



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et de la Biodiversité

Plan national intégré en matière d'énergie et de climat du Luxembourg pour la période 2021-2030

-

Mise à jour

Juillet 2024

Table des matières

1	Grandes lignes et procédure d'élaboration du plan	10
1.1	Résumé	10
1.1.1	Tableau récapitulatif des objectifs clés	10
1.1.2	Tableau récapitulatif des politiques et mesures clés	12
1.2	Aperçu de l'état actuel des politiques	16
1.2.1	Contexte	16
1.2.1.1	Structure administrative	17
1.2.1.2	Situation spécifique du Luxembourg	17
1.2.2	Politiques et mesures actuelles	18
1.2.2.1	Action climat	18
1.2.2.2	Efficacité énergétique	19
1.2.2.3	Énergies renouvelables	19
1.2.2.4	Mobilité durable	20
1.2.2.5	Plan national pour la reprise et la résilience	20
1.3	Consultations et participation des entités nationales et de l'Union et leurs résultats	22
1.4	Coopération régionale dans la préparation du plan	25
1.4.1	Forum Pentalatéral de l'Énergie - La plateforme de coopération régionale dans le domaine de l'énergie	25
1.4.2	North Seas Energy Cooperation - Coopération régionale dans le domaine des énergies renouvelables en mer	28
2	Objectifs généraux et objectifs spécifiques nationaux	32
2.1	Dimension "décarbonation"	32
2.1.1	Émissions et absorptions de GES	32
2.1.2	Energies renouvelables	35
2.1.2.1	PNEC – version actuelle	38
2.1.2.2	Énergies renouvelables – Accélérer la transition vers les 100% renouvelables REPowerEU	39
2.1.2.3	Secteur de l'électricité renouvelable	41
2.1.2.4	Secteur de la chaleur renouvelable	44
2.1.2.5	Secteur des transports	49
2.1.2.6	Photovoltaïque	52
2.1.2.7	Eolien	55
2.1.2.8	Biogaz	56
2.1.2.9	Critères de durabilité et de gaz à effet de serre	57
2.1.2.10	Biomasse solide	58
2.1.2.11	Pompes à chaleur	58
2.1.2.12	Hydrogène	59
2.1.2.13	Coopération européenne	61
2.1.2.14	Trajectoire intermédiaire et objectif global	65
2.2	Dimension "efficacité énergétique"	67
2.3	Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"	88
2.4	Dimension "marché intérieur de l'énergie"	90
2.4.1	Interconnexion électrique	90
2.4.2	Infrastructures de transport de l'énergie	90
2.4.3	Intégration du marché	90

2.4.4	Précarité énergétique	91
2.5	Dimension "recherche, innovation et compétitivité"	95
2.5.1	Introduction	95
2.5.2	Stratégies et objectifs thématiques	95
2.5.3	Objectifs de financement de la RDI	97
2.5.4	Exemples d'activités RDI publiques et privées en lien avec la transition énergétique et l'action climat	98
3	Politiques et mesures	101
3.1	Dimension "décarbonation"	102
3.1.1	Emissions et absorptions de GES	102
3.1.1.1	Politiques et mesures transversales	102
N° 101	Loi relative au climat	106
N° 102	Renforcement de la gouvernance climatique au sein de l'administration gouvernementale	107
N° 103	Fonds Climat et Energie	108
N° 104	Fonds pour une transition juste	109
N° 105	Taxe CO ₂	110
N° 106	Pacte Climat 2.0 avec les communes	112
N° 107	Pacte Climat pour syndicats intercommunaux industriels	114
N° 108	Pacte Nature avec les communes	115
N° 109	Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040	116
N° 110	PDAT: la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés	117
N° 111	Ville du quart d'heure	118
N° 112	Projets « Ceinture verte autour de l'agglomération de Luxembourg-Ville » et « Zone verte interurbaine » issus de la consultation internationale « Luxembourg in Transition »	119
N° 113	Formation professionnelle dans le cadre de la transition énergétique et climatique	120
N° 114	Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen	122
N° 115	National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat	124
N° 116	Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat	125
N° 117	Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics	126
N° 118	Utiliser les outils de la finance durable et climatique pour décarboner	127
N° 119	Mise à l'échelle de projets de transition énergétique et climatique	129
N° 122	Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation	130
N° 123	Développement de statistiques, de modèles et d'indicateurs de suivi	132
3.1.1.2	Bâtiments	133
N° 301	Réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments	135
N° 302	Décarbonation des bâtiments : phase-out des chauffages fossiles	137
N° 303	Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments publics	139
N° 304	Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments fonctionnels	141
N° 305	Une obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg	143
N° 306	Régime d'aides PRIME House 2017	144
N° 307	Régime d'aides Klimabonus Wunnen	145
N° 308	Digitalisation régime d'aides Klimabonus	147
N° 309	Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen	148
N° 310	Régime d'aides « prêts climatiques »	149
N° 311	Régime d'aides individuelles au logement	150
N° 312	Régime d'aides à la pierre	151
N° 313	Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements	152

N° 314 Régime d'aides en faveur des communes	153
N° 315 Promotion de la construction durable	154
N° 316 Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments	155
N° 317 Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments	156
N° 318 Formation d'une main d'oeuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments	157
N° 319 Rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments	159
N° 320 Rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique	160
N° 321 Rôle précurseur des communes en matière de bâtiments	161
N° 322 Réduction des impacts environnementaux de la construction	163
N° 323 Décarbonation de chantiers de construction	164
N° 324 Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)	165
N° 325 Facilitation de travaux énergétiques dans les bâtiments en copropriété	166
N° 326 Harmonisation des règles urbanistiques concernant la transition énergétique	167
N° 327 Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels	169
N° 328 Projet pilote « rénovation de quartiers – Differdange »	171
N° 329 Assistance aux ménages en précarité énergétique	172
3.1.1.3 Transports & Mobilité	173
N° 401 Plan national de mobilité 2035	173
N° 402 Modu 2.0	174
N° 403 MMUST	175
N° 404 Promotion de la mobilité active	176
N° 405 Promotion des transports publics	177
N° 406 Promotion de services de mobilité innovants	178
N° 407 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de mobilité	179
N° 408 Mise en place d'un cadre pour le télétravail	180
N° 409 Limitation du besoin en mobilité - promotion des espaces de coworking	182
N° 410 Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg	183
N° 411 Mise en place d'une infrastructure de charge publique	184
N° 412 Electrification du parc automobile des pouvoirs adjudicateurs et des entités adjudicatrices (Etat, communes, syndicats de communaux,...)	185
N° 413 Electrification du parc automobile étatique	186
N° 414 Electrification complète du réseau de bus RGTR jusqu'en 2030	187
N° 415 Obligation d'incorporation de biocarburants durables aux carburants routiers	188
N° 416 Biométhane dans le secteur des transports	190
N° 417 Carburants durables d'aviation à l'aéroport national	191
N° 418 Déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs	192
N° 419 Taxe sur les véhicules routiers	193
N° 420 Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée	194
N° 421 Avantage fiscal pour les voitures de fonction	195
N° 422 Leasing social automobile	196
N° 423 Régime d'aides pour véhicules à zéro émissions de CO ₂	197
N° 424 Régime d'aides pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques	198
N° 425 Régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques	199
N° 426 Régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds à zéro émission	200
N° 427 Stratégie de décarbonation du transport de marchandises et du secteur logistique	202
N° 428 Eurovignette	203
N° 429 Faciliter l'installation de bornes de recharge	204
N° 430 Réductions de vitesse du trafic motorisé	205
N° 431 Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE) - aviation	207
3.1.1.4 Industrie	208

N° 501	Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE/ETS)	209
N° 502	Régime d'aides visant à compenser les surcoûts liés au système ETS pour la période 2021-2030	210
N° 503	Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (jusqu'à 2023 inclus)	211
N° 504	Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (à partir de 2024)	212
N° 505	Audits énergétiques obligatoires pour entreprises	213
N° 506	Audits énergétiques obligatoires pour entreprises (nouvelle EED (UE) 2023/1791)	214
N° 507	Obligation d'audit énergétique et monitoring/optimisation pour bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m ²	215
N° 508	Obligation de décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m ²	217
N° 509	Obligations de monitoring et d'amélioration de l'efficacité énergétique pour centres de données	219
N° 510	Feuille de route de décarbonation de l'industrie	220
N° 511	Pacte climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber)	221
N° 512	Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement et du climat	222
N° 513	Fit4Sustainability	223
N° 514	SME Packages Sustainability	224
N° 515	Aides générales en faveur des PME - Aide à l'investissement (révision)	225
N° 516	Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement et du climat (Révision)	226
N° 517	Régime d'aides au fonctionnement en faveur de projets de décarbonation	227
N° 518	Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises	228
N° 519	Régime d'aides en faveur des entreprises - recherche, développement et innovation	229
N° 520	Modernisation de la bonification d'impôt pour les investissements effectués dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique	230
N° 521	Révision des textes législatifs en vue d'accélérer les procédures d'autorisation pour les projets de décarbonation	231
N° 522	Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	232
N° 523	Cadre d'action pour le déploiement des technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone	233
N° 524	Règlement n° 517/2014 (F-Gas II) pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre fluorés	234
N° 525	Renforcement de la réglementation relative au contrôle d'étanchéité des équipements frigorifiques, climatiques et thermodynamiques	235
N° 526	Ratification de l'amendement de Kigali	236
N° 527	Conseil aux entreprises pour le remplacement de leurs équipements fonctionnant avec des HFC par des équipements sans HFC et action de récupération collective d'appareils discontinués - action SuperDrecksKëscht	237
N° 528	Interdiction de certains gaz fluorés dans les systèmes de climatisation des véhicules à moteur	238
N° 529	Règlement (UE) 2024/573 du Parlement européen et du Conseil du 7 février 2024 relatif aux gaz à effet de serre fluorés, modifiant la directive (UE) 2019/1937 et abrogeant le règlement (UE) n°517/2014	239
3.1.1.5	Déchets	240
N° 601	Lois sur les déchets et le plan national de gestion des déchets et des ressources (PNGDR)	240
N° 602	Soutien à une économie circulaire « Null Offall Lëtzebuerg »	241
N° 603	Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	242
N° 604	Incinération des déchets	243
N° 605	Systèmes de récupération du méthane	244
N° 606	Valorisation des déchets de verdure	245
N° 607	Valorisation des déchets organiques	246
N° 608	Réduction des matériaux à usage unique	247
N° 609	Décharge	248
N° 610	Décharge inertes	249
N° 611	Gestion des eaux usées	250

N° 612	Épuration des eaux usées	251
N° 613	Épuration des eaux usées	252
N° 614	Stratégie de valorisation des boues d'épuration	253
3.1.1.6	Agriculture	254
N° 701	Aide favorisant la réduction de la charge de bétail	254
N° 702	Aide favorisant l'utilisation d'additifs alimentaires pour réduire les émissions de méthane dues à la digestion	255
N° 703	Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique	256
N° 704	Aide favorisant l'injection de lisier et le compostage du fumier	257
N° 705	Aide favorisant l'incorporation du fumier (Eco-scheme)	258
N° 706	Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement	259
N° 707	Aide aux investissements agricoles – Machines et équipement agricoles/viticoles et horticoles	260
N° 708	Aide aux investissements agricoles - Bâtiments et installations fixes & Aide aux investissements de modernisation, d'innovation ou de développement dans la transformation et la commercialisation de produits agricoles	261
N° 709	Cadre légal concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture	262
N° 710	Conseil agricole	263
N° 711	Cadre légal concernant le plafonnement du nombre de têtes de cheptel par exploitation	264
3.1.1.7	LULUCF	265
N° 801	Sylviculture - gestion des forêts	265
N° 802	Protection de la surface forestière totale	266
N° 803	Mise en place de forêts en évolution libre sans récolte de bois	267
N° 804	Création de zones strictement protégées dans les forêts publiques avec récolte de bois limitée	268
N° 805	Conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort dans les forêts productives	269
N° 806	Limitation des niveaux de récolte dans les écosystèmes forestiers naturels publics vulnérables	270
N° 807	Valorisation accrue du bois, issu des forêts luxembourgeois, comme matériau de construction	271
N° 808	Gestion forestière durable des forêts publiques	272
N° 809	Régimes d'aides pour la gestion durable des forêts privées	273
N° 810	Aide favorisant l'agroforesterie sur les terres agricoles	274
N° 811	Aide à l'installation de cultures dérobées et sous-semis	275
N° 812	Aide favorisant la transformation d'une terre arable en prairie permanente	276
N° 813	Aide favorisant la rotation et la diversification des cultures sur terres arables	277
N° 814	Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement (Viticulture)	278
N° 815	Aide favorisant le travail du sol réduit	279
N° 816	Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique (MAE)	280
N° 817	Aide à l'installation de surfaces non-productives	281
N° 818	Aide à l'installation de bandes non-productives	282
N° 819	Terres urbanisées - Amendement des sols urbains, supports de végétation, en carbone organique stable visant à maximiser leurs stocks de carbone	283
N° 820	Terres urbanisées - Interdiction de la mise en place de couverts minéraux à but esthétique (« jardins de graviers ») et incitation à la conversion des jardins de graviers existants	284
N° 821	Terres urbanisées - Mettre en production des zones délaissées urbaines dans le but de produire de la biomasse non alimentaire (paysage productif)	286
N° 822	Régimes d'aides pour les services écosystémiques des marais et autres zones humides des propriétaires privés (« Klimabonus-Mouer »)	287
3.1.2	Energies renouvelables	289
N° 201	Rémunérations pour l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables	290
N° 202	Sensibilisation, information et services de conseil en matière de sources d'énergie renouvelables	292
N° 203	Révision des textes législatifs en vue de supprimer, réduire ou faciliter ou accélérer les procédures d'autorisation	293
N° 204	Coordination des procédures relatives aux décisions concernant les énergies renouvelables	295
N° 205	Installer un système photovoltaïque sur tous les bâtiments résidentiels	296

N° 206 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques de grande puissance	298
N° 207 Obligation « PV ready » pour bâtiments industriels et agricoles	299
N° 208 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques en mode autoconsommation	300
N° 209 Projet d'appel d'offres pour installations photovoltaïques au sol (agri-PV)	302
N° 210 Cadre de promotion de l'autoconsommation, des communautés et des coopératives énergétiques	303
N° 211 Cadastre solaire sur le géoportail luxembourgeois	304
N° 212 Obligation de déclarer les revenus d'une centrale PV : limite relevée de 4 kW à 30 kW	305
N° 213 Baisse du taux de TVA pour les installations photovoltaïques à 3 %	306
N° 214 Rémunérations pour le biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel	307
N° 215 Stratégie biogaz et nouveaux incitatifs (financiers et autres) pour le biogaz	308
N° 216 Stratégie hydrogène	310
N° 217 Rémunération pour la production d'hydrogène renouvelable	311
N° 218 Connexion à une infrastructure européenne de transport d'hydrogène	312
N° 219 Facilitation du recours aux contrats de fourniture d'électricité renouvelable à long terme par un instrument de réduction des risques	313
N° 220 Coopération transfrontalière : Mécanisme européen de financement des énergies renouvelables (REFM)	314
N° 221 Mesures de coopération avec des Etats membres de l'UE en matière d'énergie renouvelable: Transferts statistiques	315
N° 222 Promotion de réseaux de chaleur et de froid efficaces	316
N° 223 Promotion de la géothermie moyenne et profonde	318
N° 224 Facilitation des autorisations de nouveaux sites pour l'implantation d'éoliennes	320
N° 225 Evaluation du potentiel de la biomasse forestière disponible pour la production d'énergie	321
3.1.3 Autres éléments de la dimension	322
3.2 Dimension "efficacité énergétique"	323
N° 120 Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)	325
N° 121 Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) : révision 2021	326
3.3 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"	330
N° 901 Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'électricité au Luxembourg	330
N° 902 Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de gaz au Luxembourg	331
N° 903 Plan de préparation aux risques du Luxembourg pour le secteur de l'électricité	332
N° 904 Plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg	333
N° 905 Plan d'action préventif	334
N° 906 Réserve de pétrole	335
N° 907 PLEF Support Group « Security of Supply »	336
N° 908 BeLux Crisis Group for natural gas	337
N° 909 Groupe de coordination UE pour l'électricité	338
N° 910 Groupe de coordination UE pour le gaz	339
N° 911 Sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'hydrogène au Luxembourg	340
N° 912 Plans de développement des réseaux	341
3.4 Dimension "marché intérieur de l'énergie"	342
3.4.1 Infrastructures électriques	342
N° 1001 Projet 380	342
N° 1002 Renforcement du réseau nationale haute tension	343
3.4.2 Infrastructures de transport de l'énergie	344
3.4.3 Intégration du marché	344
3.4.4 Facilitation de l'intégration de nouvelles technologies et flexibilisation du système énergétique	346
N° 1003 Smart Meter Rollout	346
N° 1004 Plateforme de données énergétiques	347
N° 1005 Cadre réglementaire pour l'agrégation	348
N° 1006 Nouvelle structure tarifaire pour les tarifs d'utilisation du réseau	349

N° 1007 Prix dynamiques d'électricité	350
N° 1008 Facilitation de partage d'électricité et de communautés énergétiques	351
N° 1009 Soutien aux contrats à long terme (power purchase agreements PPA)	352
N° 1010 Mécanisme de support explicite pour la flexibilité	353
3.4.5 Précarité énergétique	354
3.5 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"	355
3.5.1 Mesures spécifiques RDI	355
3.5.2 Autres mesures du PNEC en lien avec des activités RDI	356
3.5.3 Financement et coopérations	356
4 État actuel et projections sur la base des politiques et mesures existantes	358
4.1 Évolution projetée des principaux facteurs exogènes	359
4.1.1 Prévisions macroéconomiques	359
4.1.2 Hypothèses concernant les prix de l'énergie	359
4.2 Dimension "décarbonation"	360
4.2.1 Émissions et absorptions de GES	360
4.2.1.1 Evolution des émissions annuelles de GES pour la période de 2005 à 2022	360
4.2.1.2 Projections sur la base des politiques et mesures existantes (scénario WEM)	362
4.2.2 Énergies renouvelables	363
4.3 Dimension "efficacité énergétique"	372
4.4 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"	380
4.4.1 Production domestique et consommation	380
4.4.2 Dépendance à l'égard des importations	384
4.4.3 Sécurité d'approvisionnement	386
4.4.3.1 Secteur Electricité	386
4.4.3.2 Secteur Gaz	390
4.5 Dimension "marché intérieur de l'énergie"	394
4.5.1 Interconnexion électrique	394
4.5.2 Infrastructures de transport de l'énergie	395
4.5.3 Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie	397
4.6 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"	399
5 Analyse d'impact des politiques et mesures planifiées	400
5.1 Incidences des politiques et mesures planifiées sur le système énergétique et les émissions et absorptions de GES, avec une comparaison avec les projections sur la base des politiques et mesures existantes	400
5.1.1 Emissions et absorptions de GES	400
5.1.2 Évolution de la consommation d'énergie au Luxembourg à l'horizon 2040 suivant le scénario WAM (With Additional Measures)	403
5.1.3 Énergies renouvelables	411
5.2 Incidences macroéconomiques des politiques et mesures planifiées et besoins en investissements	420
5.2.1 Introduction	420
5.2.2 De faibles répercussions de la transition énergétique sur la croissance économique	420
5.2.2.1 L'impact de la transition au niveau international	420
5.2.2.2 Les mesures du PNEC soutiendraient la croissance luxembourgeoise à l'horizon 2030	421
5.2.2.3 Amélioration de la balance énergétique...	422
5.2.2.4 ...mais détérioration de la balance commerciale	424

5.2.2.5	Emploi plus élevé en 2030 surtout dans la construction	425
5.2.2.6	Dépenses publiques : un soutien constant de l'Etat à la transition énergétique	425
5.2.2.7	Baisse des recettes publiques suite au recul des impôts perçus sur les carburants	426
5.2.2.8	Les ménages consommeraient plus dans un scénario de transition	427
5.2.2.9	Une baisse de la facture énergétique comme conséquence de la transition énergétique	428
5.2.3	Investissements supplémentaires à l'horizon 2030: calcul bottom-up à partir des trajectoires du PNEC	431
5.2.3.1	Transport : Les infrastructures nécessiteraient des investissements importants	433
5.2.3.2	Production et distribution d'énergie : financer l'essor de la production d'énergies renouvelables	434
5.2.3.3	Bâtiments : une hausse progressive des investissements	435
5.2.3.4	Industrie : une décarbonation ambitieuse dépendant de l'approvisionnement en hydrogène renouvelable	436
5.2.4	Prévision de long-terme entourée d'incertitudes	437
5.2.4.1	Croissance du PIB	437
5.2.4.2	Hypothèses de prix de l'électricité à l'horizon 2050	438
5.2.4.3	Le chauffage fossile deviendrait de plus en plus cher à long terme	439
5.2.4.4	Le différentiel de prix à la pompe : un enjeu transfrontalier majeur	441
5.2.5	Conclusion	443
5.2.6	Annexes	444
5.2.7	Bibliographie	445
5.3	Incidences des politiques et mesures planifiées sur les autres Etats membres et la coopération régionale	446
5.4	Contribution des politiques et mesures planifiées à la réalisation de l'objectif de neutralité climatique de l'Union	447
	Liste des abréviations	449

1 Grandes lignes et procédure d'élaboration du plan

1.1 Résumé

1.1.1 Tableau récapitulatif des objectifs clés

Dimension	Objectifs clés
Décarbonation	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des émissions de GES attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842 de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 <ul style="list-style-type: none"> ○ Objectifs climatiques sectoriels de 2021 à 2030 pour 5 secteurs (industrie, transport, bâtiments, agriculture, déchets) couvrant l'intégralité des émissions de GES attribuées au niveau national • Objectif à long terme de la neutralité climatique qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes » au Luxembourg d'ici 2050 au plus tard • Accroissement de l'absorption nette dans le secteur LULUCF de -27 kt CO_{2eq} en 2030 par rapport à la moyenne des absorptions nettes pour les années 2016, 2017 et 2018 (estimation de l'absorption nette totale en 2030 : -403 kt CO_{2eq})
Energies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 de 25 % en 2030 à 37 % pour 2030 • Déploiement accéléré des différentes technologies dans les secteurs de la production de l'électricité et de chaleur à partir de sources d'énergies renouvelables ainsi que de l'électromobilité et le recours à des biocarburants durables et hydrogène renouvelables et ses dérivés dans le secteur du transport et de l'industrie
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique de 42 % à l'horizon 2030 par rapport à la référence EU PRIMES (REF2007) européenne pour l'année 2030 ; cet objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique est équivalent à une consommation en énergie finale totale pour le Luxembourg de 36.949 GWh pour l'année 2030 • Rénovations énergétiques (amélioration de l'enveloppe thermique) efficaces et de qualité des bâtiments existants avec l'introduction d'obligations (européennes) pour le secteur public, incitatifs (avant la phase obligatoire) et obligations pour les bâtiments non-résidentiels et approche volontaire avec un accent sur la sensibilisation, le subventionnement et l'accompagnement des propriétaires et occupants pour les bâtiments résidentiels • Tous les nouveaux bâtiments résidentiels et non-résidentiels équipés d'office de systèmes de chauffage décarbonisés (fossil-free) • Décarbonation des bâtiments résidentiels existants en priorité au moyen de pompes à chaleur avec un phase-out fossile basé sur une approche volontaire accompagnée d'incitatifs financiers importants • Décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels existants d'une surface supérieure à 1.000 m² avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire, au moyen de pompes à chaleur et après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation • Mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique (EEOs – Energy Efficiency Obligation Scheme) avec objectifs annuels ambitieux

	<ul style="list-style-type: none"> • Évolution de l'accord volontaire avec l'industrie luxembourgeoise avec intégration de la décarbonation en complément à l'efficacité énergétique et la production et autoconsommation d'électricité renouvelable • Mise en œuvre du pacte climat pour entreprises avec un accompagnement des PME afin d'identifier et de mobiliser la mise en œuvre de leurs projets concrets de transition énergétique et décarbonation • Mise en place de réseaux de chaleur efficaces, basés sur des énergies renouvelables • Réduction de la circulation grâce à l'expansion massive des transports publics et une part de 49 % d'électromobilité à l'horizon 2030 • Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises • Émergence d'un important marché de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel, les PME et les immeubles administratifs
Sécurité d'approvisionnement énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un niveau de sécurité d'approvisionnement énergétique très élevé pour tout type d'énergie • Rester parmi les pays avec le niveau de sécurité le plus élevé en Europe • Garder un bon équilibre entre le niveau de sécurité attendu par rapport aux ressources investies par l'état et les consommateurs, baser dans la mesure du possible sur l'efficacité énergétique, la flexibilité, ainsi que les ressources locales et renouvelables • Assurer une capacité des réseaux qui répond aux exigences croissantes du développement économique et démographique du pays • Diversifier les pays d'origine ainsi que les chemins d'approvisionnement • Anticiper les besoins en sécurité d'approvisionnement pour l'hydrogène et préparer les mesures correspondantes, y inclus les synergies avec d'autres formes d'énergie (p.ex. stockage d'excédents d'électricité renouvelable)
Marché intérieur de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un niveau d'interconnexion élevé au-delà des niveaux d'interconnexion des autres pays de l'UE • Augmenter l'intégration dans le réseau européen interconnecté d'électricité • Approfondir le marché commun du gaz avec la Belgique • Développer le marché de l'hydrogène ainsi qu'une infrastructure qui répond aux besoins futurs • Approfondir la coopération au niveau du Forum Pentalatéral de l'Énergie • Développer le marché national en vue d'un haut niveau de transparence, de compétitivité et d'efficacité au bénéfice des clients résidentiels et des entreprises • Pousser la digitalisation et flexibilisation du marché de l'énergie • Lutter contre la précarité énergétique
Recherche, innovation et compétitivité	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer la gouvernance et coordination des activités RDI en lien avec les thématiques du PNEC • Renforcer les collaborations interdisciplinaires sur toute la chaîne de maturité (de la recherche fondamentale vers l'implémentation technologique ou réglementaire) • Accélérer l'implémentation de solutions produites par l'écosystème RDI public et privé au Luxembourg

1.1.2 Tableau récapitulatif des politiques et mesures clés

Dimension	Politiques et mesures clés
Décarbonation	<p data-bbox="480 282 906 309"><u>Politiques et mesures transversales</u></p> <ul data-bbox="480 315 1439 1137" style="list-style-type: none"> • Loi relative au climat établissant le cadre institutionnel et la gouvernance de la politique climatique au niveau national, notamment les objectifs climatiques nationaux et sectoriels • Majoration annuelle de la taxe CO₂ de 5 €/t CO₂ pour atteindre en 2026 un niveau de 45 €/t CO₂, les recettes générées étant utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociale en faveur des ménages à faible revenu, y compris des mesures fiscales ou d'autres mesures comme l'augmentation de l'allocation de vie chère • Développement continu du Pacte Climat avec les communes • Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040 • Large éventail d'incitations financières (Klimabonus Wunnen, Klimabonus Mobilité, Klimabonus Bäsch, régimes d'aides en faveur des entreprises, etc.) et consolidation des outils de financement (Fonds Climat et Energie, etc.) • Accompagnement des citoyens et des entreprises par des offres et programmes de sensibilisation, information et conseil • Formations professionnelles initiales et continues en matière de compétences nécessaires dans la transition énergétique et l'action climat • Conception des mesures veillant à assurer la mise en œuvre d'une transition juste et élaboration d'un « plan social pour le climat » conformément au règlement (UE) 2023/955 instituant un Fonds social pour le climat <p data-bbox="480 1144 608 1171"><u>Bâtiments</u></p> <ul data-bbox="480 1178 1439 1973" style="list-style-type: none"> • Bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle (nZEB) conformément à la réglementation sur la performance énergétique des bâtiments et systèmes de chauffage décarbonés (une pompe à chaleur est la référence pour toute nouvelle construction (décarbonation par l'électrification)) • Rénovation ambitieuse du parc immobilier existant avec un accent sur le support et l'accompagnement des démarches de rénovation énergétique • Décarbonation des bâtiments résidentiels existants en priorité au moyen de pompes à chaleur avec un phase-out fossile basé sur une approche volontaire accompagnée d'incitatifs financiers importants • Décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels existants d'une surface supérieure à 1.000 m² avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire, au moyen de pompes à chaleur et après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation • Incitations financières à la décarbonation des bâtiments résidentiels par le régime d'aides Klimabonus Wunnen, complété par un top up social • Mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) en place depuis 2015 avec objectifs annuels ambitieux, complété par des mesures alternatives de politique publique pour réaliser des économies d'énergie auprès des consommateurs finals • Rôle précurseur de l'État et des communes, notamment au niveau de leurs bâtiments et de l'éclairage

Transports et Mobilité

- Mise en œuvre du Plan National de Mobilité 2035 (PNM2035) et promotion des transports publics et de la mobilité active
- Développement accéléré de l'électromobilité par des régimes d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules à zéro émissions et de l'installation de bornes de charge (Klimabonus Mobilité, leasing social de voitures électriques et régimes d'aides en faveur des entreprises), complétés par des incitations fiscales favorisant les voitures électriques
- Extension de l'infrastructure de charge par le biais de régimes d'aides et en facilitant l'installations de bornes de charge, notamment dans les bâtiments en copropriété et les zones d'activités
- Réduction de la vente de carburant aux non-résidents par la hausse progressive de la taxe CO₂

Industrie

- Pacte Climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber)
- Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie
- Audits énergétiques obligatoires (avec révision des critères et identification des potentiels de décarbonation)
- Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) facilitant l'identification des plus grands potentiels d'économies d'énergie dans l'industrie
- Révision des régimes d'aides en faveur des entreprises, avec l'introduction de contrats pour différence (Carbon Contracts for Difference) (aides OPEX) en complément aux aides à l'investissement (aides CAPEX), en concordance avec les règles européennes sur les aides d'Etat
- Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises

Déchets

- Mise en œuvre et développement continu des dispositions légales en matière de déchets et du Plan national de gestion des déchets et des ressources
- Promotion de l'économie circulaire, notamment par l'exécution des stratégies « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg » et « Null Offall Lëtzebuerg »
- Modernisation et extension des stations d'épuration d'eaux usées et réalisation de la stratégie de valorisation des boues d'épuration

Agriculture

- Cadre légal transposant le Plan stratégique national du Luxembourg pour la mise en œuvre de la politique agricole commune 2023-2027, comprenant notamment le conseil agricole et des aides favorisant une agriculture durable et respectueuse de l'environnement
- Renforcement du cadre réglementaire concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture

LULUCF

- Consolidation de la gestion durable des forêts publiques et privées
- Promotion du régime d'aides Klimabonus Bësch pour forêts privées
- Valorisation accrue du bois issu des forêts luxembourgeoises comme matériau de construction
- Incitations financières à une gestion des terres arables favorisant l'accroissement de la teneur en carbone organique, complétées par une aide à l'agroforesterie

Energies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Déploiement accéléré du photovoltaïque grâce à des appels d’offres et une multitude de mesures règlementaires et économiques • Augmentation de l’électricité éolienne par les projets de « Repowering » et l’autorisation de nouveaux sites et facilitation, respectivement accélération des procédures d’octroi de permis ; • Recours aux pompes à chaleur pour augmenter la part des énergies renouvelables dans le secteur du chauffage ; • Développement d’une infrastructure pour le transport et le stockage de l’hydrogène et utilisation de l’hydrogène renouvelable ou de ses dérivés dans les secteurs de l’industrie difficilement électrifiables ; • Incorporation de biocarburants et augmentation de la part des biocarburants avancés, déploiement accéléré de l’électromobilité et utilisation de l’hydrogène ou des carburants synthétiques et renouvelables d’origine non-biologique, les dénommés « RFNBO » dans le secteur des transports ; • Accélération et simplification des procédures d’autorisation.
Efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Bâtiments à consommation d’énergie quasi nulle (nZEB) conformément à la réglementation sur la performance énergétique des bâtiments • Rénovation ambitieuse du parc immobilier existant avec un accent sur le support et l’accompagnement des démarches de rénovation énergétique des logements • Création d’un important marché d’investissement en efficacité énergétique pour l’industrie, les PME et les grands immeubles de bureaux (par une combinaison des audits énergétiques, du renforcement de l’accord volontaire avec le secteur industriel et la mise en place du pacte climat pour entreprises ciblant notamment les PME, la poursuite et le maintien des objectifs ambitieux du mécanisme d’obligations en matière d’efficacité énergétique (EEOS – Energy Efficiency Obligation Scheme) obligeant les fournisseurs d’électricité et de gaz naturel à inciter la réalisation d’économies d’énergie auprès des consommateurs finals) • Augmentation de l’efficacité énergétique dans le secteur des transports grâce à la réduction de la circulation, l’expansion massive des transports publics et le développement rapide de l’électromobilité au niveau des voitures et des camionnettes (aides étatiques, mise en place d’un réseau de charge rapide sur le territoire national) • Réduction de la vente de carburant diesel aux camions en transit • Rôle précurseur de l’État et des communes, notamment au niveau de leurs bâtiments et de l’éclairage • Formations et programmes d’éducation approfondis pour les artisans et les planificateurs (ingénieurs/architectes)
Sécurité d’approvisionnement énergétique	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi de la situation de la sécurité d’approvisionnement, en étroite collaboration avec les acteurs concernés (gestionnaires de réseau, fournisseurs, HCPN, etc.) • Développement et affinage des procédures et mesures d’urgence liées à l’électricité, au gaz naturel, le pétrole et l’hydrogène • Adresser les dépendances énergétiques moyennant une collaboration intensifiée au niveau bilatéral, régional et européen
Marché intérieur de l’énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre à niveau les capacités de transport et de distribution d’électricité • Etude sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l’hydrogène

	<ul style="list-style-type: none"> • Accès des usagers du réseau luxembourgeois au marché d'équilibrage allemand et européen • Mise en place d'une plateforme de données énergétiques • Nouvelle structure tarifaire pour les tarifs d'utilisation du réseau • Introduction de prix dynamiques d'électricité • Facilitation de partage d'électricité et de communautés énergétiques • Soutien aux contrats à long terme (power purchase agreements PPA)
Recherche, innovation et compétitivité	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un « National Centre of Excellence in Research (NCER) » pour la transition énergétique et l'action climat • Mise en place d'un programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat • Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics

1.2 Aperçu de l'état actuel des politiques

1.2.1 Contexte

L'**Accord de Paris**, adopté en décembre 2015, constitue le fondement de l'action climatique au niveau mondial. L'accomplissement de l'objectif principal de cet accord requiert l'atteinte de la neutralité climatique (zéro émissions nettes de GES) d'ici la moitié du 21^e siècle, ce qui exige une transformation rapide et profonde de l'économie et de la société. Voilà pourquoi, en décembre 2019, la Commission européenne a présenté « **Le pacte vert pour l'Europe** », une stratégie pour une croissance durable et inclusive visant à transformer l'Union européenne en une société équitable et prospère, caractérisée par l'absence d'émissions nettes de GES d'ici 2050 et le découplage de la croissance de l'utilisation des ressources. La mise en œuvre du pacte vert est en cours. Ainsi, la **loi européenne sur le climat**¹, arrêtant l'objectif de neutralité climatique à l'horizon 2050 (ainsi qu'une réduction nette des émissions de GES dans l'UE d'au moins 55 % d'ici 2030), fut adoptée en date du 30 juin 2021.

A l'instar de la loi européenne sur le climat, la **loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat** vise l'objectif à long terme de la neutralité climatique, qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes » au Luxembourg d'ici 2050 au plus tard. Dans l'ensemble, la loi relative au climat fixe le cadre juridique (objectifs, plan national intégré en matière d'énergie et de climat, stratégie à long terme pour la réduction des émissions de GES) et institutionnel (plateforme pour l'action climat et la transition énergétique, observatoire de la politique climatique) permettant d'atteindre les **objectifs climatiques nationaux à moyen et à long terme**. L'objectif intermédiaire consiste à réduire de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 les émissions de gaz à effet de serre attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842 (hors émissions gouvernées par le système d'échange de quotas d'émissions de l'UE). En exécution de la loi précitée, des **objectifs climatiques sectoriels** sont fixés par voie de règlement grand-ducal² pour les cinq secteurs suivants jusqu'au 31 décembre 2030, de sorte à ce que les émissions de ces secteurs diminuent de manière régulière et continue et atteignent l'objectif climatique national de -55% en 2030 :

1. Industries de l'énergie et manufacturières, construction ;
2. Transports ;
3. Bâtiments résidentiels et tertiaires ;
4. Agriculture et sylviculture ;
5. Traitement des déchets et des eaux usées.

Le **Plan national intégré en matière d'énergie et de climat** (PNEC) pour la période 2021-2030, dont la première version a été adoptée par le Gouvernement luxembourgeois en 20 mai 2020, en exécution du règlement (UE) 2018/1999³, constitue la base de la politique climatique et énergétique du Luxembourg à l'horizon 2030. Adressant les cinq dimensions suivantes, à savoir la décarbonation, avec y compris le volet des énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, la sécurité d'approvisionnement énergétique, le marché intérieur de l'énergie ainsi que la recherche, l'innovation et la compétitivité, le PNEC est l'instrument de planification et de suivi principal en la matière. Outre l'objectif susmentionné de réduire les émissions de GES hors ETS de 55% d'ici 2030 par rapport à l'année 2005, le PNEC contient également les objectifs d'améliorer l'efficacité énergétique de 40 à 44% en termes d'énergie finale par rapport au scénario de référence européen de 2007 et d'augmenter la part des énergies renouvelables à 25% de la consommation d'énergie finale brute à l'horizon 2030. Il décrit les politiques et mesures permettant d'atteindre ces objectifs et constitue dès lors une feuille

¹ Règlement (UE) 2021/1119 établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique

² Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 des secteurs visés à l'article 5 de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat

³ Règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat

de route qui est mise en œuvre par l'adoption de lois et règlements, de programmes et projets ainsi que d'autres mesures.

En vertu du règlement (UE) 2018/1999, les **Etats membres** sont **tenus d'actualiser leurs PNEC** respectifs et de soumettre à la Commission européenne un projet de mise à jour de la dernière version notifiée et par la suite une version finale de la mise à jour, au plus tard au 30 juin 2024.

1.2.1.1 Structure administrative

La présente mise à jour du PNEC est le fruit d'une intense **collaboration interministérielle au sein du Comité interministériel pour l'action climat**, sous la présidence du ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité. La compilation et la description des mesures ont été préparées dans des groupes de travail sectoriels par les experts des ministères représentés au sein du comité et de leurs administrations respectives. Un groupe de travail à part a accompagné les travaux confiés au STATEC en ce qui concerne la modélisation et les projections de la consommation et production d'énergie ainsi que des émissions de GES dans les différents secteurs, les projections concernant l'agriculture étant élaborées par le Service d'Economie rurale du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture ainsi que celles concernant les déchets et le secteur LULUCF par l'Administration de l'environnement.

Fort de l'expérience acquise, le Comité interministériel sert également de plateforme pour la **mise en œuvre coordonnée des politiques et mesures** en matière d'énergie et de climat.

1.2.1.2 Situation spécifique du Luxembourg

Lors de l'élaboration de la politique énergétique et climatique, il faut tenir compte de certaines spécificités de la situation du Luxembourg, ainsi que de la structure de la consommation d'énergie. Le Luxembourg se caractérise d'abord et avant tout par un développement démographique très dynamique. Au cours des dernières années, la population est passée de 493 500 habitants en 2009 à 660 809 habitants en 2022. En outre, l'économie luxembourgeoise très ouverte se caractérise par un développement dynamique. Autre situation atypique : la consommation de carburant est disproportionnellement élevée au Luxembourg, en comparaison avec ses pays voisins, et représente environ les deux tiers de l'ensemble de la consommation finale d'énergie. Les causes en sont surtout la situation centrale du Luxembourg en Europe et les différences de prix du carburant favorables par rapport aux pays limitrophes. Cette structure engendre également un pourcentage relativement faible en termes de consommation d'électricité au Luxembourg, qui est d'un peu moins de 15 %. En effet, dans le domaine de l'électricité, le pays recourt surtout à des importations (85 %) comme le Luxembourg ne dispose pas de grandes centrales de production d'électricité et que sa propre production d'électricité basée surtout sur les énergies renouvelables, bien que croissante, ne peut couvrir les besoins actuellement. De plus, il faut considérer la structure de la consommation d'énergie industrielle comme atypique. En effet, la part de consommation d'électricité de l'industrie sidérurgique représente, à elle seule, environ 40 % de la consommation d'électricité nationale. Les facteurs cités ci-dessus ont donc influencé la structure de la consommation d'énergie au cours des dernières années et le feront probablement encore à l'avenir.

Par ailleurs, le Luxembourg se caractérise par une grande dépendance énergétique. En effet, le Luxembourg est l'un des rares pays de l'Union européenne qui ne disposent pas de ressources fossiles et doit donc importer pratiquement tous les combustibles dont il a besoin, qu'il s'agisse de pétrole ou de gaz naturel. Le Luxembourg n'a pas non plus de port maritime ni de capacité de raffinage ; il n'est pas équipé de stockages de gaz en raison de la géologie inadaptée et ne dispose que d'une capacité de stockage limitée pour les produits pétroliers.

Par conséquent, le Luxembourg ne dispose que de peu de moyens pour influencer la sécurité d'approvisionnement à l'aide de mesures nationales. Ainsi, la coordination des mesures et le partage d'informations pertinentes au niveau européen est essentielle. Dans le cadre du Forum pentalatéral de

l'énergie (DE, FR, BE, NE, LU, AU, CH) et en étroite collaboration avec ses états voisins, le Luxembourg s'est déjà par le passé appuyé sur la diversification des sources d'origine et des voies d'approvisionnement pour assurer la sécurité d'approvisionnement du pays.

La crise énergétique actuelle a entraîné la nécessité d'introduire des mesures extraordinaires pour garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie. Au niveau national, un nombre important d'activités et mesures a été initié respectivement renforcé par les acteurs concernés, dont le ministère de l'Économie, le Haut-Commissariat à la Protection Nationale, et les gestionnaires de réseau, afin d'assurer le suivi, la gestion et l'anticipation de la crise.

En conséquence, et malgré la situation géopolitique et la crise énergétique qui en résulte, la sécurité d'approvisionnement au Luxembourg reste donc à un niveau très élevé.

Le Luxembourg s'est d'ailleurs toujours montré en faveur d'un marché intérieur de l'énergie compétitif qui fonctionne bien et encourage aussi les approches européennes en matière d'infrastructures énergétiques. Ces approches s'inscrivent pleinement dans les principes de l'Union européenne de l'énergie.

1.2.2 Politiques et mesures actuelles

Ces dernières années, le Luxembourg a réalisé des progrès significatifs en termes d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et de l'action climat ; ceux-ci sont brièvement repris ci-dessous.

1.2.2.1 Action climat

En ce qui concerne l'action climat, le Luxembourg a mis en œuvre une panoplie de politiques et mesures au cours des dernières années, notamment sur la base de la première version du PNEC adoptée en 2020. Des politiques et mesures qui seront encore renforcées et complétées par la présente mise à jour du PNEC. Pour ne citer que quelques **politiques et mesures actuelles**, il y a lieu de mettre en évidence la loi relative au climat, la taxe CO₂, le pacte climat avec les communes ou encore le **large éventail de régimes d'aides** incitant les citoyens, communes et entreprises à investir dans la transition énergétique et climatique.

Depuis 2021, les carburants et combustibles fossiles sont soumis à la **taxe CO₂**. Les taux annuels de la taxe CO₂ correspondaient à 20 €/t CO₂ en 2021, 25 €/t CO₂ en 2022 et 30 €/t CO₂ en 2023. A partir du 1er janvier 2024, le taux équivaut à 35 €/t CO₂. Les recettes générées par la taxe CO₂ sont utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociale en faveur des ménages à faible revenu, y compris des mesures fiscales ou d'autres mesures comme l'augmentation de l'allocation de vie chère.

En 2012, le Gouvernement luxembourgeois a lancé le **Pacte Climat avec les communes** en vue d'orienter, d'accompagner et de soutenir les autorités locales dans la lutte contre le changement climatique. Grâce à leur engagement dans le cadre du Pacte Climat, les communes se rallient aux objectifs fixés au niveau national et agissent activement en faveur de la protection du climat et de la transition énergétique. Par le biais d'un catalogue de 64 mesures, les communes sont orientées efficacement vers une politique durable dans les domaines de la transition énergétique, de la lutte contre le changement climatique, de l'économie circulaire, de la qualité de l'air, de l'adaptation au changement climatique ainsi que dans celui de la mobilité. Le catalogue de mesures est régulièrement révisé pour tenir compte des objectifs nationaux et des évaluations régulières du programme. En contrepartie de leur engagement, les communes bénéficient de l'assistance d'un conseiller climat ainsi que de subventions de la part de l'État en fonction du niveau de certification obtenu. L'État met à disposition le cadre législatif, financier, technique et consultatif jusqu'au 31 décembre 2030. Klima-Agence est mandatée pour la mise en œuvre opérationnelle et le développement en continu du programme.

1.2.2.2 Efficacité énergétique

Dans le domaine des nouvelles constructions de bâtiments, le Luxembourg n'a cessé de rehausser le niveau des exigences en matière d'efficacité énergétique au cours des quinze dernières années, depuis l'introduction des premiers certificats de performance énergétique au Luxembourg en 2008, et joue ici un rôle de pionnier en Europe. Le niveau national d'exigence pour un bâtiment d'habitation dont la consommation d'énergie est quasi nulle (niveau nZEB, nearly Zero Energy Building) est obligatoire pour chaque nouvelle construction depuis début 2017 et est aujourd'hui proche du niveau « maison passive », qui est une référence mondialement reconnue. Ces bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle sont généralement désignés comme bâtiments AA dans les certificats de performance énergétique nationaux.

En 2020, le Luxembourg a présenté sa stratégie nationale de rénovation des bâtiments (LTRS – Long Term Renovation Strategy), qui a été saluée par la Commission européenne surtout pour son aperçu détaillé du parc immobilier, mais aussi pour les programmes nationaux d'information, de sensibilisation et de formation. Compte tenu du potentiel important en matière d'économie d'énergie au niveau du parc national de bâtiments, la stratégie de rénovation des bâtiments prévoit la mise en œuvre d'une initiative nationale pour la rénovation énergétique. Avec la participation des intervenants du secteur de la construction, plusieurs mesures de cette stratégie de rénovation des bâtiments ont été développées davantage et prises en compte dans la formulation des politiques et mesures encore plus ambitieuses. Ces approches et mesures stratégiques sont actuellement mises en pratique, notamment aussi par des projets pilotes.

Un certain nombre d'instruments d'aide ont également été développés et introduits pour soutenir la rénovation énergétique des bâtiments. Ces instruments comprennent les aides à l'investissement pour les ménages (régime de subventions étatiques Klimabonus, combiné avec les subventions proposées par les communes et les parties obligées dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique) et les communes (via le Fonds climat et énergie), ainsi que l'introduction de prêts climatiques à faible taux d'intérêt pour la rénovation énergétique. Afin de donner un nouvel élan à l'efficacité énergétique, le Luxembourg a mis en place en 2015 un mécanisme qui oblige les fournisseurs de gaz naturel et d'électricité à réaliser des économies d'énergie concrètes en incitant des mesures d'efficacité énergétique auprès des consommateurs finals dans les secteurs qu'ils auront eux-mêmes déterminés. Ce mécanisme a été reconduit pour la période 2021 à 2030 à un niveau d'objectif ambitieux.

Dans le secteur de l'industrie, l'accord volontaire entre le gouvernement et la FEDIL relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie luxembourgeoise a été réformé pour la période de 2021 à 2023 afin de faire progresser l'efficacité énergétique et en incluant la prise en compte de l'électricité renouvelable produite sur site et autoconsommée par les entreprises. Les programmes d'aide à l'investissement destinés aux entreprises visant à améliorer l'efficacité énergétique et à promouvoir les énergies renouvelables ont, eux aussi, été réformés et adaptés temporairement dans le cadre de la flambée des prix de l'énergie afin de maintenir la compétitivité des entreprises.

1.2.2.3 Énergies renouvelables

Dans le domaine des énergies renouvelables, le Luxembourg a atteint l'objectif de 11 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2020, fixé par la directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. La directive 2023/2413 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 modifiant la directive (UE) 2018/2001 prévoit quant à elle un objectif européen contraignant de 42,5 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2030. L'objectif au niveau national passe à 37 % et pour le secteur des transports, cette part passe de 14 à 29%. La part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie a atteint 14,36 % en 2023.

Dans le domaine des nouveaux bâtiments résidentiels et fonctionnels, le règlement sur l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels a introduit une exigence implicite concernant l'utilisation d'énergies renouvelables, notamment une étude de faisabilité concernant l'utilisation des énergies renouvelables qui doit être annexée à la demande d'autorisation de bâtir.

La réglementation sur les aides opérationnelles (tarifs de rachat et primes de marché) a été adaptée régulièrement au cours de ces dernières années, afin de créer des incitations intéressantes à l'investissement, en particulier dans les domaines de la biomasse, de l'éolien et du photovoltaïque, ainsi que pour les coopératives photovoltaïques. En 2019, les aides opérationnelles pour le photovoltaïque ont par exemple été augmentés et en 2018, une première procédure d'adjudication nationale pour les systèmes photovoltaïques sur les bâtiments ou les sites industriels ou de décharge a été mise en place. Depuis lors, plusieurs appels d'offres ont eu lieu. Ces mesures ont déclenché une vague d'investissements majeure, qui ont fait passer la production solaire de 131 MW en 2018 à environ 394 MW à la fin de 2023. Récemment de nouveaux modèles ont été promus par le Gouvernement comme l'autoconsommation (chez les particuliers et les entreprises) et des concepts novateurs comme l'agri-photovoltaïque (ce dernier à travers un appel à projets pilotes). A cela s'ajoute qu'un certain nombre de progrès ont été réalisés dans des domaines peu développés jusqu'à présent comme la géothermie et l'hydrogène renouvelable, afin de poser les jalons pour leur développement futur.

Enfin, il faut également noter que le taux de biocarburant à ajouter au carburant a été augmenté à 8,4 % pour l'année 2024. Le taux minimal des biocarburants avancés passe de 0,2 à 0,4 % en 2024 (après double comptage). Depuis 2020 le Gouvernement limite l'utilisation de biocarburants de première génération à 5 % maximum, afin de promouvoir l'utilisation de biocarburants de deuxième génération considérés comme plus durables et ce qui laissera la possibilité au Luxembourg de réduire l'objectif dans le secteur des transports en 2030 de deux points, passant ainsi de 29 à 27 %.

1.2.2.4 Mobilité durable

Parallèlement à la promotion accrue des transports publics et de la mobilité active (le Luxembourg possède en termes relatifs le plus important programme d'investissement dans les trains, les trams et les autobus en Europe), l'électromobilité a également été fortement développée ces dernières années. Le Luxembourg avait, comme première étape, opté pour l'aménagement d'une infrastructure nationale commune pour les bornes de recharge publiques pour véhicules électriques. Avec ses environ 2.000 points de recharge installés à ce jour dans toutes les communes du pays, complété par 220 points de recharge ultra-rapides SuperChargy, le réseau Chargy fait office d'infrastructure de base nationale qui couvre une bonne partie du besoin actuel.

Cependant, le nombre croissant de véhicules électriques nécessite des activités complémentaires. Ainsi, un programme de subventionnement de bornes de charge électrique à domicile, ainsi qu'un régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques tant accessibles au public que servant à leurs propres besoins ont été introduits et permettent à l'infrastructure de recharge de se développer continuellement. Par conséquent, le secteur privé est en mesure de prendre la relève et de compléter le réseau national de bornes de recharge. Avec plus de 3.000 points de recharge accessibles au public pour une flotte totale de plus de 30.000 voitures électriques immatriculées, le Luxembourg continue d'avoir un des réseaux de recharge les plus denses de l'Union européenne.

1.2.2.5 Plan national pour la reprise et la résilience

En date du 30 avril 2021, le Luxembourg a transmis son Plan pour la reprise et la résilience (PRR) à la Commission européenne, et a reçu l'avis favorable de la Commission européenne le 18 juin 2021. Le PRR du Luxembourg repose sur trois piliers, à savoir la « Cohésion et résilience sociale », la « Transition verte » et la « Digitalisation, Innovation et Gouvernance ». La relance durable se trouve au cœur de la stratégie du PRR. En effet, la part des investissements contribuant aux efforts dans la lutte contre le changement climatique s'élève à 69%, soit largement plus que le seuil de 37% requis par la réglementation européenne applicable.

Tous les investissements du pilier « Transition verte » sont bien reflétés dans la présente mise à jour du PNEC :

- Décarbonation du transport
 - Objectifs minimaux à atteindre en matière de véhicules à faibles ou à zéro émissions par les pouvoirs adjudicateurs : voir mesures 412, 413 et 414 au chapitre 3
 - Implémentation d'un régime d'aide pour bornes de recharge visant les personnes morales : voir mesure 425 au chapitre 3
- Protection de l'environnement et de la biodiversité
 - « Naturpakt » : voir mesure 108 au chapitre 3

Ainsi, le PRR est un des instruments qui permettent l'atteinte des objectifs tels que décrits dans la présente mise à jour du PNEC.

1.3 Consultations et participation des entités nationales et de l'Union et leurs résultats

Faire participer les citoyens et les parties prenantes à l'élaboration respectivement la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat est un objectif important du règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et l'action pour le climat ainsi que de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat.

Préparation du projet de mise à jour du PNEC

Ainsi, lors de la préparation de l'avant-projet et du projet de cette mise à jour du PNEC, des formes de participation conventionnelles (réglementées par la loi) et non conventionnelles (non fondées sur la loi) ont été appliquées.

La loi relative au climat établit le cadre pour les processus de participation conventionnels, en instaurant l'Observatoire de la politique climatique et la Plateforme pour l'action climat et la transition énergétique, et en définissant les dispositions de l'enquête publique.

L'**Observatoire de la politique climatique** (OPC) est un conseil scientifique composé actuellement de sept scientifiques nationaux et internationaux ayant une expertise dans différents domaines liés au climat. Ses missions consistent à conseiller en matière de projets, actions ou mesures susceptibles d'avoir un impact sur la politique climatique, à évaluer scientifiquement les mesures réalisées ou envisagées dans le domaine de la politique climatique et à analyser leur efficacité, ainsi qu'à proposer de nouvelles mesures et de proposer des recherches et des études dans tous les domaines ayant trait au climat. Ses tâches comprennent également la rédaction d'un rapport annuel à l'adresse du Gouvernement sur la mise en œuvre de la politique climatique.

Dans le cadre du rapport annuel 2022, l'OPC a formulé des recommandations en vue de la mise à jour du PNEC. Ces recommandations ont été analysées et prises en compte dans l'élaboration de l'avant-projet de mise à jour. Ensuite, l'OPC a formulé une déclaration au sujet de l'avant-projet dont il a été tenu compte dans la finalisation du projet de mise à jour.

La **plateforme pour l'action climat et la transition énergétique** (Plateforme climat) a été créée afin d'instaurer un dialogue multiniveau entre les autorités locales et nationales, les organisations de la société civile, les chambres professionnelles et organisations patronales et salariales, et d'autres parties prenantes concernées, comme la jeunesse. Elle a notamment pour mission de participer à l'élaboration de l'avant-projet du PNEC. Dans ce contexte, elle a été appelée à formuler un avis relatif à l'avant-projet de mise à jour.

Cet avis, transmis aux ministres en juillet 2023, reprend à la fois les éléments sur lesquels un consensus a été constaté au sein de la plateforme, les éléments dont l'importance est reconnue par l'ensemble des membres, mais sur lesquels il existe des points de vue nuancés quant à leur application / mise en œuvre, et encore les éléments sur lesquels les vues divergent. Les contributions et prises de position individuelles des membres de la plateforme sont annexées à l'avis et en font partie intégrante.

En outre, la loi relative au climat prévoit l'organisation et la réalisation d'une **consultation publique** d'une durée de 30 jours. Celle-ci était ouverte du 17 avril au 16 mai 2023 et accessible via les portails emwelt.lu et enquetes.public.lu. Pendant cette période, les personnes intéressées pouvaient exprimer leur opinion et consulter une série de documents, notamment l'avant-projet de mise à jour du PNEC, tel qu'adopté par le Conseil de Gouvernement en date du 31 mars 2023, un résumé de l'avant-projet et une foire aux questions. Elles avaient aussi la possibilité de soumettre leurs commentaires par courrier électronique ou par voie postale.

Au total, 42 contributions ont été reçues. Parmi celles-ci, 19 provenant de citoyen.ne.s et 23 de la part d'organisations, pour la plupart regroupées au sein de la plateforme climat : ABBL, ALFI, Alliance pour le climat,

Chambre d'Agriculture, Chambre de Commerce, Chambre des Métiers, Chambre des Salariés, Confédération Luxembourgeoise du Commerce, Fédération des Artisans, FEDIL, Groupement Energies Mobilité Luxembourg, House of Automobile, ILR, LCGB, LSFI, Mouvement Ecologique, Mouvement Patrimonial, OAI, OGBL, SYVICOL, UNICEF, Ville de Differdange, Votum Klima.

Outre les organes et processus de participation conventionnels, le gouvernement a lancé une nouvelle initiative, le « **Klima-Biergerrot** » (KBR) (Bureau du Citoyen pour le Climat), visant à introduire des mécanismes de consultation non conventionnels additionnels, permettant une participation représentative et une meilleure sensibilisation sur les politiques en matière d'énergie et de climat. « Le Luxembourg peut-il et veut-il aller plus loin en matière de lutte contre le réchauffement climatique ? Et si oui, comment ? » De fin janvier à début juillet 2022, le KBR a réuni un échantillon représentatif de 100 personnes vivant ou travaillant au Luxembourg pour discuter de cette question. Au cours d'une quinzaine de réunions, les membres du KBR se sont exprimés sur l'engagement actuel du Luxembourg dans la lutte contre le changement climatique. Dans leur rapport final, ils ont rassemblé 56 propositions visant à faire émerger de nouvelles impulsions dans la politique climatique.

En septembre 2022, les membres du KBR ont présenté leurs propositions au gouvernement. Par la suite, les propositions ont également été présentées et débattues à la Chambre des Députés. Outre la prise en compte des mesures proposées dans l'élaboration de l'avant-projet de mise à jour du PNEC, elles pourront aussi informer d'autres plans et stratégies. Les représentants du KBR ont par ailleurs été invités par les ministères compétents (ministère de l'Énergie et l'Aménagement du territoire et ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable) à participer à des échanges bilatéraux afin de discuter les différentes propositions et de leur expliquer le processus décisionnel y relatif.

Toutes les **contributions** issues des différentes consultations conventionnelles et non conventionnelles ont été **répertoriées, analysées et dûment considérées dans une démarche intrinsèquement collaborative entre les ministères concernés**, en vue d'une intégration dans l'avant-projet respectivement le projet de mise à jour du PNEC. Premièrement, les contributions reçues ont mené à des modifications de mesures contenues dans l'avant-projet de mise à jour et à quelques nouvelles mesures. En outre, certaines contributions nécessitent des analyses et échanges supplémentaires et pourraient être intégrées dans la version finale de la mise à jour. Par ailleurs, de nombreux commentaires concernaient des précisions de mise en œuvre de mesures contenues dans le plan, dont il sera tenu compte lors du processus d'implémentation, le cas échéant en concertation avec les parties prenantes concernées.

Finalisation de la mise à jour du PNEC

En sa séance du 21 juillet 2023, le Conseil de gouvernement avait approuvé le projet de mise à jour du PNEC, qui par la suite a été transmis aux services compétents de la Commission européenne, en vue de l'évaluation du projet par la Commission européenne, telle que prévue par le règlement (UE) 2018/1999. Sur base de cette évaluation⁴, la Commission européenne a publié en date du 18 décembre 2023 ses recommandations relatives au projet de mise à jour du PNEC luxembourgeois⁵. Les **recommandations de la Commission européenne** ont fait l'objet d'une analyse détaillée par le ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité et le ministère de l'Économie, et la version finale de la mise à jour en tient dûment compte.

⁴ Commission staff working document (SWD(2023) 919 final), Assessment of the draft updated National Energy and Climate Plan of Luxembourg

⁵ Recommandation de la Commission du 18.12.2023 relative au projet de mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat du Luxembourg pour la période 2021-2030 et à la compatibilité des mesures planifiées par le Luxembourg avec l'objectif de neutralité climatique de l'Union et avec la garantie d'amélioration de l'adaptation (C(2023) 9609 final)

D'autre part, le projet de mise à jour a été révisé pour rendre compte des éléments contenus dans le **programme gouvernemental 2023 – 2028**, qui notamment stipule que « le Gouvernement mettra en œuvre le Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC) dans sa version actualisée de manière systématique afin que le Luxembourg atteigne ses objectifs climatiques, tels que définis dans la loi y afférente ». Finalement, les politiques et mesures du projet de mise à jour ont, au besoin, été actualisées pour refléter les **développements depuis juillet 2023**, moment où le projet avait été arrêté. Tous ces travaux ont été coordonnés à travers le comité interministériel pour l'action climat.

A côté de la finalisation de la mise à jour du PNEC, et conformément à la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat, le projet de mise à jour a fait l'objet d'une **évaluation des incidences sur l'environnement** visée par la loi modifiée du 22 mai 2008 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement.

1.4 Coopération régionale dans la préparation du plan

1.4.1 Forum Pentalatéral de l'Énergie - La plateforme de coopération régionale dans le domaine de l'énergie

Le Forum pentalatéral de l'énergie (Penta) est une coopération régionale volontaire entre la Belgique, la France, l'Allemagne, le Luxembourg, les Pays-Bas et, depuis 2011, l'Autriche. Ces pays représentent plus de 40 % de la population de l'UE et couvrent plus de 50 % de la production d'électricité dans l'UE. La Suisse a rejoint le forum en tant qu'observateur permanent en 2011 et contribue activement aux travaux techniques et à l'élaboration des décisions. En étroite collaboration avec la Commission européenne (sur invitation), le Forum pentalatéral de l'énergie renforce la coopération entre toutes les parties concernées afin de contribuer à la mise en place d'un système électrique fiable, décarboné et efficace, fondé sur des marchés intégrés et performants. Comme le secteur de l'électricité joue un rôle crucial dans la décarbonation de l'ensemble de nos sociétés d'ici 2050 au plus tard, les pays du Penta ont pour objectif d'augmenter encore la part des énergies renouvelables et de décarboniser totalement leur système électrique dès que possible et, idéalement, à l'horizon 2035.

La coopération est dirigée par les ministres responsables de la politique énergétique, qui se réunissent régulièrement. Le suivi des activités est assuré par les coordinateurs Penta sous la direction des directeurs généraux respectifs des pays Penta. Le programme de travail est mis en œuvre par les ministères, les gestionnaires de réseaux de transport (GRT), les gestionnaires de réseaux de distribution (GRD), les autorités de régulation et les acteurs du marché qui se réunissent régulièrement au sein de quatre groupes de soutien thématiques. Pour que chaque groupe de soutien atteigne son objectif, les échanges entre les groupes de soutien et au sein de ceux-ci sont fortement encouragés et supervisés au niveau des coordinateurs penta. Les groupes de soutien assurent également la liaison avec d'autres forums internationaux, tels que le « North Seas Energy Cooperation » (Coopération énergétique de la mer du Nord).

Alors que la transition vers un système énergétique décarboné s'accélère, les pays deviennent de plus en plus interdépendants et la coopération régionale devient de plus en plus importante pour relever les défis qui se posent. Le Forum pentalatéral de l'énergie est bien placé pour relever bon nombre de ces défis, en travaillant par exemple sur la sécurité de l'approvisionnement, l'intégration des marchés, l'efficacité énergétique et la décarbonation. Au cours des deux dernières décennies, les pays du Penta sont passés d'une perspective politique purement nationale sur les marchés de l'énergie à l'adoption d'une approche régionale. Les pays du Penta sont donc idéalement placés pour contribuer à la prochaine phase de la transition énergétique.

Sécurité de l'approvisionnement

La sécurité de l'approvisionnement est au cœur du Forum pentalatéral de l'énergie depuis sa création. Depuis le début, les pays coopèrent étroitement pour favoriser la sécurité d'approvisionnement et pour prévenir, préparer et gérer les crises électriques dans un esprit de solidarité et de confiance. Des étapes importantes ont été franchies grâce à diverses évaluations régionales de l'adéquation, à des exercices de crise communs et à un cadre commun au titre du règlement (UE) 2019/941 sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité.

Aujourd'hui, les travaux sur la sécurité de l'approvisionnement sont organisés au sein d'un groupe de soutien spécifique, structuré par deux axes de travail principaux : l'évaluation de l'adéquation des ressources, d'une part, et la préparation aux risques, d'autre part. Des travaux futurs sont prévus pour ces deux axes de travail ainsi que pour l'interface entre eux.

Évaluation de l'adéquation des ressources

En ce qui concerne les évaluations de l'adéquation des ressources, les pays du Penta travailleront de concert avec les études européennes réalisées par ENTSO-E (évaluation de l'adéquation des ressources européennes,

perspectives saisonnières) afin d'améliorer l'alignement et l'utilité pour les pays du Penta. Sur la base de l'expertise et des connaissances approfondies dans ce domaine, des analyses de sensibilité complémentaires pourraient être réalisées par les GRT de Penta, en mettant l'accent sur la région de Penta et en tenant compte des spécificités régionales et des interdépendances transfrontalières. Les sujets qui méritent d'être approfondis au niveau régional sont les suivants

- L'articulation entre la planification du système énergétique national, la mise en œuvre du règlement RTE-E et l'évolution rapide du système énergétique européen ;
- Le rôle de la réponse côté demande et des autres ressources de flexibilité pour l'adéquation du système ;
- Amélioration des méthodes d'évaluation de l'adéquation des ressources ;
- La nécessité d'augmenter les capacités du réseau et d'optimiser le réseau existant ;
- Analyse des situations critiques et des contre-mesures possibles.

Préparation aux risques

En ce qui concerne la préparation aux risques, l'objectif est de favoriser la coopération régionale dans la région de Penta en vue de prévenir, de préparer et de gérer les crises électriques dans un esprit de solidarité et de transparence et en respectant pleinement les exigences d'un marché intérieur concurrentiel de l'électricité et les procédures de sécurité opérationnelle des GRT. Les pays du Penta vont rechercher des solutions d'efficacité entre toutes les entités compétentes impliquées dans la gestion d'une crise et entre les niveaux européens, régional et national. À ce titre, les travaux se concentreront sur la mise en œuvre du protocole d'accord sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité, signé le 1^{er} décembre 2021, et en particulier sur :

- Analyse et évaluation des mesures régionales, y compris les dispositions techniques, juridiques et financières nécessaires à leur mise en œuvre ;
- Organisation d'exercices régionaux ;
- Révision des scénarios de crise régionale de l'électricité pour la région de Penta en étroite collaboration avec le ENTSO-E et la Commission en ce qui concerne les méthodologies applicables
- En cas de crise électrique au sein de Penta, application du cadre convenu.

Interface entre l'évaluation de l'adéquation des ressources et la préparation aux risques

En complément de ce qui précède, les pays Penta travailleront également à l'interface entre les évaluations de l'adéquation des ressources et la préparation aux risques. Une première étape a été franchie grâce à l'étude Penta sur les améliorations méthodologiques de l'évaluation de l'adéquation des ressources (Methodological improvements of Resource Adequacy Assessment), qui a permis d'examiner les différences et les recoupements. Les pays Penta s'efforceront de combler les écarts existants entre l'analyse à long terme et la planification opérationnelle à court terme, la prise de décision technique et politique, ainsi qu'entre les pays. Plus précisément, les pays Penta ont l'intention d'aider au développement d'outils analytiques et de procédures pour l'échange d'informations et la prise de décision, en impliquant étroitement les ministères, les GRT, les autorités de régulation, ainsi que l'ACER, l'ENTSO-E, l'EU DSO et les centres de sécurité régionaux situés dans la région Penta (à savoir Coreso et TSCNet).

Intégration des marchés

Le Forum pentalatéral de l'énergie a deux décennies d'expérience en matière d'intégration des marchés. Au cours de cette période, le Penta a été le témoin et le moteur de grands changements dans le paysage politique, les étapes les plus importantes étant l'introduction du couplage des marchés basé sur les flux, d'abord dans la région de Penta, et maintenant dans une plus grande partie de l'Europe continentale.

Promouvoir une conception du marché à l'épreuve du temps

Ces dernières années, le travail sur l'intégration des marchés au sein de Penta s'est élargi en termes d'accents et de sujets abordés. Les ministres Penta ont fermement inscrit l'hydrogène à l'ordre du jour national et européen en tant qu'élément clé nécessaire à l'intégration des systèmes et des marchés. Le SG4 nouvellement créé contribue activement au développement d'un marché européen intégré de l'hydrogène.

Le Forum pentalatéral de l'énergie vise également à contribuer à l'intégration des énergies renouvelables et au développement d'un futur système électrique décarbonisé, dans lequel les marchés intégrés jouent un rôle crucial. Plus récemment, deux études ont été réalisées : « Vision 2050 » et « Flexibilité ». Ces études ont été menées dans le cadre du groupe de soutien 3 (SG3) sur le futur système électrique et serviront de base aux travaux futurs du Forum Penta.

Le rapport Vision 2050 compare les scénarios nationaux de décarbonation et propose des éléments de base pour une vision politique commune du futur système électrique. Ces éléments constitutifs décrivent les éléments nécessaires au développement efficace d'un futur système électrique. Les pays du Penta poursuivront leurs travaux sur le projet « Vision 2050 » en rédigeant une déclaration politique qui contiendra une vision commune du futur système énergétique intégré.

Pour développer ce système électrique futur, les pays du Penta reconnaissent la nécessité d'une conception de marché à l'épreuve du temps et échangeront activement sur l'amélioration et la mise en œuvre de la réglementation du marché de l'électricité, tout en soulignant les domaines dans lesquels des travaux supplémentaires sont nécessaires. Sur la base de leur expérience passée, les pays du Penta travailleront ensemble pour mettre en évidence les gains de bien-être liés à l'adoption d'une approche intégrée et fondée sur le marché dans le cadre des questions politiques susceptibles de se concrétiser. Ils continueront également à organiser des échanges techniques et des projets qui contribuent à la mise en œuvre effective des politiques énergétiques dans les régions du Penta.

Flexibilité

Le rapport sur la flexibilité (« Flexibility ») a fourni des informations supplémentaires sur l'état actuel et futur de la flexibilité dans la région. Il décrit les besoins et les sources de flexibilité en 2030/40/50, sous l'effet de l'intégration des énergies renouvelables, et montre que la coopération peut permettre de dégager des synergies importantes entre les pays, réduisant ainsi les besoins globaux en matière de flexibilité. Le rapport fournit également des recommandations importantes sur la manière de promouvoir la flexibilité dans la région et des mesures potentielles pour améliorer la flexibilité des acteurs du marché. Par conséquent, les pays Penta:

- Vont échanger sur l'harmonisation des produits non normalisés tels que les services de réseau (par exemple, redispaching et mesures correctives topologiques).
- Vont échanger sur la manière de faciliter la contribution d'un comportement flexible des acteurs du marché à l'équilibre du système énergétique via les marchés de gros et à l'exploitation des réseaux électriques d'une manière sûre et stable.
- Vont suivre le développement des exigences techniques pour la demande supplémentaire d'électricité (par exemple les pompes à chaleur et d'autres sources de flexibilité) afin de garantir l'interopérabilité pour que la demande supplémentaire d'électricité soit réellement flexible.
- Collaborer à la mise en œuvre des dispositions relatives à la flexibilité dans la législation européenne à venir, comme la réforme du marché de l'électricité et le code de réseau sur la réponse côté demande. Dans la mesure du possible, les pays du Penta s'efforceront de prendre en compte les besoins de flexibilité de la région lors de l'élaboration de la politique nationale.

Efficacité énergétique

Le Forum pentalatéral de l'énergie (Penta) reconnaît l'importance d'améliorer continuellement l'efficacité énergétique suivant le principe de primauté de l'efficacité énergétique, comme moyen de réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles et d'atténuer l'ampleur du défi que représente la transition énergétique. À cet égard, le Penta considère qu'il est important d'économiser l'énergie et de flexibiliser la demande d'énergie. Les pays du Penta ont échangé sur la mise en œuvre de l'obligation de réduction de la demande d'électricité imposée par la législation de l'UE pour l'hiver 2022/2023.

Les pays du Penta continueront à travailler ensemble en échangeant sur la mise en œuvre de la nouvelle directive sur l'efficacité énergétique (UE) 2023/1791 et sur les meilleures pratiques en matière d'économies d'énergie.

Décarbonation

Comme décrit ci-dessus, et sur la base des travaux antérieurs sur la Vision 2050, les pays du Penta continuent à travailler à une vision politique commune sur un système électrique décarbonisé, qui devrait être réalisé dès que possible et idéalement d'ici 2035. Les pays du Penta travailleront ensemble pour continuer à développer les énergies renouvelables et à faire prendre conscience de l'importance de la flexibilité pour évoluer vers un système électrique entièrement décarboné sans perdre la sécurité de l'approvisionnement. Les pays du Penta reconnaissent pleinement l'importance d'une meilleure coopération régionale et s'efforcent de l'améliorer afin d'exploiter les synergies et d'obtenir des gains d'efficacité. Les pays du Penta étudieront la valeur ajoutée d'une coopération régionale supplémentaire sur l'intégration des énergies renouvelables, la planification des réseaux, la connexion entre l'offshore et l'onshore (en coopération avec la North Seas Energy Cooperation) et le traitement d'autres questions ayant un impact transfrontalier qui peuvent se poser lors de la transition vers un système électrique décarbonisé.

Hydrogène

En 2020, un groupe de soutien dédié à l'hydrogène a été créé dans le but de faire progresser les travaux et la coopération étroite de Penta dans le domaine de l'hydrogène. Le SG4 se concentre sur l'évolution de la réglementation et du marché en vue du déploiement de l'hydrogène dans les pays du Penta, en relation avec le cadre national, européen et international. Sur la base de la déclaration politique sur le rôle de l'hydrogène dans la décarbonation du système énergétique en Europe signée en 2020 et des développements récents, notamment REPowerEU et le rapport de l'AIE intitulé « A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas », les pays du Penta échangent des informations et définissent des positions communes sur la future conception du marché pour les développements en vue du déploiement de l'hydrogène. En particulier, le SG4 continuera à travailler sur le développement de la certification de l'hydrogène, l'infrastructure émergente de l'hydrogène dans la région Penta et les mesures nécessaires pour développer les interconnexions transfrontalières. Il suivra également les progrès de la mise en œuvre des stratégies de l'hydrogène des pays Penta en examinant le développement de la réglementation, les mécanismes de soutien, les investissements, l'évolution de l'offre et de la demande, le commerce, entre autres.

1.4.2 North Seas Energy Cooperation - Coopération régionale dans le domaine des énergies renouvelables en mer

Luxembourg fait partie de la région de la mer du Nord, qui dispose d'un important potentiel en matière d'énergies renouvelables. Le déploiement de l'énergie éolienne en mer va jouer un rôle de plus en plus important dans la réalisation des objectifs énergétiques et climatiques de l'Europe. La stratégie de l'UE en matière d'énergie offshore a fixé l'objectif ambitieux d'une capacité installée de 300 GW pour l'énergie éolienne offshore et de 40 GW pour l'énergie marine d'ici à 2050. De plus, le plan d'action de l'UE en matière

d'énergie éolienne présenté le 24 octobre 2023 prévoit pour l'énergie éolienne en général une capacité installée de 500 GW en 2030. Le 19 janvier 2023, la Coopération énergétique de la mer du Nord (NSEC) a facilité l'élaboration d'un accord non contraignant sur les objectifs de production d'énergie renouvelable en mer en 2050 avec des étapes intermédiaires en 2040 et 2030 pour le corridor prioritaire des réseaux en mer du Nord dans le cadre du règlement RTE-E. Les objectifs pour le corridor de réseau offshore prioritaire NSOG sont de 60,3 GW en 2030, entre 134,9 et 158 GW en 2040, et entre 171,6 et 218 GW en 2050. Cela représente un changement d'échelle significatif pour le secteur offshore, le déploiement des énergies renouvelables et le développement stratégique intégré de l'offshore. Les prix élevés de l'énergie, par exemple en 2022, et les événements géopolitiques qui menacent le système énergétique européen ont mis en évidence l'impératif d'accélérer le déploiement des capacités nationales de production d'énergie renouvelable et des réseaux de transmission en mer au niveau régional le plus rapidement possible, améliorant ainsi de manière significative la sécurité énergétique.

Luxembourg collabore avec les autres pays du NSEC pour identifier, analyser et réaliser des possibilités de projets de coopération concrets. Le NSEC est une initiative de coopération régionale volontaire, bottom-up, orientée vers le marché, établie en 2016, qui vise à :

- Créer des synergies ;
- Éviter les incompatibilités entre les politiques nationales ;
- Partager les connaissances sur les bonnes pratiques internationales ;
- Favoriser les stratégies communes lorsque cela est possible et bénéfique.

Les ministres responsables de l'énergie se réunissent régulièrement dans le cadre du NSEC. En 2023, le NSEC sera composé de la Belgique, du Danemark, de la France, de l'Allemagne, de l'Irlande, du Luxembourg, des Pays-Bas, de la Norvège et de la Suède, avec la participation de la Commission européenne. Le 18 décembre 2022, les ministres de l'énergie des pays nordiques et le commissaire européen à l'énergie ont signé un protocole d'accord sur la coopération avec le Royaume-Uni dans le domaine des énergies renouvelables en mer. L'établissement de ce protocole d'accord a été prévu par l'accord de commerce et de coopération entre l'Union européenne et le Royaume-Uni du 30 décembre 2020, s'appuie sur le NSEC et est distinct mais complémentaire du cadre du NSEC.

Pour le secteur de l'éolien en mer, il est essentiel d'offrir un environnement d'exploitation prévisible et stable à long terme afin de faciliter les investissements à long terme et de poursuivre la réduction des coûts. À cette fin, les obstacles existants doivent être supprimés et des conditions d'investissement attrayantes doivent être créées. Les membres du NSEC travaillent ensemble pour apporter une contribution importante à la réalisation de ces objectifs grâce à un échange régulier d'expertise axé sur plusieurs sujets au sein des quatre groupes de soutien (SG) du NSEC :

- SG1 : développement de projets hybrides et communs ;
- SG2 : autorisations, planification de l'espace maritime et considérations environnementales ;
- SG3 : cadres de financement et de soutien ;
- SG4 : planification à long terme du réseau et des infrastructures.

Pour que chaque groupe de soutien atteigne son objectif, les échanges entre les groupes de soutien et au sein de ceux-ci sont fortement encouragés et supervisés au niveau des coordinateurs penta. Les exemples suivants illustrent cette démarche : les ports (SG1 et SG4), la planification de l'espace maritime et la planification du réseau (SG2 et SG4), et la manière dont les critères non tarifaires peuvent renforcer l'innovation sur des défis clés pour un déploiement accéléré, rentable et responsable de l'énergie éolienne en mer (SG1, SG3 et SG4). Enfin, les groupes de soutien travaillent en étroite collaboration avec d'autres forums internationaux, tels que

le Pentilateral Energy Forum et le Clean Industrial Forum, en ce qui concerne la planification des réseaux terrestres, les accords de marché et l'engagement des parties prenantes.

Développement de projets hybrides et communs

Le SG1 du NSEC sert de plateforme pour collaborer sur des concepts de projets potentiels d'éoliennes en mer et sur une infrastructure électrique coordonnée, y compris l'infrastructure de transmission. L'activité du groupe s'est intensifiée à mesure que les pays du NSEC ont lancé davantage de projets conjoints et hybrides en mer du Nord, afin de faciliter les discussions techniques et ministérielles et le partage des meilleures pratiques au fur et à mesure de l'avancement des projets.

Outre les projets communs sur l'éolien en mer, qui seront connectés et soutenus par plusieurs pays, le groupe de soutien travaille également sur d'éventuelles solutions « hybrides » qui utilisent des options transfrontalières pour connecter les parcs éoliens en mer à plus d'un marché de l'électricité et créer des synergies entre les pays, ainsi que sur les dispositions correspondantes de l'UE et des marchés nationaux.

Par conséquent, les membres du SG1 développent des opportunités de collaboration sur des projets hybrides ainsi que sur d'éventuels obstacles juridiques, réglementaires et commerciaux. Le SG1 continuera à travailler sur les obstacles et les étapes des projets hybrides et conjoints, qui peuvent être abordés au niveau national et régional. En outre, la collaboration continuera à fonctionner comme un forum de réflexion sur la manière de travailler sur les questions liées aux processus législatifs au niveau de l'UE et au niveau national.

Autorisations, planification de l'espace maritime et considérations environnementales

Pour atteindre nos objectifs en matière d'énergie et de climat au sein de l'UE, il est nécessaire d'accélérer les procédures de planification et d'autorisation au niveau européen et national, et en même temps de mieux comprendre les limites écologiques possibles du développement éolien à grande échelle dans les mers du Nord et les impacts sur les autres utilisateurs de la mer. SG2 a dressé un inventaire des tensions spatiales des développements de parcs éoliens offshore à l'horizon 2030 à l'échelle de la mer régionale. Les prochaines étapes consisteront à mieux définir les tensions écologiques et les menaces potentielles pour le développement et à définir des stratégies spatiales pour éviter ou atténuer ces menaces. Afin d'améliorer les connaissances et de soutenir le déploiement de l'énergie éolienne en mer du Nord, les pays de la mer du Nord continueront à coopérer étroitement en matière d'aménagement de l'espace maritime, de recherche environnementale et d'évaluation de l'impact cumulé des parcs éoliens entre les autorités responsables de l'énergie, de l'aménagement de l'espace maritime et de l'environnement.

Cadres de financement et d'appui

Les appels d'offres offshore sont un sujet central pour les cadres de financement et de soutien. Les membres du NSEC coordonnent les appels d'offres offshore en partageant les informations relatives aux calendriers des appels d'offres nationaux dans le cadre du SG3. Au sein du groupe de travail, les pays échangent également des bonnes pratiques concernant la conception des appels d'offres, le soutien sans subvention, les éléments de conception favorisant l'intégration des systèmes et des secteurs, ainsi que les régimes de connexion au réseau. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il devient de plus en plus important de mettre en œuvre des projets conjoints.

C'est pourquoi le groupe se penche également sur les possibilités de financement de projets offshore transfrontaliers communs, notamment par l'intermédiaire d'instruments financiers de l'UE tels que le mécanisme Connecting Europe Facility et le mécanisme de financement de l'Union pour les énergies renouvelables. Enfin, les accords d'achat d'électricité (AAE) jouent un rôle de plus en plus important dans le financement des projets offshore. Les pays se pencheront sur les problèmes, les obstacles et les solutions pour

une adoption plus large des AAE. En outre, le groupe échange sur le démantèlement, l'extension de la durée de vie et la réalimentation en énergie des parcs éoliens.

L'objectif de ces échanges est également de développer et de discuter conjointement des idées concernant l'avenir à moyen terme du système énergétique offshore en termes de capacité installée, par exemple par le biais de calendriers d'appels d'offres coordonnés.

Delivering 2050 : planification à long terme du réseau et de l'infrastructure

Le SG4 du NSEC travaille avec l'ENTSO-E pour fournir et coordonner les contributions au plan de développement du réseau offshore pour les réseaux offshore des mers du Nord dans le cadre du règlement RTE-E de l'UE. En outre, le SG4 vise à élargir la discussion sur la planification à long terme du réseau afin d'inclure également le développement précoce et l'augmentation de la production et du transport de l'hydrogène vert en mer, ainsi que son rôle potentiel dans un système énergétique de la mer du Nord de plus en plus interconnecté. L'hydrogène vert jouera un rôle important dans la décarbonation de notre système énergétique. Le Power-to-x, et en particulier l'hydrogène, jouera un rôle clé en apportant la flexibilité là et quand elle est nécessaire. La demande d'hydrogène devrait croître de manière significative, surtout après 2030, en raison de son potentiel en tant que vecteur d'énergie stockable et en tant que combustible et matière première pour les activités difficiles à électrifier. Plusieurs pays NSEC ont annoncé des objectifs de production d'hydrogène vert à terre et en mer. Dans le cadre du SG4, les pays NSEC échangeront leurs premières expériences avec l'hydrogène en corrélation avec l'éolien offshore, et échangeront des connaissances sur les infrastructures de transport, le développement des énergies renouvelables et la production Power-to-x offshore. Ils travailleront ensemble pour fournir des informations sur la production d'hydrogène en mer, pour discuter du déploiement de l'électrolyse et pour accroître les synergies entre la planification à long terme du réseau en mer et du réseau d'hydrogène. Dans tous les aspects de la planification des infrastructures à moyen et long terme, le SG4 souligne l'importance d'un large engagement dans ce processus de planification avec les États membres et les parties prenantes concernées, y compris l'industrie et les ONG, afin d'anticiper et d'éliminer les goulets d'étranglement de la chaîne d'approvisionnement (par exemple, le développement et la disponibilité des ports) dans le déploiement et l'accélération de la mise en place de notre système énergétique en mer du Nord. Cela est étroitement lié à l'importance de préserver la sécurité des infrastructures critiques offshore et sous-marines, ainsi que l'approvisionnement en matières premières essentielles, par l'intermédiaire de l'innovation et d'une meilleure circularité.

2 Objectifs généraux et objectifs spécifiques nationaux

2.1 Dimension "décarbonation"

2.1.1 Émissions et absorptions de GES

Faisant suite à l'adoption du plan national intégré en matière d'énergie et de climat pour la période 2021-2030 (PNEC) en mai 2020, la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat a posé la base légale de la politique climatique du Grand-Duché de Luxembourg. La loi relative au climat fixe notamment les objectifs climatiques nationaux, à savoir :

- l'objectif à long terme de la **neutralité climatique** qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes » au Luxembourg **d'ici 2050 au plus tard** ; et
- l'objectif intermédiaire qui consiste à **réduire de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 les émissions de gaz à effet de serre attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842⁶** (hors émissions gouvernées par le système d'échange de quotas d'émissions de l'UE).

Ainsi, l'objectif climatique national à l'horizon 2030 dépasse la contribution contraignante demandée au Luxembourg en vertu du règlement (UE) 2018/842 modifié, qui retient un objectif de réduction de 50% pour le Luxembourg. Le Luxembourg n'est donc pas tenu d'ajuster son objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 dans le cadre de la révision du PNEC.

La loi précitée stipule également que des **objectifs climatiques sectoriels** sont fixés, par voie de règlement grand-ducal, pour cinq secteurs couvrant l'intégralité des émissions de GES attribuées au niveau national et dont la délimitation est définie avec précision par la loi :

1. Industries de l'énergie et manufacturières, construction ;
2. Transports ;
3. Bâtiments résidentiels et tertiaires ;
4. Agriculture et sylviculture ;
5. Traitement des déchets et des eaux usées.

Le règlement grand-ducal du 22 juin 2022⁷ détermine les allocations d'émissions annuelles des 5 secteurs pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030, de sorte que les émissions de ces secteurs diminuent de manière régulière et continue selon le mécanisme visé à l'article 4 du règlement (UE) 2018/842 et atteignent l'objectif climatique national de -55% en 2030.

⁶ Règlement (UE) 2018/842 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les États membres de 2021 à 2030

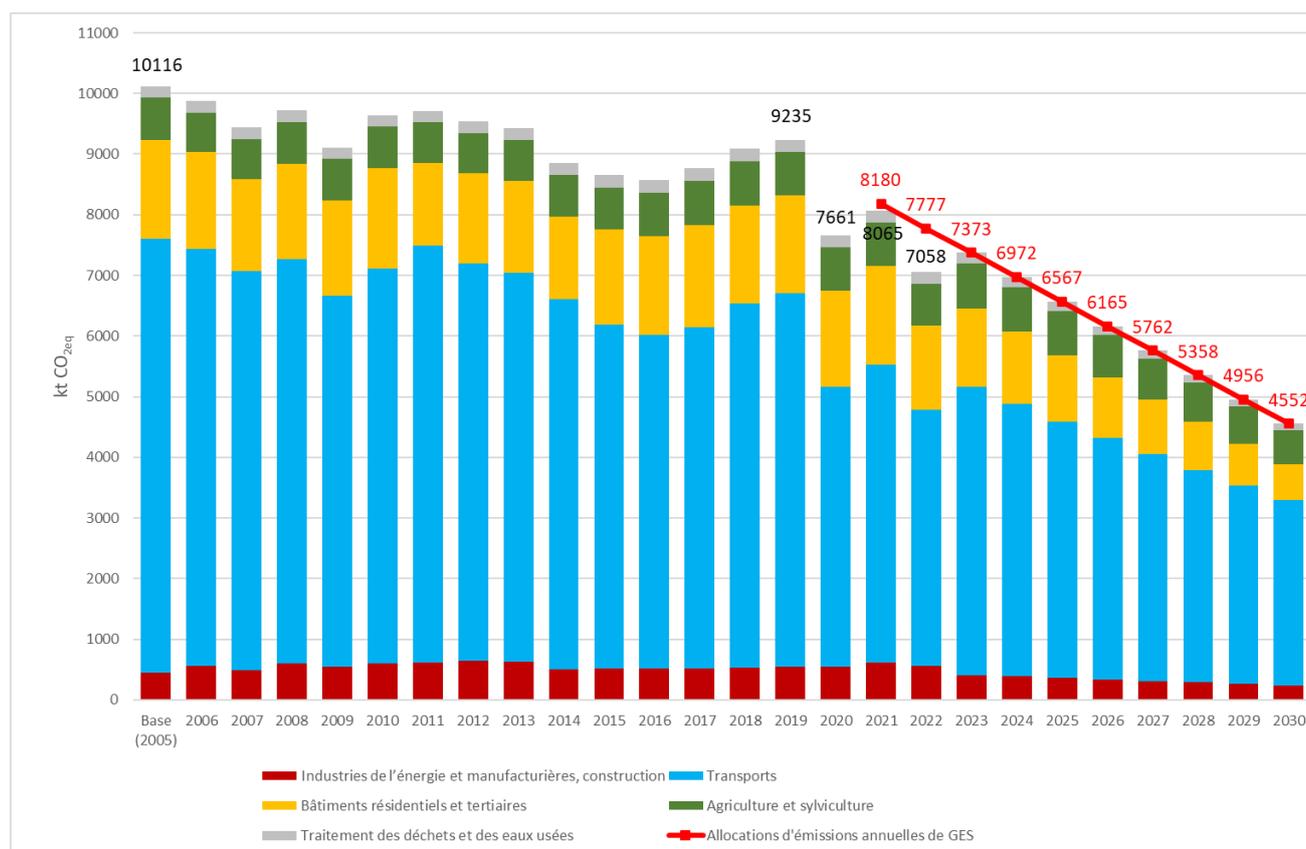
⁷ Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 des secteurs visés à l'article 5 de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat

Tableau 1 : Allocations d'émissions annuelles de GES pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030

[Milliers de tonnes CO ₂ eq (AR5)]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	455	431	408	384	360	337	313	289	266	242
Transports	5279	5018	4757	4494	4228	3986	3747	3504	3271	3053
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1497	1396	1295	1195	1094	993	893	792	691	590
Agriculture et sylviculture	760	752	742	736	731	704	672	645	609	556
Traitement des déchets et des eaux usées	189	180	171	163	154	145	137	128	119	111
TOTAL	8180	7777	7374	6971	6568	6164	5761	5358	4955	4552

Les allocations d'émissions annuelles de GES sont exprimées sur base des valeurs pour les potentiels de réchauffement planétaire retenues au Cinquième Rapport d'Evaluation du GIEC (Fifth Assessment Report (AR5), 2014).

Figure 1 : Allocations d'émissions annuelles de GES pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (avec émissions historiques de 2005 à 2022)



Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024) ; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030

Conformément au règlement (UE) 2018/841⁸ modifié et afin de consolider les puits de carbone en vue de la neutralité climatique visée d'ici 2050 au plus tard, le Grand-Duché de Luxembourg renforce ses **objectifs en matière d'absorptions nettes de gaz à effet de serre dans le secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF)** (« Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) ») pour la période 2026-2030. L'objectif pour 2030 consiste à accroître l'absorption nette de -27 kt CO_{2eq} par rapport à la moyenne des absorptions nettes pour les années 2016, 2017 et 2018, ce qui, à titre d'information et sur base des données déclarées dans l'inventaire présenté en 2020, mènerait à une absorption nette totale de -403 kt CO_{2eq} en 2030. Pour la période 2026-2029, un volume d'absorption à respecter sera établi en 2025 sur la base d'une trajectoire linéaire débutant en 2022 à la moyenne des absorptions nettes pour les années 2021, 2022 et 2023 et aboutissant à l'objectif 2030.

⁸ Règlement (UE) 2018/841 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif à la prise en compte des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie dans le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030

2.1.2 Energies renouvelables

Objectifs généraux

- **Développement des énergies renouvelables sur le territoire national :**
 - Augmentation de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par rapport au PNEC 2020 de 25 % en 2030 à 37 % suite au « Green Deal », au « Fit for 55 », au « REPowerEU » et à la révision de la directive 2018/2001 relative aux énergies renouvelables par la directive 2023/2413 du 18 octobre 2023 qui porte l'objectif global de l'Union en matière d'énergie renouvelable à 42,5 % afin d'accélérer considérablement le rythme actuel de déploiement des énergies renouvelables ;
 - Déploiement ambitieux de l'éolien, du solaire, des pompes à chaleur et de l'électromobilité au Luxembourg.
- **Mesures de coopération :**
 - Recours annuel au mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union Européenne comme instrument de référence ;
 - Conclusion ponctuelle d'accords de coopération avec d'autres États-membres en vue de promouvoir notamment des projets novateurs comme les projets éoliens offshore flottants, les infrastructures énergétiques nécessaires pour le transport des énergies renouvelables (électrons et molécules) et le développement de la chaîne de valeur (de la production à la consommation) de l'hydrogène et de ses dérivés renouvelables (carburants synthétiques et renouvelables d'origine non-biologique, les *dénommés « RFNBO »*).
- **Scénario avec mesures additionnelles :**
 - En 2030, l'électricité renouvelable produite sur le territoire atteindra prévisiblement 39 % dans la consommation finale d'électricité et ensemble avec les mesures du mécanisme de financement de l'Union européenne, cette part atteindra 75 % (en 2030) et passera à 100 % en 2035 (objectif de décarbonation de l'AIE).
 - L'éolien devra nettement dépasser la production projetée du PNEC 2020 (674 GWh) pour atteindre 1043 GWh en 2030.
 - L'objectif ambitieux de 1112 GWh prévu pour le photovoltaïque en 2030 dans le PNEC 2020 pose un défi au regard de l'interruption des chaînes de production dans le domaine de la réalisation d'installations photovoltaïques mais est maintenu comme objectif à atteindre grâce à des mesures nouvelles et additionnelles.
 - En 2030, la chaleur/froid renouvelable produite sur le territoire atteindra 40 % dans la consommation finale de ce secteur avec notamment un rôle accru pour les pompes à chaleur et les réseaux de chaleur efficaces.
 - **Le scénario avec les mesures additionnelles** tient compte de l'objectif des 42,5 % d'énergies produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de l'Union en 2030 repris dans la directive 2023/2413 et vise par conséquent une augmentation de la part de 25 % à 37 % au niveau national d'ici 2030. Il implique la nécessité de mesures additionnelles, tant sur le plan national à travers une offensive solaire encore plus poussée et des mesures de coopération européennes avec des quantités plus importantes.

Objectifs spécifiques nationaux

- **Electricité renouvelable**
- **Photovoltaïque**
 - Continuation des appels d'offres avec une augmentation des volumes pour les grandes installations photovoltaïques :
 - Appels d'offres annuels réguliers avec primes de marché ;
 - Appels d'offres ciblés pour les entreprises avec des aides à l'investissement en mettant l'accent sur l'autoconsommation ;
 - Appel d'offres dit « agrivoltaïque » visant l'installation de panneaux photovoltaïques dans le milieu agricole en vue d'assurer une exploitation agricole continue et une amélioration de la qualité écologique de la surface concernée (projet-pilote à évaluer en vue d'une mise en œuvre régulière de cet instrument) ;
 - Introduction d'un standard solaire pour les nouveaux bâtiments, combiné à une aide ciblée pour les ménages à faibles revenus.
 - Adaptation des régimes d'aides pour les petites et moyennes installations en gardant l'accent sur leur attractivité ;
 - Mise en place d'un régime de préfinancement des subventions pour les petites installations ;
 - Augmentation de l'autoconsommation dans le secteur résidentiel et des entreprises ;
 - Information et sensibilisation des citoyens et des entreprises ;
 - Mise à jour et amélioration continue de l'outil du cadastre solaire ;
 - Elaboration de recommandations pour uniformiser et faciliter les procédures d'autorisation, respectivement supprimer la nécessité d'une autorisation de construire ;
 - Mise en place d'un instrument de visualisation des possibilités de l'autoconsommation.
- **Eolien**
 - Possibilité d'autorisation de nouveaux sites pour l'implantation d'éoliennes en recourant à des technologies nouvelles pour la protection et la détection des oiseaux et des chauves-souris ;
 - Identification et abolition de barrières au développement de l'énergie éolienne (p.ex. installations d'éoliennes à proximité de zones d'activités économiques et le long d'infrastructures de transport) ;
 - Promotion de grandes installations en recourant notamment au « repowering » des anciennes installations ;
 - Facilitation et accélération des procédures d'autorisation ;
 - Suivi des actions et instruments du plan d'action de l'UE en matière d'énergie éolienne ;
 - Possibilité de participation dans le capital des sociétés développant l'énergie éolienne pour les citoyens et les communes.
- **Biomasse solide / Biogaz**
 - Recours au bois durable de la Grande Région, principe de l'utilisation en cascade ;
 - Mise en œuvre de la stratégie biogaz, stratégie élaborée en 2022 et publiée en 2023, tel que prévu par le PNEC 2020 avec notamment la promotion accrue de l'utilisation des effluents d'élevage locaux ;
 - Promotion des réseaux de chaleur alimentés par la chaleur renouvelable issue des centrales de biogaz ;

- Promotion de la sensibilisation et de la formation des exploitants dans le secteur du biogaz ;
 - Mise en œuvre et adaptation des critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, notamment suite aux dispositions de la directive 2023/2413/UE.
- **Chaleur renouvelable**
 - **Pompes à chaleur**
 - Accélération du déploiement des pompes à chaleur dans le secteur résidentiel et tertiaire ;
 - Maintien des incitatifs financiers pour soutenir le déploiement des pompes à chaleur ;
 - Facilitation des procédures d'autorisation pour les pompes à chaleur géothermiques.
 - **Géothermie**
 - Accélération du déploiement des installations pour utiliser la géothermie superficielle (jusqu'à 400 m de profondeur) en combinaison avec des pompes à chaleur par la réévaluation régulière et, le cas échéant l'adaptation des incitatifs financiers ;
 - Exploitation du potentiel de la géothermie de profondeur moyenne (400 – 2000 m) pour décarboner le secteur de la chaleur. En vue de la réalisation de premiers projets pilotes, le service géologique a mené une étude sismique au sud du pays pour affiner le potentiel dans cette région. Des forages d'exploration seront réalisés afin de vérifier les potentiels locaux ;
 - Mise à disposition d'outils et de sources d'informations sur la géologie nationale afin de faciliter la planification et le dimensionnement d'installations géothermiques.
 - **Réseaux de chaleur**
 - Développement des réseaux de chaleur industriels et urbains à partir de chaleur renouvelable et fatale et mise en place d'une législation favorable à leur développement ;
 - Adaptations des incitatifs financiers pour tenir compte des réseaux de chaleur à basse température (anergie) ;
 - Mise en place d'un cadre légal favorisant la mise en place de réseaux de chaleur efficaces ;
 - Promotion des réseaux de chaleur et de froid efficaces par la mise à disposition d'un outil de planification informatique.
 - **Transport**
 - Augmentation de la part renouvelable (prévue par la directive 2023/2413) dans le secteur des transports en vue de l'objectif et des sous-objectifs de 2030 ;
 - Déploiement accentué de l'électromobilité (rail, tram et mobilité individuelle) ;
 - Continuation de l'utilisation de biocarburants avancés, biocarburants et bioliquides et de l'hydrogène ainsi que ses dérivés renouvelables pour les véhicules difficiles à électrifier (par exemple les « *RFNBO* » donc carburants synthétiques et renouvelables d'origine non-biologique) ;
 - ReFuelEU Aviation, prévoyant une trajectoire pour les carburants d'aviation durables (SAF) avec, à partir de 2030, des sous-objectifs pour les carburants d'origine biologique et les carburants synthétiques produits à partir d'hydrogène renouvelable.

- **Hydrogène**

- Mise en œuvre des sept mesures de la stratégie hydrogène, stratégie élaborée et publiée le 27 septembre 2021, tel que prévu par le PNEC 2020 et d'une mise à jour de la stratégie à courte échéance ;
- Préparer le terrain pour le déploiement d'une infrastructure de transport (et de transit) de l'hydrogène notamment par la mise en place d'une législation structurée et par la continuation des études infrastructurelles régionales et européennes ;
- Développement et lancement d'instruments de soutien à la production et la consommation de l'hydrogène renouvelable et dans une première phase soutien de projets pilotes.

2.1.2.1 PNEC – version actuelle

Le Conseil de gouvernement a adopté le 20 mai 2020 la version initiale du Plan national climat et énergie (PNEC). Ce plan décrit les politiques et mesures permettant d'atteindre les objectifs nationaux ambitieux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (-55 %), d'une quote-part minimale d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du Luxembourg (25 %) et d'une amélioration de l'efficacité énergétique, c.-à-d. d'une réduction de la consommation d'énergie de 40 à 44 % à l'horizon 2030. Il constitue dès lors une feuille de route qui sera mise en pratique par l'adoption de lois et règlements, de programmes et de projets dans les domaines spécifiques.

Le projet du PNEC a été adopté pour la période 2021 - 2030 par le Gouvernement en conseil en sa séance du 7 février 2020 et soumis à une consultation publique du 12 février au 29 mars 2020 inclus. Dans le cadre de la consultation publique, 328 citoyennes et citoyens ont fait parvenir des commentaires et propositions. S'y ajoutent 30 acteurs et groupements institutionnels de la société civile organisée, ainsi que des organisations patronales et salariales qui ont soumis leurs avis.

La grande majorité des intéressés a salué le niveau d'ambition général du PNEC. Dans les commentaires et propositions plus détaillés, les citoyens et groupements se sont principalement référés à des questions de mise en œuvre du PNEC. Dans la mesure du possible, des adaptations au PNEC ont été réalisées par la suite et le Conseil de gouvernement a retenu de tenir compte des commentaires et propositions lors de l'élaboration des règlements, programmes et projets dans les domaines spécifiques du PNEC entre 2020 et 2030.

Depuis l'adoption de la version initiale, le monde a dû faire face à de multiples crises, notamment la crise sanitaire et la crise liée à la situation de guerre en Ukraine. En général, le PNEC peut être considéré comme un élément clé du paquet de relance économique pour donner suite à la crise sanitaire permettant de faire face à la menace pressante et urgente du changement climatique. Le PNEC soutient l'économie nationale et permettra de libérer d'importants potentiels pour renforcer le lien entre la transition énergétique et la politique climatique d'une part et le développement économique d'autre part.

Les ambitions du PNEC initial (ci-après PNEC 2020) par secteur sont reprises dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Parts sectorielles des énergies renouvelables selon le scénario cible de 25 % tel que défini dans le PNEC 2020

PNEC 2020	2017	2020	2025	2030	2035	2040
Part EnR, secteur électricité	8,1%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
Part EnR, secteur chaleur	8,1%	13,7%	19,9%	30,5%	35,8%	47,1%
Part EnR, secteur transports	6,4%	11,3%	18,4%	25,6%	40,4%	54,3%
Taux d'addition biocarburants	5,6%	7,7%	8,8%	10,0%	14,4%	18,7%
Part EnR totale – Production / consommation nationale	6,4%	9,4%	13,9%	19,6%	24,8%	31,9%
Part EnR totale – coopération EnR incluse	6,4%	11,8%	17,6%	25,0%	31,0%	39,3%

EnR : énergies renouvelables

2.1.2.2 Énergies renouvelables – Accélérer la transition vers les 100% renouvelables REPowerEU

La directive 2009/28/CE (remplacée au 30 juin 2021 par la directive 2018/2001/UE, qui a été modifiée entretemps par la directive (UE) 2023/2413 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023) prévoyait l'établissement par chaque État-membre d'un plan d'action en matière d'énergies renouvelables, le NREAP (National Renewable Energy Action Plan), qui définissait l'objectif national concernant la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et consommée dans la production d'électricité, dans le secteur des transports, dans le secteur de la chaleur et de refroidissement en 2020, en tenant compte des effets d'autres mesures liées à l'efficacité énergétique sur la consommation finale d'énergie. Cet objectif était fixé à 11 % pour le Luxembourg, et fut atteint avec une part de 11,7 %, grâce à un développement national soutenu ainsi que la conclusion d'accords de coopération avec l'Estonie et la Lituanie. De 2019 à 2020, la part de l'électricité renouvelable est passée de 10,9 % à 13,9 %, celle du transport de 7,7 % à 8 % (12,6 % suivant la méthode de calcul de la directive 2009/28/CE) et celle de la chaleur/froid de 8,7 % à 12,6 %. Les efforts et les politiques entrepris tout au long de la période 2010 à 2020 ont porté leurs fruits et ont également contribué à l'objectif global de l'Union européenne.

Pour 2021, le cap est maintenu et le Luxembourg a atteint, selon les modélisations STATEC/EUROSTAT, une part de 11,7 %.

Le PNEC de 2020 prévoyait un taux de 25 %, d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie pour 2030 mais depuis sa publication, la politique énergétique de l'Union européenne a connu différents changements, notamment par la présentation du paquet Fit for 55 de juillet 2021 visant à diminuer davantage les émissions de gaz à effet de serre, le plan REPowerEU de mai 2022 élaboré suite à la crise énergétique, et surtout la refonte de la directive 2018/2001 par la directive 2023/2413 publiée le 31 octobre 2023, qui ont pour conséquence que les objectifs de l'Union européenne, et donc nationaux, ont dû être revus à la hausse.

Ainsi, l'objectif de l'Union européenne passera de 32 à 42,5% (objectif contraignant) avec un objectif dit « top-up » qui vise 45 % en 2030. Par conséquent, l'objectif spécifique du Luxembourg passe à 37 %, suivant les recommandations de la Commission européenne publiées le 18 décembre 2023.

À côté de l'objectif final, le Luxembourg devra respecter des seuils intermédiaires qui augmentent également, à savoir 22 % pour l'année 2025 et 28 % pour l'année 2027. Reste à noter que la part des énergies renouvelables ne pourra plus passer en dessous des 11 %, atteints dès 2020.

Les données les plus récentes publiées par EUROSTAT s'appliquent à l'année 2022 dont l'objectif était fixé à 13,52 %, et la part atteinte par le Luxembourg est de 14,36 %, . En 2021, cette part affichait 11,7 %. De 2021 à 2022, la part d'énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité est passée de 14,22 % à 15,94 %, celle dans le secteur du transport a augmenté de 7,96 % à 8,72 %, et celle dans le secteur de la chaleur/froid a augmenté de 12,90 % à 15,41 %.

Le Tableau 3 montre l'évolution suivant les différents secteurs et l'impact de la coopération européenne.

Tableau 3 : Parts des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie dans les différents secteurs de 2017 à 2022

EUROSTAT-SHARES	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Part EnR, secteur électricité %	8,1%	9,1%	10,9%	13,9%	14,2%	15,94%
Part EnR, secteur chaleur %	7,5%	8,5%	8,9%	12,7%	12,9%	15,41%
Part EnR, secteur transport (sans multiplicateurs)	5,4%	5,4%	7,0%	8,0%	8,0%	8,72%
Part EnR totale - production / consommation	5,9%	6,2%	7,0%	10,1%	9,9%	11,23%
Part EnR totale - Coopération EnR incluse	5,9%	8,6%	7,0%	11,7%	11,7%	14,36%

Source : EUROSTAT-SHARES

La période 2021 à 2030 est régie par la directive modifiée relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (2018/2001/UE), entrée en vigueur le 30 juin 2021

Pour le Luxembourg, la contribution nationale en vue de l'objectif global de l'Union de 42,5 % passe de 25 % (PNEC 2020) à 37 % en 2030.⁹

Cette augmentation nécessitera des efforts accrus notamment par un déploiement constant, voire accéléré et ciblé de l'éolien, des installations photovoltaïques tant dans les secteurs résidentiels, par un renforcement des obligations et incitatifs financiers pour les nouvelles bâtisses, industriels et tertiaires et le recours aux pompes à chaleur comme installation de chauffage de référence dans la bâtisse nouvelle et comme solution de décarbonation de la bâtisse existante à côté des réseaux de chaleur efficaces.

A côté des efforts nationaux, la coopération européenne reste un pilier important pour la réalisation des objectifs à court, moyen et long terme, que ce soit par des accords de coopération avec d'autres États (le Luxembourg a signé un tel accord avec le Danemark le 3 octobre 2022 pour la période 2021-2025) ou via le mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'UE (REFM). Le Luxembourg estime que cet instrument deviendra un instrument de référence pour le développement de la coopération européenne en matière des énergies renouvelables vu la taille du territoire national et le potentiel national limité. Le Luxembourg restera en première ligne pour participer à ces appels à candidatures organisés par la Commission européenne et a participé aux trois appels à candidatures depuis le lancement du premier REFM en 2021.

⁹ Évaluation à l'échelle de l'UE des projets mis à jour de plans nationaux en matière d'énergie et de climat – tableau 2 - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023DC0796>

Tableau 4 : Évolution projetée des parts sectorielles pour atteindre les objectifs revus à la hausse du PNEC mise à jour

PNEC - mise à jour	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part EnR - secteur électricité %	14,2%	18,7%	21,4%	26,7%	30,0%	32,0%	33,7%	34,9%	36,8%	39,1%
Part EnR - secteur chaleur %	11,2%	15,4%	16,5%	23,7%	25,8%	28,9%	31,1%	33,8%	36,6%	40,1%
Part EnR - Transports * %	8,2%	8,5%	8,6%	9,2%	10,2%	12,2%	15,1%	18,6%	22,3%	27,1%
Part EnR globale - sans coopération %	9,3%	11,6%	12,4%	16,0%	17,6%	19,6%	21,3%	23,1%	25,3%	28,5%
Part EnR globale - avec coopération %	11,1%	14,7%	12,4%	16,0%	22,8%	24,2%	28,5%	28,5%	30,6%	37,6%
Trajectoire indicative et objectif global %	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	22,0%	11,0%	28,0%	11,0%	11,0%	37,0%

*avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE) – seuil minimal 27%

Les États membres sont également obligés à respecter tout au long de la période l'objectif spécifique national contraignant de 2020, à savoir 11 % pour le Luxembourg.

2.1.2.3 Secteur de l'électricité renouvelable

La production d'électricité renouvelable se base principalement sur trois technologies: l'éolien, le photovoltaïque et la biomasse. L'éolien et le photovoltaïque resteront les deux ressorts avec le potentiel le plus important.

Tableau 5 : Production d'énergie à partir de sources/technologies renouvelables dans le secteur de l'électricité renouvelable 2017 – 2022 - GWh :

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Hydro-électrique	98	104	104	104	104	99
Eolien	185	207	241	291	315	331
Photovoltaïque	108	119	130	161	180	276
Biomasse solide	52	95	160	266	285	268
Autres (biogaz, déchets renouvelables...)	121	124	119	108	105	91
Total EnR	565	649	754	930	989	1.065
Consommation - secteur électricité	7.077	7.117	6.945	6.697	6.954	6.685
Part Energies renouvelables	7,98%	9,11%	10,86%	13,89%	14,22%	15,94%

Source : EUROSTAT

Au cours de la période 2017 à 2022, la part de l'électricité renouvelable est passée de 7,98 % à 15,94 % selon EUROSTAT, notamment grâce à 3 grandes installations de cogénération basées sur la biomasse solide ou le bois de rebut et l'agrandissement du parc éolien et photovoltaïque. Il passe de 565 GWh produits en 2017 à 1.065 GWh en 2022. En 2019, la révision des aides opérationnelles pour les installations photovoltaïques, l'élargissement du cadre des bénéficiaires des tarifs d'injection entre 30 et 200 kW à toutes les personnes privées et entreprises (réservés auparavant aux sociétés coopératives), ainsi que les différents appels d'offres ont accéléré le déploiement des installations photovoltaïques. En 2021, 90 MW¹⁰ et en 2022, 40 MW en termes de puissance installée ont été raccordés, un record malgré les difficultés d'approvisionnement. La puissance

¹⁰ ILR - CHIFFRES CLÉS DU MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ 2021 - <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-998.pdf>

totale installée du photovoltaïque en 2022 était de 317 MW¹¹. D'après les premiers chiffres pour 2023, quelques 3.000 centrales ont pu être raccordées pour une puissance d'environ 78 MW.

L'année 2022 fut marquée par des crises sur les différents marchés de l'énergie ainsi que par des problèmes d'approvisionnement. Parmi les secteurs touchés on retrouve ceux de l'artisanat et de la construction. Afin d'éviter que la dégression des aides opérationnelles ait des effets pénalisants et dissuasifs pour des retards indépendants de la mise en œuvre des installations de la volonté des investisseurs, la dégression fut temporairement gelée pour les nouvelles centrales dont la première injection a eu lieu en 2023

Force est de constater que l'énergie éolienne et le photovoltaïque constituent les principaux moteurs de l'électricité renouvelable et il est impératif d'en accélérer leur développement. Les mesures détaillées sont reprises dans le chapitre des politiques et mesures. Afin d'accélérer davantage le déploiement de ces deux technologies et en vue de transposer l'article 15^{quater} ainsi que l'article 16^{bis} de la directive 2023/2413, il conviendra de désigner des zones d'accélération d'énergies renouvelables. Les procédures d'autorisations y seront accélérées et simplifiées. Des études seront menées afin d'identifier les zones potentielles qui pourront être désignées et des modifications législatives et réglementaires seront introduites à cette fin.

¹¹ ILR- CHIFFRES CLÉS DU MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ 2022 - <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-1129.pdf>

Tableau 6 : PNEC 2020 – Évolution projetée des technologies renouvelables du secteur de l'électricité renouvelable - GWh

PNEC 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hydroélectrique	94	95	95	96	97	98	98	99	100	100
Eolienne	228	245	288	333	382	436	492	552	613	674
Photovoltaïque	303	418	526	650	786	917	1014	1053	1085	1112
Biogaz*	66	68	70	73	70	77	82	88	91	93
Biomasse solide**	190	194	193	219	228	241	243	254	257	271
Production EnR – secteur électricité	881	1020	1172	1370	1563	1769	1930	2046	2146	2251
Consommation – secteur électricité	6317	6374	6449	6542	6656	6664	6669	6674	6682	6708
Part EnR – secteur électricité	13,9%	16,0%	18,2%	20,9%	23,5%	26,5%	28,9%	30,6%	32,1%	33,6%

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus : bois de rebut

Tableau 7 : PNEC mise à jour – Évolution projetée des technologies renouvelables du secteur de l'électricité renouvelable - GWh

Électricité renouvelable	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hydroélectrique	104	104	104	104	104	103	103	103	103	103
Eolien	315	330	430	511	699	800	867	903	962	1043
Photovoltaïque	180	316	390	480	580	680	780	890	1000	1112
Déchets renouvelables	43	43	44	45	46	47	48	49	49	50
Biogaz*	62	67	71	75	79	84	88	92	96	100
Biomasse solide**	285	285	290	540	554	568	582	596	610	624
Production EnR - secteur électricité	989	1145	1329	1755	2062	2282	2468	2633	2820	3032
Consommation - secteur électricité	6954	6120	6209	6564	6866	7129	7322	7538	7673	7756
Part EnR - secteur électricité	14,2%	18,7%	21,4%	26,7%	30,0%	32,0%	33,7%	34,9%	36,8%	39,1%

* y inclus: gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus: bois de rebut

Tableau 8 : Puissance installée des installations MW :

Électricité renouvelable	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hydroélectrique	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Eolien	136	143	187	222	304	348	377	393	418	453
Photovoltaïque	277	351	433	533	644	756	867	989	1111	1236
Déchets renouvelables	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Biogaz	11	12	12	13	12	13	14	14	15	16
Biomasse solide	35	35	36	70	72	74	75	77	79	81

On constate que grâce à l'apport de l'éolien suite à de nombreux projets de « *repowering* » et d'une troisième grande installation de cogénération à base de bois de rebut (environ 250 GWh d'électricité renouvelable produite), la production totale d'électricité à partir de sources renouvelables du PNEC mise à jour est de presque 35 % supérieure au PNEC 2020 pour 2030.

La consommation en électricité est également susceptible d'être plus importante, notamment en raison du déploiement des pompes à chaleur et par le principe de l'électrification générale du système énergétique pour décarboner notamment la mobilité et l'industrie, d'où l'importance que jouera également le volet de l'efficacité énergétique pour les bâtiments d'habitation et fonctionnels. La consommation finale en électricité du PNEC 2020 était estimée à 6.708 GWh pour 2030, la nouvelle modélisation de la consommation finale de l'électricité pour l'année 2030 montre une nette progression de la consommation en électricité à 7.756 GWh à cause des explications précitées et des hypothèses de croissance économique et démographique du Luxembourg jusqu'en 2030.

Au regard des efforts accrus que le Luxembourg entend déployer dans le domaine du développement des énergies renouvelables au niveau national, et malgré la progression de la consommation électricité projetée, le Luxembourg vise désormais un objectif de 39,1 % d'électricité renouvelable dans sa consommation finale d'électricité en 2030 qui constitue une progression nette vis-à-vis de l'objectif du PNEC 2020 (objectif PNEC 2020 : 33,6 %). La production totale d'électricité par des sources d'énergies renouvelables en 2030 sera donc nettement plus élevée que celle prévue par le PNEC 2020 (3.032 GWh au lieu de 2.251 GWh), soit une augmentation de 35 %.

2.1.2.4 Secteur de la chaleur renouvelable

Le secteur de la chaleur a connu une importante avancée au cours des dernières années, notamment en raison de grandes installations de biomasse solide ou de bois de rebut et ces dernières ont largement contribué à la réalisation des objectifs en général. Pour les particuliers l'acquisition de pompes à chaleur, de chauffage aux granulés de bois ou le raccordement à un réseau urbain est en partie financé par une revalorisation des aides à l'investissement, appelés *Klimabonus*, de sorte que la chaleur renouvelable trouvera également des repreneurs dans le secteur résidentiel.

D'un autre côté la consommation de chaleur a augmenté en 2021, par rapport à 2020, passant de 12.834 GWh en 2020 à 13.371 GWh (Source : Statec-Eurostat), mais a connu néanmoins une baisse significative en 2022 (11.424 GWh), année marquée par la crise énergétique.

La consommation de chaleur devrait baisser dans les prochaines années en raison des mesures prises que ce soit au niveau de réduction de la consommation de gaz, de l'assainissement énergétique des bâtiments résidentiels grâce aux aides allouées aux particuliers (*Klimabonus Wunnen*), ou le renforcement de l'accord

volontaire avec le secteur industriel. De plus amples détails se trouvent dans la rubrique 2.2. « Dimension "efficacité énergétique" ».

La production centralisée de chaleur englobe la chaleur qui est distribuée par des réseaux de chaleur aux utilisateurs finaux tandis que dans le système de production décentralisée, la chaleur est produite sur le lieu de consommation.

Tableau 9 : Production d'énergie à partir de sources/technologies renouvelables dans le secteur de la chaleur renouvelable 2017 – 2022 – GWh

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Consommation chaleur renouvelable	657	600	382	416	424	502
Production chaleur renouvelable	287	449	718	1162	1246	1198
Pompes à chaleur	29	37	44	49	54	61
Total énergies renouvelables	974	1.086	1.143	1.627	1.725	1.761
Total consommation secteur chaeur	12.928	12.816	12.943	12.834	13.371	11.424
Part énergies renouvelables	7,53%	8,48%	8,83%	12,67%	12,90%	15,41%

Source : EUROSTAT

Tableau 10 : PNEC 2020 - Évolution projetée de la production de chaleur à partir de sources renouvelables – GWh

PNEC 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biogaz*	125	129	133	138	133	146	155	168	172	176
Biomasse solide (centralisé)**	581	593	588	619	621	642	638	657	653	672
Biomasse solide (décentralisé)**	804	842	878	912	955	978	1005	1028	1059	1091
Panneaux solaires thermiques	69	80	90	101	115	127	141	156	173	190
Pompes à chaleur (PAC)	114	132	153	178	207	239	277	319	368	422
Consommation EnR – secteur chaleur	1.692	1776	1843	1948	2030	2133	2216	2328	2425	2551
Consommation – secteur chaleur	11505	11199	10883	10555	10223	9877	9519	9152	8775	8371
Part EnR - Chaleur - %	14,7%	15,9%	16,9%	18,5%	19,9%	21,6%	23,3%	25,4%	27,6%	30,5%

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus: bois de rebut

Les pompes à chaleur jouent un rôle important dans ce secteur, non seulement dans le secteur résidentiel où pour les bâtiments neufs, construits après le 1^{er} janvier 2023, où elles deviennent la technologie de référence, mais également dans le secteur industriel ou tertiaire. A côté de la bâtisse nouvelle, les pompes à chaleur seront implémentées à vitesse croissante également dans la bâtisse existante lors de rénovations énergétiques. Le taux de rénovation des bâtiments existants devra être accéléré dans les années à venir afin de décarboner le secteur de la bâtisse jusqu'en 2050.

D'autres pistes seront également étudiées, notamment la géothermie de moyenne profondeur ou encore les réseaux de chauffage urbain efficaces alimentées à partir de chaleur renouvelable ou fatale.

La géothermie se révèle comme technologie prometteuse pour soutenir la décarbonation du secteur de la chaleur. On y distingue entre la géothermie proche de la surface (0 – 15 m), la géothermie peu profonde allant

jusqu'à 400 m et la géothermie moyennement profonde à partir de 400 m de profondeur. La géothermie peu profonde ou proche de la surface sert principalement à fournir de la chaleur aux maisons unifamiliales ou résidences en combinaison avec une pompe à chaleur. Cette technologie est actuellement éligible dans le cadre des régimes d'aides *Klimabonus* qui prévoit des contributions étatiques pour les pompes à chaleur géothermiques moyennant des capteurs verticaux (sondes géothermiques) ou des capteurs horizontaux (corbeilles géothermiques). Tandis qu'il y a donc déjà des instruments de subsides en place pour promouvoir l'exploitation de la géothermie proche de surface et peu profonde, le gouvernement vise à développer des instruments d'aide économiques pour soutenir également le déploiement de la géothermie moyennement profonde.

La géothermie moyennement profonde est composée de doublets hydrothermaux qui peuvent atteindre des températures plus élevées par rapport aux systèmes peu profonds. Cette technologie est à favoriser pour les projets à besoin énergétique plus élevé comme les sites scolaires/sportifs ou pour le chauffage de quartiers résidentiels respectivement l'alimentation de réseaux de chaleur.

Pour déterminer le potentiel de la géothermie profonde au Luxembourg, une étude a été menée qui a démontré un potentiel élevé notamment au sud-est et à l'est du pays, donc principalement dans des zones plus denses avec un besoin énergétique thermique élevé. Afin d'exploiter ce potentiel au Luxembourg, plusieurs projets pilotes sont actuellement analysés. Par exemple pour le projet Neischmelz à Dudelange ou le vélodrome à Mondorf-les-Bains où des études de faisabilité sont poursuivies.

L'étude susmentionnée a conclu qu'au Luxembourg, la puissance thermique estimée par doublet géothermique peut atteindre environ entre 0,45 MW et 0,95 MW suivant les sites étudiés. L'étude souligne également que la région située dans le triangle Esch-sur-Alzette - Contern – Mondorf-les-Bains présente les conditions les plus favorables pour l'exploitation de la géothermie de moyenne profondeur.

Sachant que les communes d'Esch-sur-Alzette, de Schifflange et de Dudelange font partie des zones à forte densité énergétique et présentent des demandes de chaleur supérieures à 10 GWh/a par commune en 2030, un approvisionnement centralisé via des réseaux de chaleur alimenté par des doublets géothermiques semble une option viable. Prochainement, en guise d'estimation du potentiel de décarbonation de l'emploi de cette technologie, il pourra être supposé qu'un certain nombre de réseaux de chaleur pourrait être installé dans la région propice susmentionnée.

Actuellement, les ministères et administrations concernés travaillent en concertation pour faciliter les procédures d'autorisations pouvant représenter un obstacle majeur concernant la réalisation des projets de géothermie à profondeur moyenne.

Au Luxembourg il existe un certain nombre de réseaux de chaleur de tailles différentes. Les dernières années le développement des réseaux de chaleur a porté à la fois sur une densification et extension de réseaux existants et sur la réalisation de projets innovants à basse température dans de nouveaux quartiers.

Il est prévu de développer les réseaux de chaleur efficaces sur base de sources d'énergies renouvelables et de récupération de chaleur fatale. Alors que les réseaux de chaleur classiques opèrent à une température élevée, la cinquième génération des réseaux de chaleur permet une intégration de sources d'énergie à basse température, une gestion intelligente des flux d'énergie ainsi d'une décentralisation de la production. La fourniture de chaleur par les réseaux de chaleur n'est actuellement pas soumise à des dispositions réglementaires spécifiques, respectivement à une autorité de régulation. Il est prévu de mettre en place un cadre réglementaire spécifique en vue de définir les droits et obligations des opérateurs de réseaux de chaleur. Dans ce cadre, il n'est pour l'instant pas possible de chiffrer avec exactitude la portée et la capacité des réseaux de chaleur et leur contribution au secteur de la chaleur.

Le gouvernement met en place les mesures nécessaires pour développer les réseaux de chaleur et de froid à partir d'installations de biomasse solide, de biogaz, d'énergie solaire, d'énergie ambiante et d'énergie géothermique ainsi qu'à partir de chaleur et de froid fatales. Il est prévu de réaliser des analyses au niveau communal pour recenser les quartiers existants qui pourraient être équipés par des réseaux de chaleur de manière efficace et économique. Pour ces réseaux, il est recommandé d'avoir recours à des technologies renouvelables comme les pompes à chaleur (géothermiques) ou de la biomasse solide. Ainsi surtout les quartiers à haute densité, où il est difficile de mettre en place des pompes à chaleur individuelles pourront être décarbonisés dans le futur.

En industrie la consommation du gaz naturel a connu une réduction en 2022. En général la consommation de gaz a diminué et en cumul, la réduction de la consommation de gaz naturel correspondait à 26 % entre avril 2023 et mars 2024, donc largement au-delà des 15 % de réduction volontaire de la demande de gaz naturel décidés au niveau européen¹². Cette réduction est liée aux efforts de sobriété énergétique, comme décrit ci-dessus, et devra être complétée dans les années à venir par le déploiement de procédés de production industrielle moins énergivores et /ou à base de vecteurs énergétiques décarbonés. Les pompes à chaleur permettront ainsi de décarboner la production de chaleur « basse température » (jusqu'à des températures de 150 °C). Certains procédés, surtout dans la sidérurgie, et en général ceux qui nécessitent des températures au-delà des 800 °C, seront difficiles à électrifier et nécessiteront par conséquent l'utilisation de carburants alternatifs comme l'hydrogène renouvelable (ou ses dérivés).

Le tableau ci-dessous reprend la globalité de l'apport des énergies renouvelables dans le secteur de la chaleur, ainsi que l'augmentation annuelle, la moyenne sur la période 2021-2025 et 2026-2030, ainsi que la moyenne sur toute la période 2021-2030.

¹² <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2024/04/11-objectif-gaz-naturel/20240411-tat-des-lieux-des-efforts-de-rduction-de-la-consommation-de-gaz-en-mars-2024.pdf>

Tableau 11 : PNEC mise à jour - Évolution projetée des sources/technologies renouvelables du secteur de la chaleur renouvelable – GWh

Chaleur renouvelable	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biogaz (centralisé) - biométhane	30	119	125	132	138	145	151	158	164	170
Biomasse solide (centralisé)	1203	1300	1310	2050	2068	2103	2139	2177	2217	2259
Biomasse solide (décentralisé)	132	150	170	190	210	230	250	270	290	310
Déchets renouvelables (centralisé)	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14
Panneaux solaires thermiques	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Pompes à chaleur (PAC)	54	216	315	438	522	824	999	1177	1376	1555
RFNBO (Industrie)	0	0	0	0	0	0	0	35	63	130
Consommation EnR - secteur chaleur	1463	1832	1973	2867	3001	3369	3612	3895	4194	4514
Consommation -secteur chaleur	11388	11891	11979	12100	11624	11651	11598	11522	11457	11270
Part EnR - secteur chaleur	11,2%	15,4%	16,5%	23,7%	25,8%	28,9%	31,1%	33,8%	36,6%	40,1%
Article 23 - 2023/2413	0,2%	4,3%	1,1%	7,2%	2,1%	3,1%	2,2%	2,7%	2,8%	3,4%
Moyenne	3,0%					2,8%				
Annexe I, a)	2,9%									

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

**y inclus : bois de rebut

Tableau 12 : Puissance installée des installations électriques - MW

Chaleur renouvelable	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biogaz (centralisé) - biométhane	4	15	16	17	18	19	19	20	21	22
Biomasse solide (centralisé)	154	167	168	263	265	270	274	279	284	290
Biomasse solide (décentralisé)	17	19	22	24	27	29	32	35	37	40
Déchets renouvelables (centralisé)	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
Panneaux solaires thermiques	16	18	20	23	25	28	30	33	35	38
Pompes à chaleur (PAC)	27	108	158	219	261	412	500	588	688	778
RFNBO (Industrie)	0	0	0	0	0	0	0	4	8	17

Avec une troisième grande installation industrielle de cogénération à base de bois de rebut et le déploiement accéléré des pompes à chaleur la production de chaleur à partir de sources renouvelables connaîtra encore une nette progression. Les modélisations ont démontré par ailleurs que la consommation totale en chaleur est supérieure à celle calculé au PNEC 2020 pour 2030 (11.270 GWh au lieu de 8.371 GWh). Cependant la part renouvelable augmente de 30,5 % à 38,7 % ce qui constitue une progression nette par rapport aux ambitions du PNEC 2020. La production totale de chaleur par des sources d'énergies renouvelables en 2030 sera donc nettement plus élevée que celle prévue par le PNEC 2020 (4.514GWh au lieu de 2.551 GWh).

La production de chaleur par les panneaux solaires thermiques pourrait progresser moins fortement que prévue dans le PNEC pour laisser place aux installations photovoltaïques en combinaison avec des pompes à chaleur.

2.1.2.5 Secteur des transports

Dans le secteur des transports, la directive 2009/28/CE prévoyait pour 2020 une part minimale de 10 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation totale d'énergie (du secteur des transports) ce qui a été atteint avec une part de 12,6 % (multiplicateurs inclus), grâce au recours accru des biocarburants repris à l'annexe IX de la directive 2009/28/CE, dits de « double-comptage ». L'incorporation de biocarburants se fait conformément à la loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accises et les taxes assimilées sur les produits énergétiques, l'électricité, les produits de tabacs manufacturés, l'alcool et les boissons alcooliques. La part des énergies renouvelables devraient augmenter dans les années à venir, que ce soit par le biais des biocarburants, avec un accent mis sur les biocarburants avancés, l'électricité renouvelable ou encore les carburants synthétiques et renouvelables d'origine non-biologique.

Depuis 2020, le Luxembourg a limité l'utilisation de biocarburants présentant un haut risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols à 5 %, et compte diminuer cet apport dans les années à venir conformément à la directive 2018/2001/UE.

Dans les années à venir le secteur des transports connaîtra des changements substantiels au vu de la progression continue de l'électromobilité.

Tableau 13 : PNEC 2020 – Évolution projetée du taux de biocarburants et des consommations – secteur du transport – GWh

PNEC 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taux Biocarburants	8,0%	8,7%	8,6%	8,6%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%
Consommation EnR – secteur des transports	2729	3 066	3 228	3 436	3 755	3 916	4 101	4 305	4 527	4 769
Consommation – secteur des transports	22164	21735	21282	20919	20454	20098	19688	19317	18989	18601
Part Enr – Consommation avec multiplicateurs	12,3%	14,1%	15,2%	16,4%	18,4%	19,5%	20,8%	22,3%	23,8%	25,6%

Le taux de biocarburants mélangé à l'essence est resté constant durant les années de crise, que ce soit la crise sanitaire ou la crise énergétique. Afin de s'orienter à l'objectif repris dans la directive (UE) 2023/2413 modifiant la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, à savoir une part d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie finale dans le secteur des transports d'au moins 29 % ou une réduction de l'intensité d'émission de gaz à effet de serre d'au moins 14,5 % d'ici à 2030, la part d'énergie renouvelable devra dès lors augmenter. Comme pour le PNEC 2020, l'évolution projetée ci-dessous se base sur une part minimale d'énergie renouvelable.

Vu la décision de diminuer l'apport de biocarburants produits à partir de cultures destinées à l'alimentation humaine ou animale de 2 points, le Luxembourg peut réduire en conséquence la part minimale de l'énergie renouvelable dans le secteur des transports de 29 à 27 %. De plus la directive en question prévoit une augmentation de la part des biocarburants repris à l'annexe IX, a) de 3,5 à 5,5 % dont une part minimale de RFNBO, les carburants renouvelables d'origine non biologique, de 1 % d'ici 2030.

Après une période marquée par la crise énergétique, le taux de biocarburants à incorporer dans les carburants routiers en 2023 est resté inchangé par rapport à 2022 à 8,00 %, mais connaît une augmentation pour l'année 2024 et est fixé à 8,4 %. Le taux minimal des biocarburants avancés passe de 0,2 à 0,4 % (après double comptage). A partir de l'année 2024, les biocarburants présentant un haut risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols ne peuvent désormais pas dépasser 2 % des biocarburants mis à la consommation, calculé sur base de la teneur énergétique des carburants.

Un cadre légal sera mis en place à l'avenir concernant un mécanisme de crédit permettant aux fournisseurs de carburants de comptabiliser ou d'échanger l'électricité renouvelable fournie aux véhicules électriques dans des points de recharge publics situés sur le territoire national.

Tableau 14 : PNEC mise à jour – Évolution projetée du taux de biocarburants et de la consommation dans le secteur des transports – GWh

Secteur des transports	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Taux d'incorporation biocarburants %	7,7%	8,0%	8,0%	8,4%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%
Carburants fossiles	18831	16599	16507	15974	15221	14093	12983	11942	10798	9687
Part biocarburants - transport routier	1581	1466	1452	1489	1501	1435	1365	1300	1233	1162
- <i>Biocarburants simple comptage</i>	1047	830	825	799	761	705	649	597	540	145
- <i>Biocarburants double comptage</i>	534	618	609	655	655	571	419	288	185	271
- <i>Biocarburants avancés</i>	0	18	18	35	85	159	297	415	509	746
<i>Part biocarburants avancés - %**</i>	0,0%	0,2%	0,2%	0,4%	1,0%	2,0%	4,0%	6,0%	8,0%	12,8%
RFNBO route	0	0	2	10	15	17	22	47	72	98
<i>Route/Rail - part RFNBO</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%	0,7%	1,1%	1,7%
Electricité Transport	172	198	243	301	371	445	520	597	676	755
Part renouvelable	19	28	34	56	79	119	156	191	228	264
- <i>EnR transport</i>	4	8	13	26	39	71	98	128	159	211
- <i>EnR rail</i>	15	20	21	26	27	37	41	45	47	53
<i>Part biocarburants avancés et RFNBO **</i>	0,0%	0,2%	0,2%	0,5%	1,2%	2,2%	4,3%	6,7%	9,1%	14,5%
Consommation - calcul part globale	1600	1493	1489	1556	1596	1571	1544	1538	1533	1524
Consommation - calcul secteur transports	1860	1551	1567	1635	1740	1938	2243	2571	2838	3151
Consommation- secteur transports	22768	18324	18154	17732	17060	15943	14841	13831	12713	11622
Part secteur des transports	8,2%	8,5%	8,6%	9,2%	10,2%	12,2%	15,1%	18,6%	22,3%	27,1%

* après application de la règle de double comptage

** sans multiplicateurs, à prendre en compte pour l'objectif global

*** avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE), à prendre en compte pour l'objectif du secteur des transports

La directive modifiée (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables prévoit des coefficients multiplicateurs pour l'électricité renouvelable afin de promouvoir cette dernière dans le secteur des transports et de réduire le désavantage comparatif dans les statistiques relatives à l'énergie. Ces multiplicateurs n'interviennent cependant pas dans le calcul final de la part globale des énergies renouvelables.

À compter du 31 décembre 2023 et jusqu'au 31 décembre 2030 au plus tard, la limite des biocarburants présentant un haut risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols doivent diminuer progressivement pour s'établir à 0 %, conformément à la directive 2018/2001/UE et ces derniers devront être remplacés par des biocarburants présentant un faible risque d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols.

A côté des biocarburants simple comptage, on retrouve les biocarburants dits « double comptage », produits principalement à partir d'huiles usagées et pouvant être comptabilisées deux fois. Enfin, la part des biocarburants avancés produits en autres à partir de déchets, doivent être incorporés dans le secteur du transport routier à hauteur d'au moins 0,2 % en 2022, d'au moins 1 % en 2025 et d'au moins 5,5 % en 2030, dont 1 % doit provenir de carburants synthétiques ou renouvelables d'origine non-biologique (« RFNBO »).

Concernant les multiplicateurs, l'article 27 de la directive 2018/2001/UE ne stipule pas clairement si ces derniers sont à considérer dans le numérateur ou le dénominateur, de sorte que l'interprétation juridique de la Commission est qu'ils s'appliquent aux deux. Cette interprétation a pour conséquence que la méthodologie d'application des multiplicateurs n'est plus comparable à celle qui a été prise en compte lors du calcul des parts d'énergies renouvelables dans le secteur du transport du PNEC 2020.¹³

La consommation dans le secteur des transports sera liée à l'essor de l'électromobilité et à sa progression. Le Luxembourg continue également à investir des montants importants dans le secteur des transports publics comme le réseau ferroviaire ou le réseau d'autobus, et dans la construction de parkings relais. Une part importante de l'énergie renouvelable dans le secteur des transports sera dès lors portée par l'électromobilité avec une part visée de 49 % à l'horizon 2030.

Avec la mise en service fin 2023 d'une première station-service pour l'hydrogène une première étape de la stratégie hydrogène du Luxembourg se trouve en voie de matérialisation. Certes il importe de constater qu'une station n'a qu'un effet limité sur la décarbonation du transport. En effet une certaine redondance dans l'offre de ce vecteur énergétique sera nécessaire avant que les acteurs des secteurs logistiques et du transport public investissent dans l'acquisition de nouveaux véhicules électriques à pile à combustible alimentés par de l'hydrogène. D'ici 2030, cette technologie pourra contribuer avec un certain potentiel de décarbonation dans le secteur des transports. La situation le long des axes autoroutiers européens (corridors TEN-T (Trans-European Transport Network)) et la taille limitée du Luxembourg sont les raisons pourquoi l'hydrogène renouvelable pourra offrir un potentiel significatif de décarbonation pour le transport dit de transit.

Dans le domaine de l'aviation, il importe d'augmenter l'offre en carburants synthétiques produits à partir d'hydrogène renouvelable. En effet l'aviation constitue une part significative de la demande en énergie totale. Les gains d'efficacité énergétique supplémentaires étant limités pour ce secteur, et les solutions électriques étant improbables dans le moyen terme, il s'avère que la seule option pour contribuer à la décarbonation du secteur de l'aviation est l'utilisation de biocarburants ou de carburants synthétiques d'origine non-biologique produits à partir de l'hydrogène renouvelable. Ainsi l'application accélérée des SAFs (Sustainable Aviation Fuel) et surtout des carburants synthétiques d'origine non-biologique produits à partir de l'hydrogène renouvelable est indispensable en vue d'une décarbonation de ce secteur essentiel pour l'économie luxembourgeoise. Avec la publication du règlement REFuelEU Aviation, un groupe interministériel se charge de la mise en place des différentes composantes du règlement.

¹³ <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956088/SHARES+tool+manual-2021.pdf/11701ebe-1dae-3b00-4da4-229d86d68744?t=1664793455773> (page 18)

Tableau 15 : Trajectoire et objectifs relatifs au REFuelEU :

Secteur aviation	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
<i>Kérosène fossile</i>	7253	7528	7099	7347	7423	7657	7884	8104	8318	8254	7457
<i>Carburants durables aviation et RFNBO</i>	0	0	0	0	152	219	289	363	441	521	3522
Consommation total - transports aériens	7253	7528	7099	7347	7585	7817	8041	8259	8471	8678	10360
<i>Aviation - part SAF</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	6,0%	34,0%
<i>- dont RFNBO</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	10,0%

Un important changement réglementaire au niveau européen (discussion en cours aux trilogues) est attendu en 2023. Par ce changement, issu des mesures du Fit for 55, les statistiques d'énergies renouvelables relatives à l'hydrogène renouvelable et ses dérivés, qui devront être importés en quantités importantes vers le Luxembourg vu le potentiel limité de production domestique, pour satisfaire la demande dans le secteur des transports et de l'industrie, pourraient être comptabilisées pour le bilan de l'Etat-membre dans lequel ces vecteurs énergétiques sont consommés. L'approvisionnement de ces vecteurs énergétiques devra être sécurisé dans les années à venir. Les différentes approches de coopération européenne en matière d'énergies renouvelables (bilatérale et par le biais du REFM) préparent d'ores et déjà le terrain. Au bout d'un tel approvisionnement l'énergie sera comptabilisée au Luxembourg.

2.1.2.6 Photovoltaïque

Le photovoltaïque joue un rôle central dans la production énergétique du pays et jouera un rôle essentiel dans les années à venir, en raison du potentiel restreint global d'autres sources d'énergies renouvelables au Luxembourg.

L'évolution de la filière photovoltaïque ayant stagné en 2018 (+3 MW de puissance nouvellement installée), les aides opérationnelles ont été revues à la hausse et un premier appel d'offres pour grandes centrales a été lancé pour insuffler un nouvel élan. Les puissances installées ont augmenté graduellement : 29 MW en 2019, 27 MW en 2020 (crise sanitaire), 90 MW en 2021, 40 MW en 2022 et prévisiblement 78 MW en 2023 (chiffres inofficiels) malgré la période marquée par de multiples crises. Le nombre total de centrales raccordées en début 2024 s'élève à quelques 14.000 unités.

Cette évolution est due à la hausse des aides opérationnelles en 2019, l'ouverture de catégories de puissances de 30 à 200 kW à toutes les personnes physiques et morales (mesure qui a apporté à elle seule environ 30 MW en 2021) et les différents appels d'offres organisés par l'Etat. Lors des cinq appels d'offres publiés depuis 2018, 81 MW de puissance ont pu être attribués, le résultat étant partiellement affecté par les crises multiples (pandémie, flambée des coûts, crise énergétique, chaîne d'approvisionnement, manque de main d'œuvre qualifié). C'est pourquoi, les modélisations de l'évolution de la puissance installée ont dû être adaptées et de nouvelles mesures envisagées par rapport au PNEC 2020. Les difficultés de livraison pourront être allégées par une production de panneaux photovoltaïques sur le territoire national avec une capacité de produire des panneaux correspondant à environ 50 MW par année.

Tableau 16 : Évolution projetée de la production d'énergie photovoltaïque du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour - GWh

Photovoltaïque	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	303	418	526	650	786	917	1 014	1 053	1 085	1 112
PNEC mise à jour	180	316	390	480	580	680	780	890	1 000	1 112

Pour réaliser les objectifs ambitieux en matière de photovoltaïque, il faudra intensifier les mesures – les 90 MW de l'année 2021 montrant que les objectifs peuvent être atteints. Cet effort a en partie déjà été entamé, respectivement a été accéléré sous les effets des crises multiples qui ont causé une hausse du prix de l'électricité. Les mesures décrites ci-dessous, déjà en cours ou en perspective de réalisation, peuvent être nommées.

Les résultats des cinq premiers appels d'offres étaient mitigés. Les quatre premiers étaient publiés avant la flambée des prix de l'électricité qui a mis en lumière la nécessité de recourir d'avantage aux énergies renouvelables notamment en renforçant la possibilité de l'autoconsommation. Pour soutenir cette tendance, un premier appel d'offres spécial visant l'autoconsommation a été lancé, allouant un budget de 30 millions d'euro moyennant une aide à l'investissement. Après clôture de ce dernier, le budget utilisé s'élève à 16 millions d'euros pour une puissance attribuée de 46,3 MW - le meilleur résultat d'un appel d'offres à ce jour, de sorte qu'un deuxième appel d'offres de ce genre a été publié en juillet 2023. Ce dernier a rapporté 33,4 MW. Quant aux appels d'offres réguliers offrant une aide opérationnelle, les résultats du cinquième en date sont plutôt mitigés avec une puissance attribuée de 6 MW. Il conviendra d'analyser les résultats des deux appels d'offres, d'en tirer les conclusions et de perfectionner cet instrument en vue de l'objectif de 2030.

Face aux objectifs ambitieux concernant l'énergie photovoltaïque, d'autres installations seront nécessaires à l'avenir pour atteindre les objectifs ambitieux : des centrales de grande envergure sur terrains vagues. Or, par leur empreinte au sol directe, ces parcs solaires sont souvent considérés comme une concurrence à l'activité agricole. Une technologie prometteuse permettant d'associer la production agricole à la production d'énergie renouvelable en protégeant les cultures contre les aléas climatiques et en favorisant une transition vers une agriculture plus respectueuses de l'environnement est l'agrivoltaïque (« agri-PV »). Cette technologie est la combinaison de la production agricole en tant qu'utilisation primaire et de la production d'électricité à partir d'un système photovoltaïque en tant qu'utilisation secondaire sur une même surface. En octobre 2022, un appel d'offres pilote portant sur des projets pilotes dédiés à la réalisation et à l'exploitation de centrales « agri-PV » sur des terres agricoles a été lancé. L'objectif de cet appel d'offres est de réaliser des projets pilotes adaptés aux spécificités de l'agriculture luxembourgeoise avec des suivis scientifiques pour valider le concept de l'agrivoltaïsme sur le plan énergétique, agricole et environnemental au Luxembourg. Pour ce premier appel d'offres « agri-PV » 22 offres ont été déposés et 14 ont été retenus pour une puissance de 53 MW, un très bon retentissement auprès des acteurs.

Sur base des résultats de l'appel d'offres des projets pilotes, une évaluation est actuellement en cours et sera finalisée à courte échéance en vue de décider d'une future stratégie pour l'« agri-PV ».

À côté des différents appels d'offres, la possibilité offerte par la « Directive (UE) 2022/542 du Conseil du 5 avril 2022 modifiant les directives 2006/112/CE et (UE) 2020/285 en ce qui concerne les taux de la taxe sur la valeur

ajoutée » a été saisie par le Luxembourg et le taux de TVA pour les centrales photovoltaïques a été baissé de 17 % au taux super-réduit de 3 %. En ce qui concerne l'obligation de déclarer les revenus de la production d'électricité dans la déclaration d'impôt des personnes physiques, la limite de puissance en-dessous de laquelle les revenus générés par une centrale photovoltaïque ne doivent pas être déclarés, a été relevée de 4 à 10 kW à partir de l'année fiscale 2021 et est relevé à 30 kW suivant le troisième accord tripartite conclu en mars 2023.

L'installation du photovoltaïque sur des surfaces déjà construites, imperméables ou impactées par des infrastructures, reste la priorité du gouvernement. Afin d'y parvenir, plusieurs nouvelles mesures sont envisagées.

Il est également prévu d'introduire le préfinancement des aides étatiques pour les installations photovoltaïques – le client ne devra payer que la différence entre le coût total et la subvention étatique qui est directement appliquée sur la facture finale. Ce système facilitera les investissements dans les installations photovoltaïques et les rend plus attractifs et abordables.

Un cadre légal sera mis en place pour l'introduction d'un standard pour les centrales photovoltaïques sur les bâtiments neufs respectivement de prévoir les installations (conduit pour câblages par exemple) servant au futur d'installer des panneaux photovoltaïques (PV-Ready). Il importe de créer une plus grande visibilité sur le marché et accompagner les entreprises, grandes, petites ou artisanales, dans la transition énergétique dès le début de la construction du bâtiment. Dans le domaine des bâtiments en copropriété, une modification de la loi y relative essaie de faciliter les travaux énergétiques dont e.a. l'installation de centrales photovoltaïques. A partir du 1^{er} janvier 2025, chaque nouveau bâtiment industriel doit être conçu de manière à pouvoir accueillir une installation photovoltaïque sur sa toiture. Une autre piste à explorer serait la facilitation de l'installation de centrales PV type « *plug and play* ».

A côté de ces mesures, il est prévu d'introduire une mesure de soutien aux personnes qui n'ont pas les moyens financiers d'installer une installation photovoltaïque chez eux. A la fois les propriétaires et les locataires sont visés. Avec la possibilité d'autoconsommer l'électricité ainsi produite, l'Etat poursuit un double objectif : installation de panneaux photovoltaïques sur des toitures où il est difficile de promouvoir le développement des énergies renouvelables et faire bénéficier les personnes plus vulnérables d'un soutien financier en permettant de réduire une partie de leur facture d'électricité.

Il appartient encore à l'Etat de prendre un rôle exemplaire. L'Etat installe sur tous ses nouveaux bâtiments des panneaux photovoltaïques en vue notamment de l'autoconsommation et analysera dans quelle mesure des installations photovoltaïques peuvent être construites le long des autoroutes ou sur les différents tronçons et les voies ferrées. Cette étude a été lancée et essayera dans une optique plus large d'englober tous les terrains situés à proximité et appartenant à l'Etat pour évaluer les potentiels y relatifs. A l'horizon 2030 l'Etat vise ainsi à couvrir majoritairement la consommation électrique de son patrimoine immobilier par des installations photovoltaïques sur le territoire national. Cet objectif inclut le projet d'équiper tous les parkings publics d'ombrières photovoltaïques jusqu'en 2030 (à l'exception d'éventuels cas d'impossibilité techniques ou réglementaires).

Finalement, il est visé à faciliter les procédures d'autorisations en identifiant des allègements potentiels, et en élaborant des formulations-types, dans les règles urbanistiques des communes, qui peuvent varier (fortement) d'une commune à l'autre avec des niveaux de restrictions forts différents. Avec l'entrée en vigueur du règlement (UE) 2022/2577 du Conseil, les procédures d'autorisations pour les installations photovoltaïques sont soumises à des délais d'un mois avec accord tacite pour les installations avec une puissance totale inférieure ou égale à 50 kW ce qui comprend la majorité des installations dans le secteur résidentiel. Toutes les autres installations photovoltaïques sont à traiter dans un délai de 3 mois. Le Luxembourg envisage la

suppression de l'exigence de l'autorisation de construire pour les installations photovoltaïques de petite taille sur les bâtiments résidentiels.

Afin d'atteindre les objectifs en termes de production, la capacité additionnelle à installer par année devra dépasser 100 MW.

2.1.2.7 Eolien

A côté du photovoltaïque, l'énergie éolienne jouera un rôle clé en vue des objectifs en termes d'énergies renouvelables et les chiffres de la puissance installée montrent d'ores et déjà un dépassement significatif des objectifs en cas d'efforts continus et ambitieux.

Tableau 17 : Évolution projetée de la production d'énergie éolienne du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour - GWh

Eolien	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	228	245	288	333	382	436	492	552	613	674
PNEC mise à jour	315	330	430	511	699	800	867	903	962	1043

Le parc éolien actuel compte actuellement (janvier 2023) 62 éoliennes avec une puissance totale installée de 166 MW. Au fil des prochaines années cette capacité devrait augmenter, notamment grâce au progrès technologique et au « Repowering » offrant des éoliennes plus puissantes, avec des heures de production annuelles plus élevées. Il sera dorénavant plus facile de concilier la protection des espèces et le développement de l'énergie éolienne en recourant à des technologies innovatrices aptes à détecter des oiseaux et chauve-souris et pouvant ainsi désactiver les éoliennes en cas de nécessité. Cette technologie permet d'augmenter les heures de production annuelles et ainsi rendre des sites constructibles qui autrefois n'étaient pas éligibles respectivement pas rentables.

Au Luxembourg, il existe un nombre limité de porteurs de projet spécialisés dans l'énergie éolienne. La réalisation des projets dépend largement des conditions de vent sur le site d'implantation et des possibilités de raccordement au réseau électrique. Le potentiel éolien se concentre principalement sur la partie nord du pays, dans le canton de Clervaux, et est limité par la superficie du territoire national, les zones de protection Natura 2000, les zones urbanisées ou encore les zones réservées à la couverture du radar pour l'aviation.

Il existe néanmoins des possibilités peu exploitées pour le moment comme l'installation d'éoliennes sur des sites industriels ou près des axes routiers. Des modifications légales sont avisées afin de permettre l'implantation des éoliennes dans ces zones. Des analyses préliminaires à la faisabilité seront menées en concertation avec les administrations compétentes en matière de sécurité.

Une autre facilitation et non des moindres concerne l'octroi des autorisations liées aux projets d'exploitation où différentes pistes sont analysées en vue de la facilitation des procédures d'autorisation en vue de l'issue du plan REPowerEU visant à accélérer davantage le déploiement des énergies renouvelables. Le règlement (UE) 2022/2577 impose un délai maximal de 6 mois pour les projets de « Repowering » et supprime la nécessité d'effectuer une évaluation des incidences sur l'environnement sous des conditions déterminées par ledit règlement. Ces dispositions sont reprises dans la directive 2023/2413 (RED III), avec de légères modifications par rapport au règlement 2022/2577.

Afin d'améliorer l'acceptance publique et de permettre la participation active des citoyens et des communes à la transition énergétique, il est introduit l'obligation de proposer aux communes et citoyens concernées par

l'implantation d'éoliennes l'investissement dans le capital des sociétés développant respectivement exploitant l'énergie éolienne.

Dans le cadre du « *European Wind Power Action Plan* », qui prévoit une capacité éolienne à installer pour l'Union de 500 GW d'ici 2030, le Luxembourg suit de très près l'évolution des points repris dans ledit plan et œuvre en conséquence pour augmenter la capacité de l'éolien via une facilitation des procédures d'autorisation, l'établissement d'un catalogue des procédures, la participation des riverains aux projets éoliens et l'établissement d'un cadastre éolien – mesures qui sont déjà envisagés au niveau national comme décrit ci-dessus.

Même sans accès à la mer, le Luxembourg compte participer à des projets d'éoliens offshore, via le groupe NSEC (voir chapitre NSEC).

2.1.2.8 Biogaz

Depuis l'année 2018 on observe une stagnation au niveau du développement de la filière biogaz, malgré les modifications réglementaires cadrant la production d'électricité à partir du biogaz ainsi que l'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel. Pour relancer la filière biogaz, l'accord de coalition de 2018 prévoyait une analyse technico-économique, avec la prémisse de prioriser la production de biogaz à partir du lisier. En février 2021, une étude qui dresse un état des lieux et des scénarii de développement de la filière, tout en mettant en évidence les aspects environnementaux du biogaz, a été finalisée. L'étude a identifié un grand potentiel au niveau de la biométhanisation des effluents d'élevage et des mesures environnementales visant la réduction des émissions lors de l'exploitation des centrales ainsi que l'optimisation de la gestion des digestats. Sur base des résultats de cette étude, le gouvernement a adopté le 26 mars 2021 les lignes directrices pour l'élaboration de la stratégie nationale biogaz.

Dans le cadre de la stratégie nationale biogaz qui a été publiée en juin 2023, le gouvernement s'est fixé les objectifs de valoriser 50 % du gisement des effluents d'élevage avec un maximum d'1,0 millions de tonnes par an, de mobiliser 75 % du potentiel des biodéchets et des déchets de verdure tel que défini par la loi 21 mars 2012 relative à la gestion des déchets et, en tenant compte des objectifs du plan de gestion des déchets et des ressources (2018) et de limiter la surface consacrée à la production de cultures énergétiques à 1.500 ha. Pour promouvoir la valorisation des effluents d'élevage et de tenir compte des nouvelles conditions d'exploitation visant la réduction des gaz à effet de serre, les lignes directrices prévoient une révision des rémunérations pour la production d'électricité à partir du biogaz et pour l'injection de biométhane dans le réseau du gaz naturel. La promotion de la production de biogaz s'inscrit également dans le plan « REPowerEU » de la Commission européenne visant à accélérer la transition énergétique et de réduire la dépendance énergétique de l'Europe vis-à-vis des fournisseurs peu fiables et des combustibles fossiles volatils.

A partir de 2023, les centrales à biogaz avec une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 2 MW produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid et les centrales à injection de biogaz ou sans injection dont les caractéristiques permettraient potentiellement une injection avec une capacité de production égale ou supérieure à 19,5 GWh de pouvoir calorifique supérieur par an doivent se conformer aux critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre prévues par la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Certaines de ces dispositions seront adaptées avec la mise en œuvre de la directive 2023/2413. Concernant le gaz des stations d'épuration d'eaux usées et le gaz de décharge, une augmentation modérée de la production d'électricité et de chaleur est prévue pour l'horizon 2030.

Tableau 18 : Évolution projetée de la production d'énergie produites à partir de biogaz du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour - GWh

Biogaz* électricité	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	66	68	70	73	70	77	82	88	91	93
PNEC mise à jour	62	67	71	75	79	84	88	92	96	100
Biogaz* chaleur	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	125	129	133	138	133	146	155	168	172	176
PNEC mise à jour	30	119	125	132	138	145	151	158	164	170

*y inclus : gaz de stations d'épuration d'eaux usées et gaz de décharge

2.1.2.9 Critères de durabilité et de gaz à effet de serre

Les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse prévus dans la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables ont été transposé en droit national par le règlement grand-ducal du 3 février 2023 fixant les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse. Les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse, utilisés pour atteindre l'objectif en termes d'énergie renouvelable de l'Union européenne et faisant l'objet de régimes d'aide, doivent répondre aux critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre s'appliquent :

- aux combustibles issus de la biomasse solide s'ils sont utilisés dans des installations dont la puissance thermique nominale totale est égale ou supérieure à 20 MW produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid ou des combustibles ou carburants ;
- au biogaz s'il est utilisé dans des installations dont la puissance thermique nominale totale est égale ou supérieure à 2 MW produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid ;
- au biogaz injecté dans un réseau de gaz naturel, ou au biogaz sans injection dans les réseaux de gaz naturel et dont les caractéristiques permettraient potentiellement une injection s'il est produit dans une installation dont la capacité de production est égale ou supérieure à 19,5 GWh de pouvoir calorifique supérieur par an.

Les acteurs économiques concernés doivent apporter une preuve du contrôle indépendant à l'aide de systèmes nationaux ou internationaux volontaires autorisés par la Commission européenne.

La directive 2023/2413 prévoit également ici des adaptations, notamment que les critères devront s'appliquer pour le cas des combustibles ou carburants solides issus de la biomasse, dans des installations produisant de l'électricité, de la chaleur et du froid pour une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 7,5 MW.

2.1.2.10 Biomasse solide

Durant les dernières années, la production d'énergie à partir de la biomasse solide et de bois de rebut est surtout axée sur des grandes centrales de cogénération. Par la transposition des dispositions de la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, les centrales à biomasse solide avec une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 20 MW doivent se conformer aux critères de durabilité et de réduction des émissions gaz à effet de serre à partir de 2023. Ce seuil tombera à 7,5 MW avec la transposition de la directive 2023/2413.

La stratégie du gouvernement en matière de bioénergie est alignée sur le principe de l'utilisation en cascade de la biomasse. Les futurs régimes d'aides tiennent compte de la disponibilité de la biomasse pour des utilisations énergétiques et non énergétiques, de la protection de écosystèmes forestiers, des principes de l'économie circulaire et de l'utilisation en cascade de la biomasse solide. Conformément au principe d'utilisation en cascade, la biomasse ligneuse devrait être utilisée en fonction de sa valeur ajoutée économique et environnementale la plus élevée, selon l'ordre de priorité suivant : 1) produits à base de bois, 2) allongement de la durée de vie, 3) réutilisation, 4) recyclage, 5) valorisation énergétique et 6) élimination. Lorsqu' aucune utilisation de la biomasse ligneuse n'est économiquement viable ou appropriée sur le plan environnemental, la valorisation énergétique aide à réduire la production d'énergie à partir de sources non renouvelables.

Le potentiel de biomasse solide se concentre sur un bassin d'approvisionnement formée par les pays et les régions frontalières (englobant la Grande Région) afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au transport.

Vu le potentiel limité en biomasse solide, le gouvernement envisage de faire des modifications au niveau des régimes d'aides pour des nouvelles centrales produisant de l'électricité à partir de la biomasse solide. Il est prévu que le développement des centrales alimentées en biomasse solide connaît une certaine progression jusqu'en 2030 pour ensuite se stabiliser. L'augmentation de la production à partir de biomasse solide se base principalement sur le bois de rebut (671 GWh). A l'égard des ressources limités de biomasse solide, il n'est pas prévu d'augmenter de manière substantielle l'utilisation de biomasse solide. Le principe de l'utilisation en cascade du bois sera renforcé. A moyen terme, l'utilisation de biomasse solide pour la production d'énergie dans le secteur de la chaleur va diminuer et continuellement être remplacée par l'énergie issue des pompes à chaleur respectivement par des chaudières à hydrogènes – principalement pour les chaudières alimentant des réseaux de chaleur.

Tableau 19 : Évolution projetée de la production d'énergies produites à partir de biomasse solide (y inclus le bois de rebut) du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour - GWh

Biomasse solide –électricité	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	190	194	193	219	228	241	243	254	257	271
PNEC mise à jour	285	285	290	540	554	568	582	596	610	624
Biomasse solide – chaleur*	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	1385	1435	1466	1532	1576	1621	1643	1685	1712	1763
PNEC mise à jour	1335	1450	1480	2240	2278	2333	2389	2447	2507	2569

*Biomasse solide centralisée et décentralisée

2.1.2.11 Pompes à chaleur

Les exigences réglementaires en matière d'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels et fonctionnels ont eu un impact majeur sur le développement des systèmes de pompes à chaleur. Cette technologie s'inscrit

dans l'objectif de la décarbonation par l'électrification du secteur du bâtiment. A partir de 2023, la pompe à chaleur est utilisée comme chauffage de référence lors de l'établissement du certificat de performance énergétique d'une nouvelle construction. Les pompes à chaleur peuvent être combinées avec des installations photovoltaïques favorisant l'autoconsommation de l'électricité produite. La pompe à chaleur géothermique d'un autre côté permet l'utilisation de l'énergie géothermique et offre une efficacité énergétique supérieure aux pompes à chaleur aérothermiques, ce qui la rend également intéressante pour une application dans la bâtisse existante.

Pour les bâtiments existants les systèmes hybrides avec pompes à chaleur constituent une solution transitoire pour décarboner le chauffage en étape en vue de faire assainissement énergétique complet. Par rapport au PNEC 2020, l'évolution projetée montre une forte accélération. Cette tendance est entre autres liée à aux exigences réglementaires citées ci-dessus mais aussi à la continuation des régimes d'aides étatiques pour les pompes à chaleur (Klimabonus Wunnen). Le déploiement des pompes à chaleur réduira la dépendance des importations de gaz naturel.

Le potentiel réalisable en 2030 en termes de chaleur des pompes à chaleur est estimé à environ 1.555 GWh/a par rapport à 422 GWh modélisé pour le PNEC 2020.

Tableau 20 : Évolution projetée de la production de chaleur produite à partir de pompes à chaleur du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour - GWh

Pompes à chaleur	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	114	132	153	178	207	239	277	319	368	422
PNEC mise à jour	54	216	315	438	522	824	999	1177	1376	1555

2.1.2.12 Hydrogène

Comme annoncé dans le PNEC 2020, la stratégie hydrogène du Luxembourg a été adoptée le 8 juillet 2021 par le Gouvernement et le document a été présenté au public le 28 septembre 2021. Ce document présente les aspects et ambitions politiques à différents niveaux (national, régional, international) et les 7 mesures prévues par le gouvernement luxembourgeois pour développer un marché de l'hydrogène renouvelable.

Parmi ces mesures on retrouve la coopération au niveau de l'infrastructure et la certification, la réalisation de projets phare ou pilote, l'identification des potentiels d'offre, d'importation et de demande, le développement des instruments financiers pour stimuler l'offre et la demande, par exemple, par le biais d'aides au fonctionnement ou d'investissement comme pour les autres énergies renouvelables et le déploiement de stations-service à hydrogène, dont une première installation est en construction et sera mise en service en 2023.

La stratégie a été élaborée sous l'initiative du ministère de l'Économie et finalisée en étroite concertation avec le ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité, le ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, le ministère des Finances, le ministère de la Mobilité et des Travaux publics et le ministère des Affaires étrangères et européennes, de la Défense, de la Coopération et du Commerce extérieur (Direction de la Coopération et de l'Action humanitaire). Avec l'adoption de la stratégie hydrogène, les deux niveaux de la « taskforce H₂ Luxembourg » ont été lancés. Sous la coordination de la direction générale Énergie du ministère de l'Économie, le comité de pilotage s'est réuni une première fois en septembre 2021 et de manière trimestrielle depuis lors, et une première réunion de la taskforce H₂ Luxembourg avec les acteurs des différents secteurs a eu lieu en novembre 2022 pour poursuivre les consultations afin de garantir l'implémentation des différentes mesures de la stratégie.

En vue du développement d'un instrument d'aide pour subventionner la production et la consommation de l'hydrogène renouvelable au Luxembourg, le département de l'énergie collabore avec un consultant externe en utilisant la plateforme de la taskforce H₂ Luxembourg pour des fins de consultation avec les acteurs. Il est prévu de lancer le premier appel d'offres en vue de la réalisation de projets pilotes sur le territoire luxembourgeois, dans le cadre de cet instrument au cours de l'exercice de 2024.

À côté des efforts au niveau national, le Luxembourg participe régulièrement aux réunions de groupes internationaux (Grande Région, Union Benelux, Forum Pentalatéral de l'Énergie (PLEF), North Seas Energy Cooperation (NSEC), et Hydrogen European Network HyENet), afin de faire valoir les positions luxembourgeoises dont le développement et la régulation d'une future infrastructure (transeuropéenne) dédiée à l'hydrogène.

Suite à l'élaboration et l'adoption en mai 2020 d'une déclaration politique par les ministres des pays du Forum Pentalatéral de l'Énergie (le Benelux, en coopération avec l'Allemagne, l'Autriche, la France et la Suisse), le Luxembourg a contribué à l'élaboration et l'adoption d'un papier commun concernant le cadre réglementaire du marché et des infrastructures futures de l'hydrogène en Europe. Sous initiative luxembourgeoise, et sous la présidence luxembourgeoise en 2022, le groupe de travail hydrogène au sein du Secrétariat général du Benelux a lancé une étude dans le cadre des objectifs de décarbonation de la société, sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l'hydrogène au sein de la région Benelux et les interconnexions avec les régions voisines, étude qui, suite à un appel d'offre, a été confié à un consultant externe et dont le rapport se trouve en phase de finalisation.

Au niveau national, deux études ont été lancées en 2022 qui ont un impact sur le secteur de l'hydrogène parce qu'il ressort que surtout en industrie une demande significative pourra émerger plus rapidement que prévue dans la stratégie nationale. En effet une étude de décarbonation de l'industrie et une étude de décarbonation du secteur de transport routier (logistique) montrent que la demande en hydrogène pourra se substantiver déjà avant la fin de la décennie. Il importe de rappeler que la stratégie avait identifié un potentiel de demande totale se situant entre 4.000 et 10.000 GWh (H₂ renouvelable) qui contribuerait à la décarbonation de la société et donc à l'objectif de la neutralité climatique.

Le déploiement coordonné d'une infrastructure transfrontalière d'hydrogénéoducs, non seulement pour assurer l'acheminement de l'hydrogène vers le Luxembourg pour satisfaire la demande susmentionnée, mais aussi utile en termes de transit, s'impose comme une priorité. En effet il s'avère utile de tenir également compte du potentiel de demande en hydrogène dans les régions voisines du Grand-Duché, identifiée dans l'étude menée au niveau Benelux et régions voisines. Une collaboration étroite avec le gestionnaire de réseau de transport de gaz naturel luxembourgeois ainsi qu'avec les gestionnaires de réseau de transport de gaz naturel des pays voisins a été initiée. Le Luxembourg œuvre pour assurer une connexion à une Infrastructure européenne d'hydrogène qui permettra l'acheminement de quantités importantes d'hydrogène afin de satisfaire à la demande émergente pour décarboner les secteurs et procédés difficiles à électrifier. Il est estimé qu'une mise en service d'un premier hydrogénéoduc pourrait être réalisé vers 2035.

Tableau 21 : Évolution projetée de la production de la consommation d'hydrogène du PNEC 2020 et du PNEC mise à jour - GWh

Hydrogène	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PNEC mise à jour- Consommation totale	0	0	2	10	15	20	25	85	138	230
Consommation en industrie	0	0	0	0	0	0	0	35	63	130
Consommation en transport routier	0	0	2	10	15	17	22	47	72	98

L'évolution projetée montre des besoins en hydrogène dans le transport routier ainsi que dans l'industrie, remplaçant des vecteurs énergétiques fossiles. Vu qu'une infrastructure de transport d'hydrogène à travers des pipelines ne pourra pas être réalisée avant 2030, idéalement la production de cet hydrogène renouvelable se situera au territoire national. Dans le secteur de l'aviation la part de l'hydrogène devrait atteindre 104 GWh en 2030, en raison de l'objectif RNFB0 prévu pour ce secteur qui est de 1,2% dans la consommation totale de kérosène.

2.1.2.13 *Coopération européenne*

Le cadre actuel pour la coopération en matière d'énergies renouvelables est défini par la Directive modifiée 2018/2001/UE.

Néanmoins il peut d'ores et déjà être différencié entre quatre types de coopération :

- Transferts statistiques d'un Etat-membre à un autre (Art 8 - Directive 2018/2001/CE) : à la fin de chaque exercice, un Etat-membre ayant atteint un excédent de statistiques d'énergies renouvelables par rapport à son objectif, peut décider de coopérer et de céder (une partie) de cet excédent à un Etat-membre avec un besoin de statistiques pour atteindre son objectif. Il s'agit ici d'un instrument déjà utilisé avec succès dans le passé par le Luxembourg.
- Projets communs au sein de l'UE ou avec des pays tiers en cas d'interconnexion physique avec l'Union (Art. 9, 10, 11 et 12 - Directive 2018/2001/CE) : de manière à exploiter les potentiel d'énergies renouvelables les plus attractifs, deux pays peuvent en coordination bilatérale développer des projets communs avec la possibilité de contribuer financièrement en amont à un projet pour lequel les statistiques d'énergies renouvelables sont partagées de manière équitable selon la production annuelle. De tels projets engendrent en principe lors de l'implémentation un travail administratif important de sorte qu'ils sont plus difficiles à être implémentés.
- Mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union – REFM (Art.31 - Règlement 2018/1999/CE) : Il s'agit d'un instrument auquel le Luxembourg a participé aux trois premiers appels à candidatures. Le deuxième appel a porté ses fruits et un appel d'offres a été lancé et 8 projets photovoltaïques à réaliser en Finlande ont été retenus. Cet instrument permet aussi de s'assurer en amont de quantités statistiques transférées annuellement selon la production des centrales soutenues financièrement. Ce mécanisme permet à des Etats disposant de potentiels d'énergies renouvelables moins élevés, de contribuer à la construction et l'exploitation de sites ou centrales plus productifs en termes d'énergies renouvelables en dehors de leur territoire, p.ex. éolien offshore en mer du Nord, ou photovoltaïque en méditerranée.
- Importation de carburants renouvelables d'origine non-biologique en vue de la substitution de carburants fossiles en industrie ou dans le transport au Luxembourg (prévu dans l'art. 22a – Refonte

de la Directive 2018/2001/CE) : La consommation et non pas la production sera déterminante pour le calcul statistique des molécules énergétiques renouvelables telles l'hydrogène renouvelable et ses dérivés renouvelables. Ces molécules pourront être importées au sein de UE, ou depuis des pays tiers disposant de potentiels intéressants pour la production d'hydrogène renouvelable. Le Luxembourg suit cette évolution de très près et veillera à créer de nouvelles synergies concernant les énergies renouvelables, notamment en matière d'hydrogène renouvelable. L'industrie luxembourgeoise ainsi que le transport difficile à électrifier (aviation et logistique de transit) auront besoin de ces molécules et contrairement aux méthodes de comptabilisation dans le marché de l'électricité, ici l'Etat-membre consommateur pourrait bénéficier des statistiques.

2.1.2.13.1 Accords de coopération bilatérale – transferts statistiques

Durant la période 2018 à 2020 et sous l'égide encore de la directive 2009/28/CE le Luxembourg avait conclu deux accords de coopération avec la Lituanie et l'Estonie. Pour l'année statistique 2020, le Luxembourg a acquis 650 GWh à parts égales auprès de l'Estonie et de la Lituanie, et grâce aux efforts nationaux et à cette coopération, l'objectif de 11 % a été dépassé avec une part de 11,70 %.

Suite à cette excellente expérience de coopération européenne, un accord de coopération a été conclu avec le Danemark pour la période 2021-2025, compte tenu des objectifs et prévisions repris dans le PNEC 2020. Suite aux conclusions du « Fit for 55 » et « REPowerEU » et aux recommandations de la Commission européenne du 18 décembre 2023 la trajectoire indicative et l'objectif final devront être ajustés et des quantités supplémentaires devront être acquises au moins pour les années 2025, 2027 et 2030.

Tableau 22 : Quantités à acquérir dans le cadre de la coopération européenne selon le PNEC 2020 - GWh

Quantités coopération	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PNEC 2020	1075	1150	1 225	1 299	1 374	1 449	1 524	1 599	1 674	1 748
PNEC mise à jour	800	1200	0	0	1950	1700	2600	1900	1800	2900

Des pourparlers ont également eu lieu avec la Lituanie, l'Estonie et le Portugal, et compte tenu des relations étroites entre les deux derniers pays, non seulement un « Memorandum of Understanding » en vue d'un accord de coopération est envisagé, mais également une coopération en termes de production d'hydrogène renouvelable, que ce soit de manière directe, par le biais de projets communs, ou en passant par le mécanisme de financement des énergies renouvelables (REFM).

2.1.2.13.2 Mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union - REFM

À côté des accords de coopération, le règlement 2018/1999 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie et de l'action pour le climat prévoit un mécanisme de financement des énergies renouvelables de l'Union où deux appels à candidatures ont déjà été organisés par la Commission européenne et auxquels le Luxembourg a à chaque fois participé et compte continuer sur cette voie lors des futures publications, ceci en tant qu'Etat membre contributeur.

Après un premier appel à candidatures infructueux, faute de projets probants du côté d'Etats membres hôtes (pays réalisant des projets sur leur territoire), le Luxembourg a de nouveau participé au deuxième appel à candidatures lancé le 4 mars 2022. Le Luxembourg s'est engagé en février 2023 avec un budget de 40 millions d'euros avec un Etat hôte, à savoir la Finlande qui a soumis une capacité suffisante au mécanisme. La

répartition prévoit que 80 % de l'énergie produite revient statistiquement au Luxembourg ; les transferts atteindront ainsi quelques 150 à 200 GWh par année.

Suite à la conclusion réussie du premier appel d'offres le 27 septembre 2023, 8 projets photovoltaïques d'une capacité totale de 282,77 MW ont été retenus¹⁴.

Toutes les candidatures ayant passé avec succès le contrôle d'éligibilité et répondant aux exigences minimales de qualité ont été classées en fonction du prix de leur offre, en commençant par le prix le plus bas. En l'an 2025 les quantités attendues pourront donc prévisiblement entrer dans les statistiques nationales.

2.1.2.13.3 Coopération européenne 2026 à 2030

Pour la période 2026 à 2030 le besoin en coopération augmente en considérant les paquets « Fit for 55 » et « REPowerEU », qui ont pour conséquence que les objectifs de l'Union et donc nationaux sont revus à la hausse. Les potentiels d'énergies renouvelables étant limités sur le territoire luxembourgeois, il sera de plus en plus important de se tourner vers ces mécanismes de coopération européenne, que ce soient le REFM ou des accords de coopération.

Les quantités à acquérir suite au « Fit for 55 » et « REPowerEU » sont plus importantes que celles prévues dans le PNEC 2020.

Tableau 23 : Quantités à prévoir Fit for 55 / REPowerEU – sans mesures additionnelles - GWh

	Objectif 2030 PNEC 2020	Objectif 2030 (37%) PNEC mise à jour
Production d'énergies renouvelables au niveau national	6287	9069
Quantité requise par coopérations européennes (REFM et transferts statistiques)	1748	2900
Somme - Production nationale et coopération	8035	11969
Consommation nationale d'énergie finale ajustée*	32141	31812
Part Enr – Production/Consommation – Coopération incluse	25%	37,6%
Objectif 2030	Min. 25%	Min. 37%

*voir chapitre sur 2.1.2.14 Trajectoire intermédiaire et objectif global

Avec l'augmentation des objectifs la participation du Luxembourg au REFM doit être revue vers la hausse afin de construire un socle temporel stable plus important de quantités d'énergies renouvelables dans les statistiques nationales. En effet le REFM, étant actuellement le moyen le moins onéreux et beaucoup plus concret que les transferts statistiques pour atteindre les objectifs, doit être privilégié.

Ainsi il est prévu, à condition que les pays européens se montrent déterminées à utiliser cet instrument comme instrument de référence pour la coopération européenne dans le domaine des énergies renouvelables, à réaliser environ la moitié des besoins en coopération par le biais du REFM. Comme les délais de réalisation des projets financés dans le cadre du REFM sont de l'ordre d'au moins 1 à 2 années, les quantités suivantes pourraient être atteintes avec le REFM, d'ici 2030.

¹⁴ https://energy.ec.europa.eu/news/eu-renewable-energy-financing-mechanism-eu40-million-awarded-8-solar-pv-projects-2023-11-14_en

Tableau 24 : Quantités prévisionnelles acquises par le REFM – 2023-2030

	Engagement prévisionnel REFM [GWh]	Réalisation REFM cumulée – Production annuelle [GWh]
2023	200	
2024	300	
2025	300	
2026	400	200
2027	400	500
2028	400	800
2029	400	1200
2030	400	1600

Les coopérations européennes dans le domaine des énergies renouvelables pourraient prendre un ordre de grandeur de 200 à 400 GWh par année. Les coûts à associer à ces projets se situent dans une fourchette de 40 à 80 millions d’euros par année. Il peut être attendu que les coûts par unité d’énergie renouvelable produite de ce mécanisme vont diminuer à l’avenir et se situer autour de 10 à 13 €/MWh, voire moins. A noter également qu’à partir du moment où le socle de la coopération européenne atteint un niveau suffisamment élevé grâce au REFM, les dépenses annuelles liées à la participation des appels à projets annuels vont à nouveau diminuer (probablement à partir de 2031).

Les quantités non atteintes par le REFM devront être réalisées par des transferts statistiques (il existe des objectifs contraignants pour les années 2025, 2027 et 2030). Avec les hypothèses prémentionnées, un besoin en transferts statistiques pour l’année 2030 de 1.300 GWh est attendu.

Au regard des recommandations du 18 décembre 2023 de la Commission européenne au sujet du projet de mise à jour du PNEC, les objectifs intermédiaires de 2025 et de 2027 ont été adaptés à 22 % et 28 % respectivement (PNEC 2020 – 17 % en 2025 et 20 % en 2027). L’instrument des transferts statistiques permettra d’atteindre ces objectifs intermédiaires afin de lisser la trajectoire poursuivie. Avec un prix moyen de 14 €/MWh le coût annuel en 2030 avoisinera 18,2 millions d’euros.

L’évolution de la production d’énergies renouvelables nationale ainsi et la consommation finale brute d’énergie dans les années à venir montrera si les besoins en termes de quantités de transferts statistiques à acquérir devront être ajustés.

2.1.2.14 Trajectoire intermédiaire et objectif global

Tableau 25 : Part des énergies renouvelables par secteurs et globale d'ici 2030 – PNEC 2020 - GWh

PNEC 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part EnR - secteur électricité	13,9%	16,0%	18,2%	20,9%	23,5%	26,5%	28,9%	30,6%	32,1%	33,6%
Part EnR - secteur chaleur	14,7%	15,9%	16,9%	18,5%	19,9%	21,6%	23,3%	25,4%	27,6%	30,5%
Part EnR - Transports	12,3%	14,1%	15,2%	16,4%	18,4%	19,5%	20,8%	22,3%	23,8%	25,6%
Part globale - sans coopération	10,2%	11,2%	11,9%	12,8%	13,9%	15,0%	16,1%	17,2%	18,3%	19,6%
Part globale - avec coopération	12,8%	14,1%	15,0%	16,2%	17,6%	19,0%	20,4%	21,9%	23,3%	25,0%
Production EnR nationale	4247	4547	4691	4920	5156	5449	5677	5890	6071	6287
Coopération européenne	1075	1.150	1.225	1.299	1374	1.449	1.524	1.599	1.674	1748
Production EnR + coopération européenne	5322	5696	5916	6220	6530	6898	7201	7488	7745	8035
Consommation finale brute d'énergie ajustée	41475	40428	39380	38381	37203	36276	35248	34231	33232	32140
Part EnR globale - %	12,8%	14,1%	15,0%	16,2%	17,6%	19,0%	20,4%	21,9%	23,3%	25,0%

Tableau 26 : Part des énergies renouvelables par secteur d'ici 2030 - PNEC mise à jour – GWh

Trajectoire indicative et objectif global	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Production EnR nationale	4052	4470	4790	6177	6658	7222	7624	8066	8548	9069
Coopération européenne	800	1200	0	0	1800	1700	2600	2000	2000	2900
- dont transferts statistiques	800	1200	0	0	1800	1500	2100	1200	800	1300
- dont REFM	0	0	0	0	0	200	500	800	1200	1600
Production EnR + coopération européenne	4852	5670	4790	6177	8458	8922	10224	10066	10548	11969
Consommation d'énergie finale	47787	43425	43006	43281	42704	42099	41340	40699	39844	38134
Aviation	7253	7528	7099	7347	7585	7817	8041	8259	8471	8678
- Part actuel Aviation	15,2%	17,3%	16,5%	17,0%	17,8%	18,6%	19,5%	20,3%	21,3%	22,8%
- Seuil Aviation = 6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	43488	38580	38565	38610	37758	36884	35854	34955	33835	31812
Part EnR globale	11,2%	14,7%	12,4%	16,0%	22,4%	24,2%	28,5%	28,8%	31,2%	37,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	22,0%	11,0%	28,0%	11,0%	11,0%	37,0%
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Part EnR - secteur électricité	14,2%	18,7%	21,4%	26,7%	30,0%	32,0%	33,7%	34,9%	36,8%	39,1%
Part EnR - secteur chaleur	11,2%	15,4%	16,5%	23,7%	25,8%	28,9%	31,1%	33,8%	36,6%	40,1%
Part EnR - Transports *	8,2%	8,5%	8,6%	9,2%	10,2%	12,2%	15,1%	18,6%	22,3%	27,1%
Coopération européenne	800	1200	0	0	1800	1700	2600	2000	2000	2900
Part EnR globale - sans coopération	9,3%	11,6%	12,4%	16,0%	17,6%	19,6%	21,3%	23,1%	25,3%	28,5%
Part EnR globale - avec coopération	11,1%	14,7%	12,4%	16,0%	22,4%	24,2%	28,5%	28,8%	31,2%	37,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	22,0%	11,0%	28,0%	11,0%	11,0%	37,0%

Le tableau reprend à titre comparatif les parts sectorielles et la part global atteinte d'ici 2030. La comparaison montre que les mesures et politiques auront un impact positif sur les différents secteurs que ce soit le photovoltaïque et l'éolien pour l'électricité ou encore les pompes à chaleur pour le secteur de la chaleur, sans oublier l'influence des mesures d'efficacité énergétique.

Un paramètre joue un rôle non négligeable, le « aviation cap ». En effet, la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables prévoit pour le calcul de la consommation finale brute d'énergie d'un État membre que la part de l'énergie consommée dans le secteur de l'aviation est considérée comme ne dépassant pas 6,18 % de la consommation finale brute d'énergie de l'État membre en question, ce qui implique un ajustement de la consommation finale brute d'énergie.

2.2 Dimension "efficacité énergétique"

La modélisation qui est à la base de la définition des objectifs nationaux en efficacité énergétique a été établie par le STATEC, en étroite collaboration avec les experts des ministères directement concernés pour les différents secteurs, notamment concernant la définition des hypothèses de calcul et l'impact des différentes politiques et mesures (PaMs).

La base pour cette modélisation sont les modèles NEAM et ThreeME du STATEC. Le modèle NEAM tient compte des projections nationales pour l'évolution de la conjoncture et donc de l'évolution du PIB, de la population, des emplois, du nombre de frontaliers, des surfaces d'habitation, des activités tertiaires et industrielles et de construction etc., tel que résumé dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27 : Indicateurs économiques utilisés dans NEAM (évolution conjoncture)

Indicateur	Unité	2020	2025	2030	2035	2040
PIB	milliards €	59.4	67.4	77.6	85.7	95.7
Population	1000 personnes	634.7	698.6	751.4	798.1	843.6
Emploi	1000 personnes	471.6	537.7	594.5	633	671.9
Frontaliers	1000 personnes	205.4	240.3	273.2	294.8	316.6
Surface bâtiments résidentiels	millions m ²	32.4	36.7	40.7	44.5	48.4
Surface bâtiments non-résidentiels	millions m ²	13.0	14.7	16.2	17.2	18.2

Source : STATEC (2024) (scénario WAM)

À préciser que certaines politiques et mesures prises en compte dans le scénario WAM ont une influence positive sur le développement de l'économie du Luxembourg et par conséquent sur les indicateurs économiques.

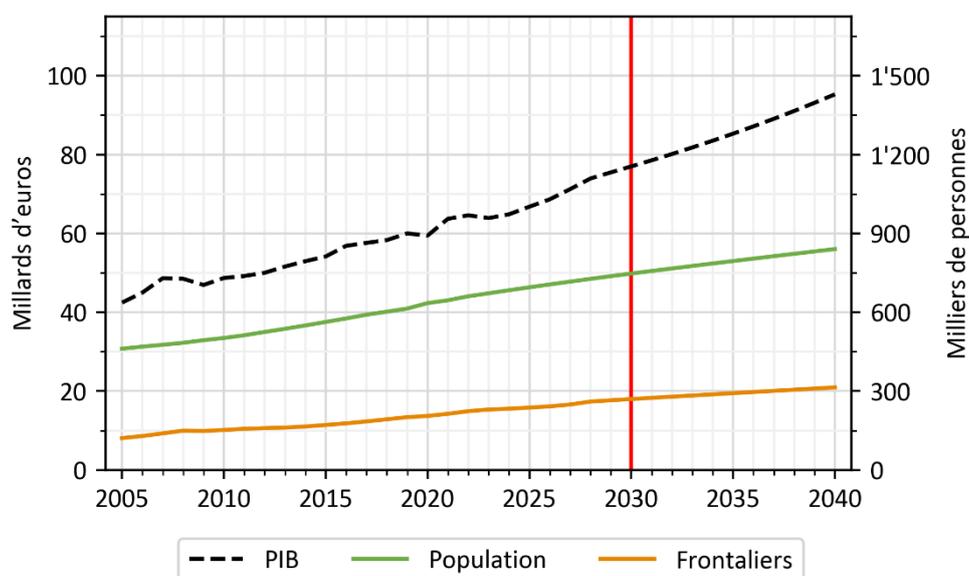
Pour différents indicateurs (le produit intérieur brut (PIB), la population, l'emploi, le nombre de frontaliers, etc.) les prévisions pour l'année 2030 sont comparées aux valeurs historiques respectives en 2020. Cette croissance dans les différents domaines est essentielle pour les objectifs du PNEC à l'horizon 2030.

Tableau 28 : Projections de conjoncture pour l'année 2030 comparées à l'année 2020

Indicateur	Unité	2020	2030	Variation
PIB	milliards €	59.4	77.6	+30.6%
Population	1000 personnes	634.7	751.4	+18.4%
Emploi	1000 personnes	471.6	594.5	+26.1%
Frontaliers	1000 personnes	205.4	273.2	+33%
Surface bâtiments résidentiels	millions m ²	32.4	40.7	+25.6%
Surface bâtiments non-résidentiels	millions m ²	13.0	16.2	+24.6%

Source : Modélisation STATEC 2024 (scénario WAM)

Figure 2 : Évolution de la conjoncture nationale



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/ DG Energie

La croissance conjoncturelle exceptionnellement élevée au Luxembourg, prise en compte dans les projections actuelles du STATEC (et dans la modélisation pour cette mise à jour du PNEC par rapport au PNEC 2020) contrebalance une partie des efforts d'amélioration de l'efficacité énergétique (qui sont pourtant bien existants et pris en compte dans la modélisation), ce qui explique pourquoi la réduction de la consommation finale d'énergie à l'horizon 2030 est relativement faible ou quasiment inexistante pour certains secteurs (tel que l'industrie manufacturière et la construction p.ex.) et est même croissante pour le secteur de l'aviation (consommation de kérosène).

En ce qui concerne les bâtiments résidentiels (logements inclus dans le secteur « ménages ») et les bâtiments tertiaires (inclus dans le secteur « commerce et services ») l'évolution de la conjoncture qui signifie évolution du PIB et par là de l'emploi, de la population et du nombre de frontaliers entraîne également une augmentation des surfaces de bâtiments, tel que représentée à la Figure 10.

Cette augmentation des surfaces de bâtiments est prise en compte dans la modélisation et toute augmentation nette (au niveau national) de la surface signifie des consommations d'énergie supplémentaires, qui contrebalancent en partie les mesures d'efficacité énergétique au niveau des bâtiments.

Toute future adaptation des projections concernant la conjoncture nationale aura par conséquent un impact direct sur la modélisation et nécessitera, le cas échéant, une adaptation des objectifs.

Remarque « directives EED et EPBD »

Les objectifs pour l'efficacité énergétique, ainsi qu'une partie des mesures additionnelles reprises dans la présente mise à jour du PNEC sont basées sur les nouvelles versions (recast) des deux directives européennes suivantes, qui prennent en compte le « Fit For 55 » (FF55) ainsi que le « REPowerEU » :

EED – Energy Efficiency Directive (directive relative à l'efficacité énergétique), (UE) 2023/1791;

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive (directive sur la performance énergétique des bâtiments), (UE) 2024/1275.

Depuis la crise sanitaire et la crise énergétique, les ambitions ont évolué et les instances européennes ont élaboré deux plans nommés « Fit for 55 » (FF55) et « REPowerEU », de sorte que les ambitions en termes d'efficacité énergétique ont été revues à la hausse au niveau européen.

La Commission européenne a établi une nouvelle référence « EU Reference Scenario 2020 » (REF2020), qui a été publiée en juillet 2021 et qui définit une nouvelle baseline pour l'année 2030, par rapport au scénario de référence « EU PRIMES 2007 » (REF2007) qui a servi de référence (et de baseline) pour le PNEC 2020 initial.

Avec l'introduction de cette nouvelle référence (REF2020), les objectifs en pourcentage d'amélioration de l'efficacité énergétique ne sont plus directement comparables entre la mise à jour du PNEC et le PNEC 2020 ; le Tableau 29 permet une comparaison par rapport aux deux scénarios de référence (à préciser que les chiffres absolus en consommation d'énergie (GWh) restent comparables indépendamment de la référence utilisée).

La nouvelle référence (REF2020) a été mise à jour par la Commission sur base des dernières données Eurostat et communiquée aux Etats membres en décembre 2023. L'objectif national du Luxembourg est comparé aussi à cette nouvelle référence.

Tableau 29 : Détermination de l'objectif en matière d'efficacité énergétique dans le cadre du plan national en matière d'énergie et de climat et sa mise à jour

OBJECTIF NATIONAL en matière d'amélioration de l'efficacité énergétique (amélioration de l'efficacité énergétique = réduction de la consommation en énergie finale)	consommation d'énergie finale en 2030 (FEC - final energy consumption, without ambient heat, including international aviation)	amélioration de l'efficacité énergétique par rapport à la référence initiale REF2007 (EU PRIMES)	amélioration (% négatif) de l'efficacité énergétique par rapport à la nouvelle référence REF2020
<i>scénario de référence REF2007 (EU PRIMES) (FECB2030)</i>	63.453 GWh	-	-
objectif EED 2018/2002(UE) (EU global -32,5%)	42.831 GWh	-32.5%	-
objectif national "PNEC 2020" (initial)	38.000 à 35.568 GWh	-40 à -44%	-
<i>nouveau scénario de référence REF2020 (update Décembre 2023) (FECB2030)</i>	<i>avec l'introduction de la nouvelle référence REF2020, la base de référence change et les objectifs (en % !) entre le PNEC 2020 initial et le nouveau PNEC 2023 ne sont plus comparables directement</i>		
	36.805 GWh	...	-
objectif EED 2023/1791(UE) avec FitFor55 + REPowerEU (new EU global target -11,7% vs REF2020; EED, Article 4, <u>corrected</u> national contribution FEC based on ambition gap mechanism)	32.564 GWh	-48.7%	-11.5%
objectif national "PNEC mise à jour 2024"	36.949 GWh	-42%	+0.4%

Source : Calculs MECO/DG Energie 2024

Le PNEC 2020 initial du Luxembourg définit un objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% pour l'année 2030 par rapport au scénario de référence de 2007 (REF2007) utilisé par l'UE pour définir l'objectif européen de -32,5%. En chiffres absolus, l'objectif luxembourgeois de -40% sur la consommation d'énergie finale (FEC) est équivalent à une consommation de 38.000 GWh en 2030 et une amélioration de -44% est équivalente à une consommation de 35.568 GWh en 2030. La Commission a qualifié cet objectif comme ambitieux (!) et le Luxembourg est un des quelques pays membres avec une évaluation positive de la Commission par rapport à cette dimension de son PNEC initial.

Objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique – contribution nationale indicative (FEC)

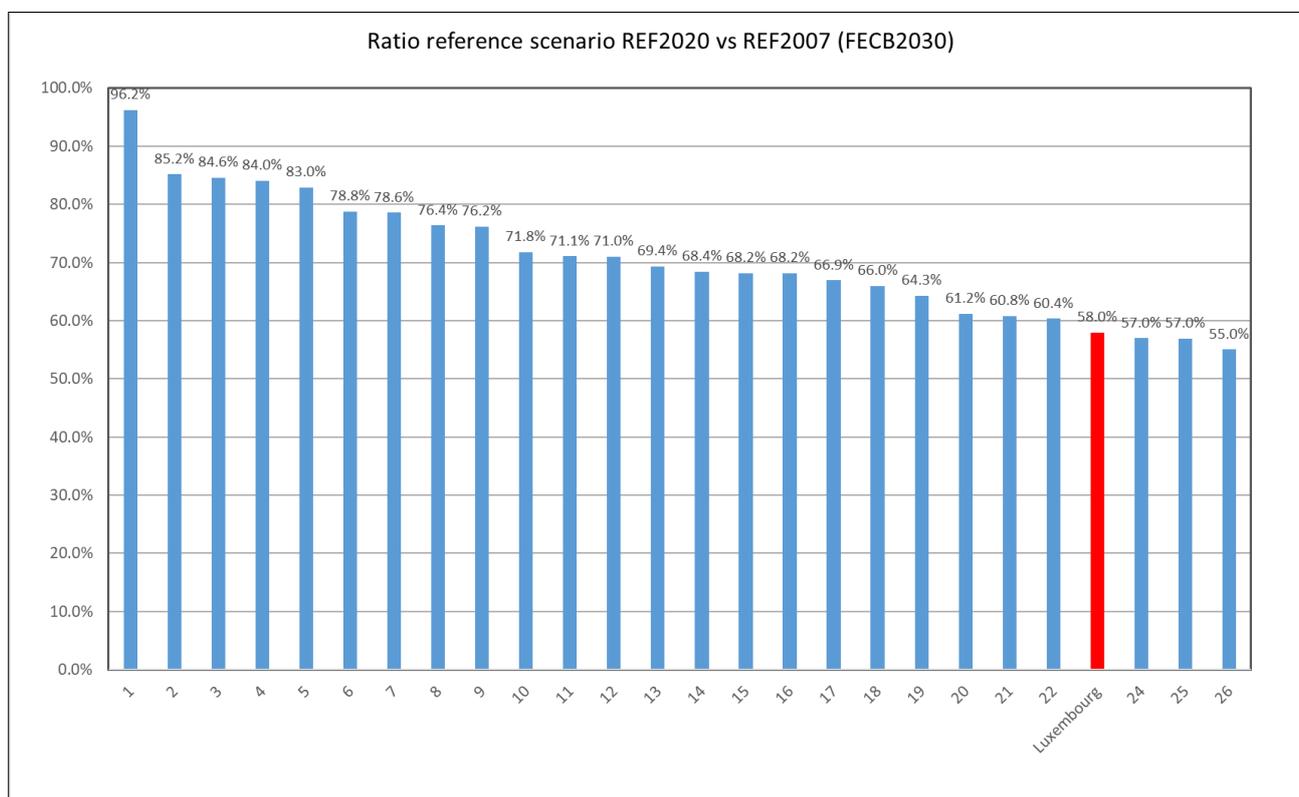
La contribution nationale indicative (objectif) en matière d'efficacité énergétique est exprimée par un pourcentage d'amélioration de l'efficacité énergétique par rapport à une valeur de référence (baseline) définie par la Commission européenne et par un chiffre en valeur absolue correspondant à un objectif de consommation en énergie finale du Luxembourg en 2030.

L'objectif ambitionné du Luxembourg concernant l'amélioration de l'efficacité énergétique défini dans son PNEC initial (2019) était basé sur le scénario de référence établi en 2007 (REF2007) par la Commission.

La Commission a établi une **nouvelle référence (REF2020)** (mise à jour en décembre 2023) **qui considère que tous les objectifs (au niveau de l'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique en 2030) sur base des politiques et mesures reprises dans le PNEC (2019) sont déjà atteints.**

La référence en FEC, c.-à-d. en consommation d'énergie finale pour 2030 sur base du **nouveau** scénario de référence (REF2020) n'est plus que de 36.805 GWh, contre 63.453 GWh sur base du scénario de référence initial (REF2007), c.-à-d. qu'il y a une réduction de 42% de la référence pour le Luxembourg.

Figure 3 : Comparaison de la REF2007 (initiale) à la nouvelle REF2020



Source : Graphique **MECO/DG Energie** sur base de chiffres publiés par la COM

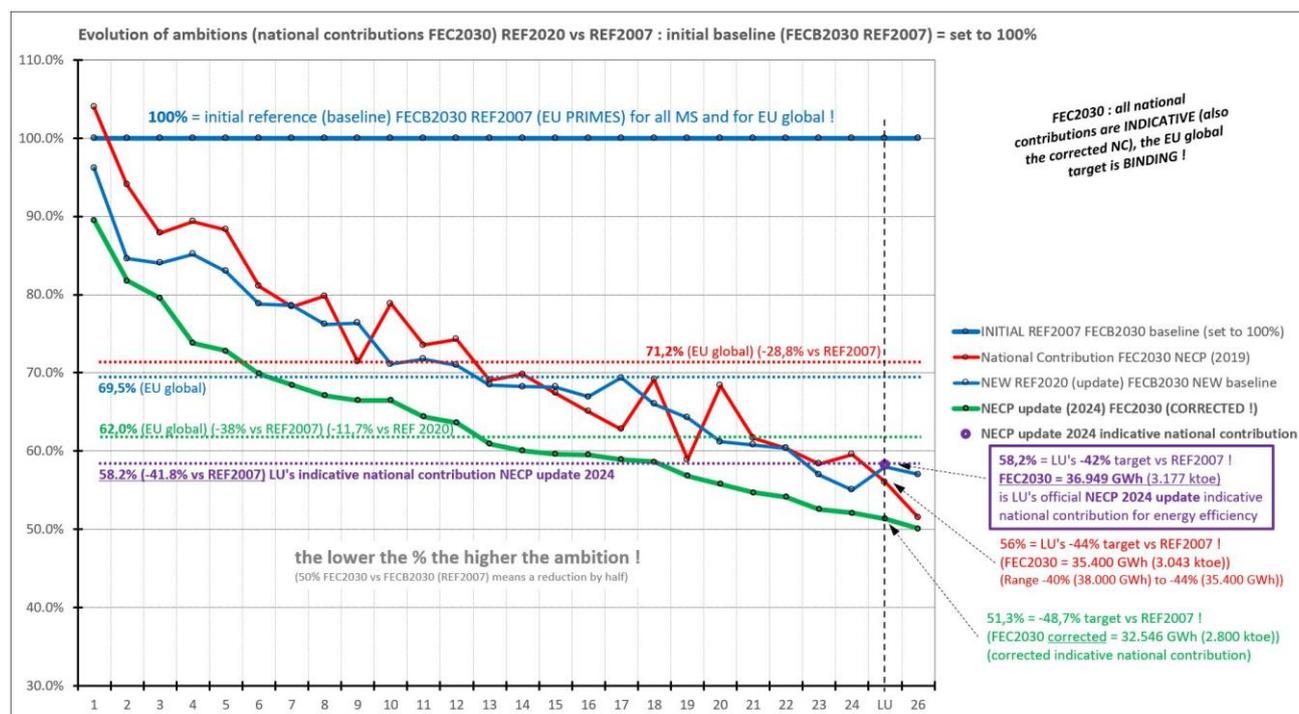
Cette méthodologie appliquée pour redéfinir une nouvelle référence, combinée avec le fait de redemander ensuite, sur base du nouveau scénario de référence REF2020 le même effort (-11,7% UE global) à tous les pays membres, indépendamment du niveau de leurs ambitions initiales (PNEC 2020) qui ont été pour ainsi dire « remises à zéro » par la nouvelle référence, défavorise les États qui étaient plus ambitieux dans leur PNEC initial → le Luxembourg supporte le fait d'avoir révisé la référence (indépendamment du fait que réviser la référence en cours de route ne facilite pas la lecture du PNEC quant aux objectifs en efficacité énergétique), mais **ne**

peut pas accepter le fait que les États membres très ambitieux (plus ambitieux que l'objectif global européen) dans leur PNEC initial ont été clairement défavorisés par la méthodologie appliquée.

Pour les États membres qui n'ont pas repris le nouvel effort volontairement dans leur projet de mise à jour du PNEC (Juillet 2023), la Commission a appliqué le « ambition gap mechanism » et défini une contribution nationale indicative corrigée, qui reste indicative ; cette contribution nationale indicative corrigée a été communiquée aux pays membres par la Commission par une note datée au 5 mars 2024¹⁵ ; la contribution indicative corrigée communiquée pour le Luxembourg s'élève à 2,80 ktoe, équivalent à 32.564 GWh de consommation d'énergie finale pour l'année 2030.

Nous tenons à remercier la Commission européenne qui a pris en compte, dans la mesure du possible et dans le cadre légal de l'application du « ambition gap mechanism », la différence au niveau des ambitions initiales (PNEC initial) entre les États membres, avec l'objectif de ne pas trop défavoriser ceux qui étaient très ambitieux initialement, mais la flexibilité autorisée par les textes réglementaires européens n'a autorisé qu'une prise en compte partielle et largement insuffisante par rapport aux très grandes différences dans les ambitions, avec le résultat que la contribution nationale indicative corrigée établie pour le Luxembourg dépasse les ambitions pour lesquelles le Luxembourg peut s'engager.

Figure 4 : Évolution des ambitions avec le passage de la référence REF2007 à la REF2020



Source : Graphique MECO/DG Energie sur base de chiffres publiés par la COM

La contribution nationale indicative (PNEC 2020 initial, -40 à -44% par rapport REF2007) **était nettement plus ambitieuse que l'objectif européen et le niveau d'ambition (objectif en valeur absolue) ne change pas avec l'introduction d'une nouvelle référence !**

L'atteinte de l'objectif national indicatif en consommation d'énergie nécessite de gros efforts, notamment en tenant compte de la croissance économique, démographique et conjoncturelle assez exceptionnelle du pays,

¹⁵ Note on the application of the 'ambition gap mechanism' in accordance with Article 4(5) of the Directive (EU) 2023/1791 on energy efficiency recast (Ref. Ares(2024)1723454 – 05/03/2024)

qui contrebalance une partie des effets de réduction de la consommation et qui doit par conséquent être compensée par des efforts supplémentaires.

Un objectif encore plus ambitieux que l'objectif ambitieux dans notre PNEC initial (2020) signifierait un frein important au futur développement et plus précisément à la croissance démographique et conjoncturelle du pays et risquerait aussi de perdre toute crédibilité et l'acceptance des parties prenantes.

Récapitulatif :

Référence initiale EU PRIMES reference scenario 2007 pour 2030 (**REF2007**) : FECB2030 = 63.453 GWh

Objectif national indicatif initial PNEC 2020 : **-40% à -44%** (REF2007) équivalent à **38.000 à 35.568 GWh**

Nouvelle référence EU PRIMES 2020 pour 2030 (**REF2020**) (référence mise à jour en janvier 2024 (avec correction pour Malte)) : FECB2030 = 36.805 GWh

Projet de mise à jour du PNEC (juillet 2023) : **-44%** (REF2007) équivalent à 35.430 GWh

Contribution nationale indicative corrigée (communiquée par la Commission européenne) : **-48,7%** (par rapport à la REF2007) équivalent à 32.564 GWh (correspondant à **-11,5 %** par rapport à la nouvelle **REF2020**)

Contribution nationale indicative retenue par le Luxembourg pour cette mise à jour du PNEC (2024) :

Contribution nationale indicative pour l'amélioration de l'efficacité énergétique établie sur base de la prise en compte (modélisation STATEC) de toutes les politiques et mesures retenues par le Gouvernement dans le cadre du scénario WAM pour cette mise à jour du PNEC : -42% (par rapport à la **REF2007**) équivalent à **36.949 GWh FEC¹⁶ en 2030** (correspondant à +0.4 % par rapport à la nouvelle REF2020).

Cet objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique est toujours situé dans la fourchette (-40 à -44%) indiquée dans notre PNEC initial (2020) et le niveau d'ambition élevé de son PNEC initial est par conséquent confirmé par le Luxembourg.

La modélisation développée pour évaluer l'impact des politiques et mesures et définir la contribution nationale indicative à atteindre n'est pas un calcul prévisionnel précis ; vu le nombre important d'hypothèses et de facteurs externes et internes ayant un impact sur le modèle, un suivi de l'évolution réelle des chiffres et une mise à jour régulière de la modélisation avec, le cas échéant, l'adaptation ou la révision de certaines hypothèses, sont nécessaires.

Trajectoire indicative pour la consommation d'énergie primaire (PEC)

L'énergie finale consommée au Luxembourg est en grande partie importée, ce qui explique le ratio énergie primaire (PEC¹⁷) / énergie finale (FEC) relativement constant et proche de 1.

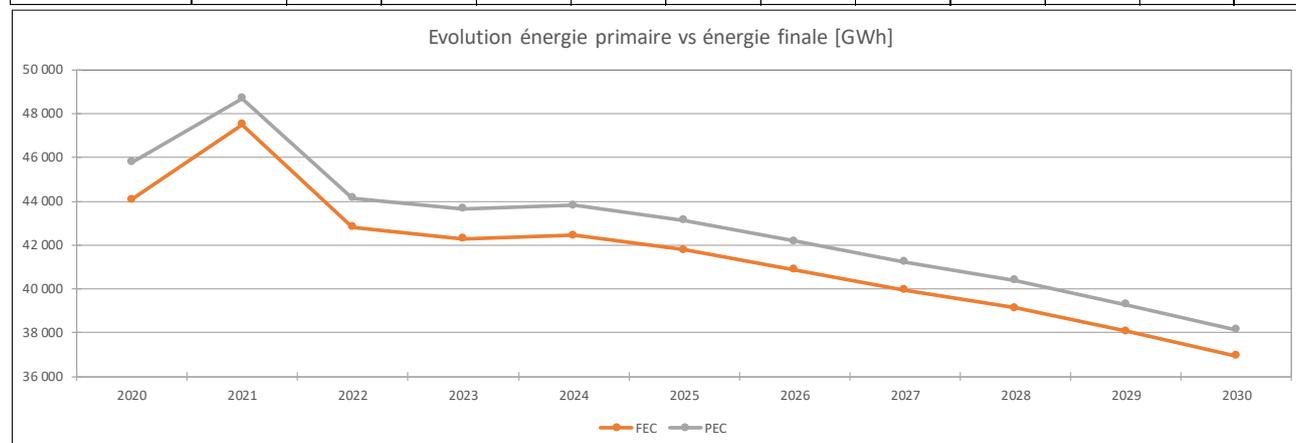
Le tableau ci-dessous montre une projection de l'évolution de la consommation d'énergie primaire, établie sur base de la trajectoire de l'évolution de la consommation d'énergie finale aboutissant à l'objectif national indicatif pour l'énergie finale en 2030.

¹⁶ FEC = Final Energy Consumption ; l'énergie finale prise en compte pour le bilan « efficacité énergétique » est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse, tel que défini dans le Energy balance guide de la Commission européenne / Eurostat (version du 31 janvier 2019))

¹⁷ PEC = Primary Energy Consumption (consommation d'énergie primaire)

Tableau 30 : Trajectoire d'évolution de l'énergie primaire (PEC)

évolution énergie primaire	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	unité
FEC	44 079	47 506	42 818	42 303	42 454	41 793	40 885	39 952	39 134	38 081	36 949	GWh
PEC	45 777	48 689	44 143	43 657	43 813	43 130	42 193	41 231	40 386	39 299	38 131	GWh
ratio PEC/FEC	1.039	1.025	1.031	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	-



Source : Modélisation STATEC 2024, calculs **MECO/DG Energie** 2024

Les secteurs qui sont considérés pour le suivi de la consommation finale d'énergie du Luxembourg sont :

- **les ménages (y inclus les bâtiments résidentiels)**
(« private Haushalte » dans le PNEC 2020)
- **l'industrie manufacturière et construction**
(« Industrie » dans le PNEC 2020)
- **le commerce et les services (y inclus les bâtiments tertiaires)**
(« Gewerbe, Handel, Dienstleistungen » dans le PNEC 2020)
- **l'agriculture**
(l'agriculture n'était pas indiquée séparément dans le PNEC 2020)
- **les transports**

Tableau 31 : Objectif général d'efficacité énergétique et variations

Consommation d'énergie finale en 2030 [GWh] et variations [%]			
	Objectifs indicatifs PNEC 2020	Objectifs PNEC 2020 vs REF2007	Objectifs indicatifs PNEC mäj 2024
Total tous les secteurs	35 568	-30%	36 949
Ménages	4 611	-40%	5 570
Tertiaire	3 205	-24%	4 434
Industrie	6 088	-17%	6 587
Transports	21 664	-15%	20 300
dont:			
Transport routier total	15 728	-38%	11 623
Transport routier diesel et essence	14 845	-41%	10 770
Aviation	5 936	0%	8 678
Autres objectifs spécifiques			
	Objectif PNEC 2020	Objectif PNEC mäj 2024	
Electromobilité: Part des voitures électriques / véhicules de type plug-in hybride dans le parc automobile d'ici 2030 (résidents)	49%	49%	

Source :Modélisation STATEC 2024, tableau MECO/DG Energie

Le scénario WAM prend en compte une modulation de la taxe CO₂ en fonction de l'évolution du différentiel de prix des carburants par rapport aux pays limitrophes au niveau du secteur des transports (carburants transport routier) qui est nécessaire dans le cadre des objectifs nationaux de réduction des émissions de GES à l'horizon 2030 et cette modulation de la taxe CO₂ est également très importante dans le cadre des objectifs en efficacité énergétique, c.-à-d. de la consommation d'énergie finale du secteur des transports, calculée sur base des carburants vendus au Luxembourg.

Le volume cumulé d'économies d'énergie au stade de l'utilisation finale à réaliser par le Luxembourg au cours de la période 2021-2030 en vertu de l'article 7, paragraphe 1, point b), relatif aux obligations en matière d'économies d'énergie et conformément à la directive 2012/27/UE modifiée se chiffrait à **21.435 GWh** (48.716 GWh x 55 x 0,8%) pour le PNEC 2020.

Ce volume cumulé d'économies d'énergie au stade de l'utilisation finale est revu à la hausse dans le cadre de la troisième révision de la directive EED 2012/27/UE, à savoir l'EED (UE) 2023/1791, et se chiffre maintenant à **42.538 GWh**. Ce montant correspond à 87,3% du montant de 48.726 GWh ou de la consommation finale d'énergie moyenne du pays (*final energy consumption (Europe 2020 – 2030)*) des années 2016, 2017 et 2018 d'après EUROSTAT, tel qu'imposé par la nouvelle directive. Les 87,3% ou 42.538 GWh correspondent au cumul des nouvelles économies d'énergie annuelles à atteindre sur la période totale de 2021 à 2030 (10 années). Le texte en révision prévoit des taux de nouvelles économies d'énergie annuelles progressifs, de 0,8% de 2021 à 2023, de 1,3% de 2024 à 2025, de 1,5% de 2026 à 2027 et de 1,9% de 2028 à 2030. Le taux d'économie d'énergie cumulé total de 87,3% représente la somme de ces taux cumulés annuels.

Tableau 32 : Mode de calcul de l'objectif global cumulé sur la période 2021 – 2030 d'après l'article 8 de la directive EED (UE) 2023/1791

2021	0.8%										0.8%
2022	0.8%		0.8%								1.6%
2023	0.8%			0.8%							2.4%
2024	1.3%				1.3%						5.2%
2025	1.3%					1.3%					6.5%
2026	1.5%		1.5%		1.5%		1.5%		1.5%		9.0%
2027	1.5%		1.5%		1.5%		1.5%		1.5%		10.5%
2028	1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		15.2%
2029	1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		17.1%
2030	1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		1.9%		19.0%
Taux d'économie d'énergie cumulé total pour la période 2021- 2030											87.3%

Source : MECO/DG Energie

Le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique EEOS (Energy Efficiency Obligation Scheme), dont les détails sont repris au chapitre 3.2, fournira jusqu'à 2030 une économie d'énergie cumulée de **13.750 GWh**. Le reste de l'obligation globale est comblé par des mesures de politique publique alternatives, décrites en détail au chapitre 3 et dont les références respectives sont reprises dans le Tableau 33. Les contributions des mesures alternatives à l'accomplissement de l'objectif global sont indiquées en pourcentage par rapport à l'économie cumulée totale à réaliser jusqu'en 2030. Les montants escomptés des économies d'énergie à atteindre par des mesures alternatives étant plus difficiles à chiffrer individuellement par mesure que celui du mécanisme d'obligations EEOS (dont l'objectif à réaliser est chiffré précisément dans une loi et suivi sur base des économies réelles déclarées annuellement par les parties obligées), les contributions des mesures alternatives à l'objectif global sont indiquées dans une fourchette de valeurs. Les économies d'énergie réalisées dans le cadre du mécanisme d'obligations EEOS sont comptabilisées à 100% au niveau national, alors que d'éventuels effets de chevauchements sont pris en compte au niveau des mesures alternatives, afin de ne pas avoir d'effet de double comptage.

Tableau 33 : Mécanisme national d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) et mesures de politique publique alternatives conformément aux articles 8, 9 et 10 de la directive EED ((UE) 2023/1791)

Mesures contribuant à l'accomplissement de l'objectif en matière d'obligation d'économies d'énergie (directive en révision articles 7 et 8)	Référence PaMs	% par rapport à l'objectif global d'économies d'énergie finale	Economie d'énergie cumulée jusqu'en 2030 (par rapport à la référence EU PRIMES 2020 (REF2020) en GWh)
CUMUL toutes les mesures		100%	42 538
Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)*	121	32%	13 750
Mesures alternatives de politique publique	-	68%	28 788
dont:			
Taxe CO2 sur les carburants liquides**	105	66%	27 970
Régime d'aides Klimabonus Wunnen (bâtiments d'habitation)	307	3 - 6%***	
Régime d'aides individuelles au logement	311	1 - 4%	
Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements	313	1 - 3%	
Régime d'aides en faveur des communes	314	1 - 2%	
Promotion des transports publics	405	6 - 9%	
Promotion de services de mobilité innovants	406	1 - 2%	
Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg	410	7 - 11%	
Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée	420	1 - 3%	
Régime d'aides pour véhicules à zéro émissions de CO2	423	4 - 6%	
Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (jusqu'à 2023 inclus)	503/504	0 - 1%	

* les effets de chevauchement avec les mesures alternatives sont corrigés directement sur celles-ci

** l'économie totale cumulée sur la période 2021-2030 modélisée sur base des chiffres fournis par STATEC

*** les pourcentages en italique sont des estimations des contributions potentielles, les effets de chevauchement corrigés

Obligations pour le secteur public

Obligation de réduction de la consommation en énergie finale

Avec la nouvelle directive EED ((UE) 2023/1791, Article 5), une nouvelle obligation concernant la consommation en énergie finale de toutes les activités du secteur public sera introduite : obligation de réduire de 1,9% par année (et ceci chaque année) la consommation finale en énergie par rapport à l'année de référence 2021. Pendant les premières 2 années après transposition de la directive, cet objectif sera encore indicatif. Ne seront pas prises en compte pour cette obligation et jusqu'au 31 décembre 2026 les consommations énergétiques des bâtiments appartenant aux administrations communales avec moins de 50.000 habitants, respectivement jusqu'au 31 décembre 2029 pour les communes avec moins de 5.000 habitants (période de « phase-in » en fonction de la taille des communes).

Tableau 34 : Consommation en énergie finale, baseline en 2021 et projection à 2030 pour les bâtiments du secteur public (définition dans l'EED (UE) 2023/1791)

Bâtiments du secteur public	Consommation en énergie finale pour l'année 2021 [MWh] (baseline)	Réduction de 1,9% par année [MWh]	Consommation en énergie finale pour l'année 2030 [MWh]**	Δ consommation énergie finale 2030 / 2021 [%]
Etat - TOTAL*	470.000 MWh	8.930 MWh	434.280 MWh	-7,6%
Etat - bâtiments (dont l'Etat est propriétaire)	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Etat - transport public	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Etat - forces armées	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Etat - autres	<i>Chiffres en cours de préparation</i>			
Communes - TOTAL***	304.232 MWh	5.780 MWh	281.112 MWh	-7,6%
dont:				
Bâtiments de bureau	18.638 MWh			
Centres de manifestations	29.734 MWh			
Écoles, écoles supérieures et universités	80.402 MWh			
Crèches et maisons relais	19.517 MWh			
Salles de sport	57.212 MWh			
Reste	98.729 MWh			

* estimation approximative sur base des données LTRS et des informations de l'ABP sur le nombre total des bâtiments

** entrée en vigueur de l'obligation deux ans après la transposition de la directive (probablement en 2027)

*** dernières consommations disponibles des bâtiments communaux pour l'année 2020 sur base d'Enercoach

Stratégie nationale de rénovation

En vertu de l'article 2bis de la directive (UE) 2018/844 du 30 mai 2018 modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, le gouvernement luxembourgeois a présenté en 2020 la suite de la stratégie nationale de rénovation énergétique à long terme des bâtiments (LTRS – Long Term Renovation Strategy). Cette stratégie de rénovation à long terme soutient la rénovation du parc national de bâtiments résidentiels et non résidentiels, tant publics que privés, en vue de la constitution d'un parc immobilier à haute efficacité énergétique et décarboné d'ici à 2050, facilitant ainsi la transformation rentable de bâtiments existants en bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle. Les lignes directrices de la stratégie de rénovation sont:

- Priorité aux rénovations intégrales et à haute efficacité énergétique : augmentation significative de la profondeur de rénovation (la quantité d'énergie économisée par rapport à l'état avant rénovation) et le taux de rénovation (nombre de bâtiment rénovés par an ;
- Accessibilité financière des mesures de rénovation énergétique ;
- Amélioration de la coordination entre la politique énergétique et la protection du patrimoine ;
- Promotion de la construction durable et de l'économie circulaire.

Ces lignes directrices sont constamment prises en compte lors de l'élaboration des outils nécessaires au progrès de la stratégie. Ces outils se déclinent sous différentes formes:

- Dispositions réglementaires (règlements et normes) ;
- Instruments de promotion et de financement ;

- Instruments fiscaux;
- Formations;
- Travail de sensibilisation et de publicité ;
- Recherche et projets pilotes.

Ces différents outils s'alignent les uns aux autres pour optimiser leur impact combiné.

D'un point de vue technique, l'accent est mis sur l'amélioration énergétique de l'enveloppe des bâtiments (isolation thermique) et sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations techniques, avec un accent particulier sur les sources d'énergie non fossiles, c.-à-d. le remplacement des anciens systèmes de chauffage basés sur les combustibles fossiles par des systèmes alimentés par des énergies renouvelables avec un accent sur la décarbonation des bâtiments par l'électrification à l'aide de pompes à chaleur, combinée à une production d'électricité photovoltaïque au niveau du bâtiment et optimisation de l'autoconsommation de cette électricité.

Les pompes à chaleur présentent l'avantage particulier de décarboner la consommation énergétique d'un bâtiment pendant son utilisation (système de chauffage électrifié sur base d'électricité renouvelable) et de réduire la consommation d'énergie finale, telle que prise en compte dans les objectifs nationaux ; l'énergie ambiante utilisée (à 2/3 contre 1/3 d'électricité) par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale consommée au Luxembourg.

Les mesures d'accompagnement telles que la formation professionnelle continue, la sensibilisation des consommateurs et des artisans et la recherche ont pour but d'identifier et de mettre en évidence les potentiels d'économie ainsi que les améliorations possibles.

Outre l'impact sur les économies d'énergie et le climat, un autre indicateur clé pour évaluer la combinaison de mesures est l'impact sur les personnes qui vivent dans les bâtiments et les utilisent, en particulier les personnes vulnérables qui sont exposées au risque de pauvreté énergétique parce que leurs revenus sont faibles tandis que leur consommation d'énergie est relativement élevée. Bien que le Luxembourg fasse partie des États membres de l'UE ayant le plus faible taux de pauvreté énergétique, bon nombre de ménages ne sont pas en mesure de se chauffer convenablement ou doivent compter sur les aides de l'État pour payer leurs factures d'énergie. Une analyse de la situation de la pauvreté énergétique révèle également que le problème n'est pas causé par les seuls prix de l'énergie, mais par le phénomène que, ces dernières années, les loyers ont augmenté à un rythme beaucoup plus rapide que le pouvoir d'achat et ceci en particulier dans les tranches de revenu inférieures. Une analyse de la pauvreté énergétique au Luxembourg est donc un élément clé de la stratégie nationale de rénovation énergétique.

Les jalons indicatifs prévus dans le cadre de la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments visent principalement le parc résidentiel. Partant d'une consommation en énergie finale des ménages de 6.438 GWh/a en 2020, l'objectif de réduction annoncé à l'horizon 2040 était de 2.715 GWh/a avec un objectif intermédiaire de 4.611 GWh/a en 2030. Cela correspond à une réduction de 28% (2030) et 58% (2040) par rapport à la consommation en énergie finale de 2020.

Sur base de l'analyse des effets des mesures existantes de la politique actuelle (chapitre 4, scénario WEM), un besoin pour de nouvelles mesures en vue d'accélérer la transition vers un parc immobilier décarboné d'ici à 2050 a été identifié et repris dans le scénario WAM de cette mise à jour.

Tableau 35 : Comparaison indicateurs LTRS vs modélisation WAM (mise à jour PNEC 2024)

Consommation en énergie finale des ménages (y inclus les bâtiments résidentiels)	2020	2030	2040	Unité
Indicateurs LTRS*	6 438	4 611	2 715	GWh
Modélisation WAM mise à jour PNEC	5 790	5 570	4 621	GWh

** A noter que les indicateurs affichés au chapitre 3.4.1 de la stratégie de rénovation à long terme (LTRS) ne sont pas identiques aux indicateurs affichés aux chapitre 4.1.1 de cette même stratégie. Seuls ces derniers indicateurs, identiques aux indicateurs du PNEC sont à retenir.*

Afin d'évaluer la stratégie nationale de rénovation énergétique de manière objective, les indicateurs actuels doivent être consolidés et complétés. L'attention est portée actuellement sur l'évaluation de la pertinence des indicateurs potentiels. Un registre de la performance énergétique des bâtiments, qui est en cours de développement (en vue des exigences de la nouvelle directive européenne EPBD (UE) 2024/1275), permettra le suivi de l'évolution, entre-autres, de la classe d'isolation thermique des bâtiments existants, indicateur de l'évolution de la rénovation énergétique.

Obligation de rénovation énergétique des bâtiments publics

Selon la stratégie d'assainissement énergétique de l'Administration des bâtiments publics, basée sur la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), 3% de la surface des bâtiments attribués à l'Etat central ont été rénovés les dernières années.

D'après les données de l'Administration des bâtiments publics (ABP) et en ligne avec l'article 5 de la directive EED, une surface de 61.050 m² (sur une surface totale de 126.253 m² de bâtiments occupés par l'Etat central) serait encore concernée par l'obligation de rénovation à la fin de l'année 2020. Il en résulte qu'une surface de 1.832 m² (soit 3%) serait à rénover en 2021, 1.777 m² en 2022 et ainsi de suite, pour arriver à une surface totale cumulée à rénover énergétiquement entre 2021 et 2030 de 16.030 m².

Avec la nouvelle directive EED ((UE) 2023/1791, Article 6), une nouvelle obligation de rénovation de 3% par an des bâtiments dont le secteur public est propriétaire (et qui ont une performance énergétique moins performante que le niveau nZEB) est introduite. Avec cette exigence européenne, ce ne sera plus exclusivement l'Etat central qui est concerné, mais bien tous les organismes publics, à savoir l'Etat, les communes et les syndicats communaux, entre autres.

Nouvelle définition reprise de l'EED (UE) 2023/1791 :

12) «organismes publics»: les autorités nationales, régionales ou locales et les entités directement financées et administrées par ces autorités mais n'ayant pas de caractère industriel ou commercial;

(35) Pour remplir leur obligation, les États membres devraient cibler la consommation d'énergie finale de l'ensemble des services publics et de toutes les installations des organismes publics. Pour déterminer le spectre des destinataires concernés, les États membres devraient appliquer la définition des «organismes publics» figurant dans la présente directive, selon laquelle l'expression «directement financées par ces autorités» signifie que ces entités sont principalement financées par des fonds publics et l'expression «administrées par ces autorités» signifie qu'une autorité nationale, régionale ou locale dispose d'une majorité en ce qui concerne le choix de la direction de l'entité. L'obligation peut être remplie en réduisant la consommation d'énergie finale dans n'importe quel pan du secteur public, comme les transports, les bâtiments publics, les soins de santé, l'aménagement du territoire, la gestion de l'eau et le traitement des eaux usées, l'épuration de l'eau et des eaux résiduaires, la gestion des déchets, les réseaux de chaleur et de froid, la distribution et le stockage de l'énergie et l'approvisionnement en énergie, l'éclairage public, la planification des infrastructures, l'éducation et les services sociaux. Les États membres peuvent également inclure d'autres types de services lors de la transposition de la présente directive. Pour diminuer la charge administrative pesant sur les organismes publics, les États membres devraient créer des outils ou des plateformes numériques pour collecter des données agrégées sur la consommation des organismes publics, les rendre publiques et les communiquer à la Commission. Les États membres devraient transmettre la planification et les rapports annuels sur la consommation des organismes publics sous forme agrégée par secteur.

Le niveau nZEB (nearly Zero Energy Building) très ambitieux qui est actuellement défini au niveau national pour les nouvelles constructions par le règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments sera complété par un niveau de performance énergétique « **nZEB rénovation** » (nZEB_{rénovation}), qui sera défini dans le cadre de la transposition de la directive EPBD ((UE) 2024/1275) et de l'introduction de standards minima de performance énergétique (MEPS – Minimum Energy Performance Standards (EPBD)), en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive) ; ce niveau nZEB_{rénovation} sera l'exigence minimale dans le cadre des futures obligations de rénover (notamment pour le secteur public).

Dans le cadre des obligations de rénovation, des règles moins exigeantes sont envisagées pour certaines catégories de bâtiments, tels les bâtiments protégés (patrimoine protégé).

Tableau 36 : Surface des bâtiments publics (d'après la définition en vigueur en année en question) concernée par l'obligation de rénover au moins 3% de surface utile par année (à un niveau de performance nZEB d'après le texte actuel pour la révision de la directive)

Exigences	PNEC 2020	PNEC mise à jour	Δ PNEC m ² / 2020
Surface totale de bâtiments dont la performance énergétique était plus faible que le minimum	Bâtiments occupés par l'Etat central: 126.253 m² (au 31.12.2020) (niveau < niveau minimum requis par RGD sur la performance énergétique des bâtiments)	Bâtiments dont l'Etat est propriétaire: 5.400.000 m² (au 31.12.2022)* (niveau < niveau nZEB requis par RGD sur la performance énergétique des bâtiments)	+ 5.273.747 m²

* Le chiffre indiqué ne représente qu'une estimation de la surface totale des bâtiments de l'Etat à la fin de l'année 2022, vu qu'il n'est pas possible de déterminer la surface totale à isoler (niveau de performance moins élevé que le niveau nZEB) entre autres faute de définition finale qui sera retenue dans le cadre de la révision des directives EED ((UE) 2023/1791) et EPBD ((UE) 2024/1275). Une liste de tous les bâtiments publics

concernés sur base de la nouvelle définition devra être établie, identifiant les bâtiments visés par l'obligation de rénovation avec les surfaces et consommations énergétiques respectives.

Objectifs d'efficacité énergétique suivant secteur

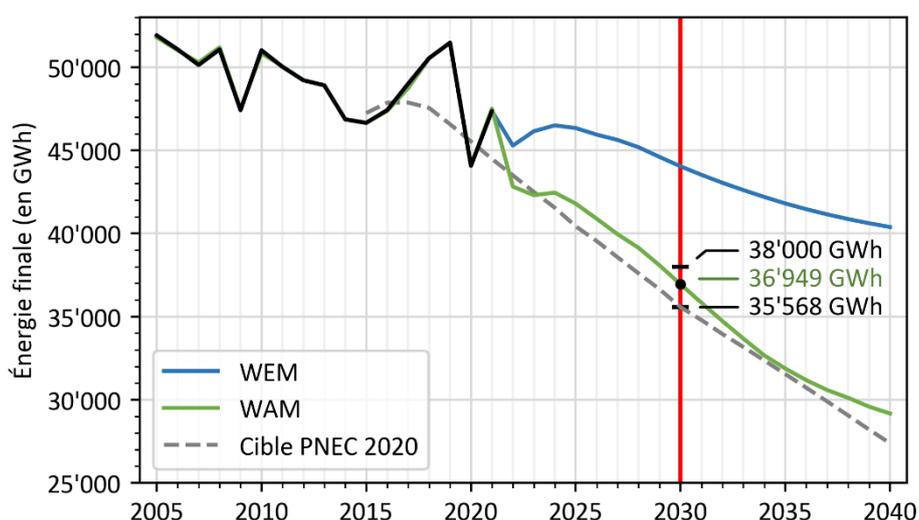
Les figures ci-dessous comparent l'évolution de la consommation d'énergie finale pour les scénarios PNEC 2020 (objectif) vs WEM vs WAM (WEM et WAM étant basés sur la nouvelle modélisation STATEC qui est la base pour cette mise à jour du PNEC).

L'énergie finale considérée ici est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse.

TOTAL tous les secteurs

L'objectif d'efficacité énergétique global pour tous les secteurs, modélisé dans le scénario WAM est représenté dans la figure ci-dessous. L'objectif ambitieux en consommation d'énergie finale de 36.949 GWh en 2030 équivalant à -42% par rapport à la REF2007 se situe toujours dans la fourchette d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la référence REF2007 définie comme objectif national dans le PNEC 2020 initial.

Figure 5 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – TOTAL tous les secteurs



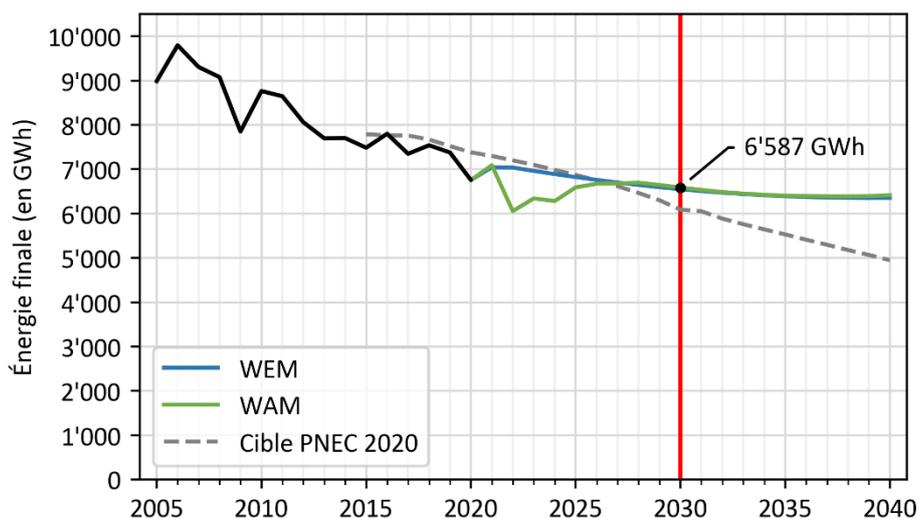
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Industrie manufacturière et construction

Sur base des projections d'évolution de la conjoncture, l'accroissement continu des activités du secteur des industries manufacturières et de la construction contrebalance une bonne partie de l'amélioration de l'efficacité énergétique dans ce secteur, ce qui explique la consommation d'énergie finale pratiquement constante entre 2020 et 2040, avec de légères fluctuations.

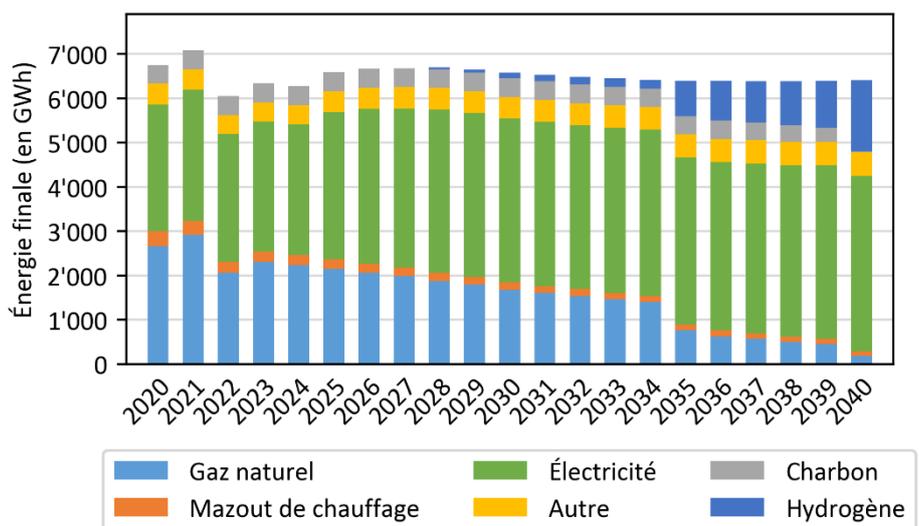
À préciser que l'accroissement des activités se fait surtout au niveau des entreprises non-ETS et qu'il n'y a pratiquement pas d'évolution au niveau des entreprises ETS.

Figure 6 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Industries manufacturières et construction



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 7 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Industries manufacturières et construction



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

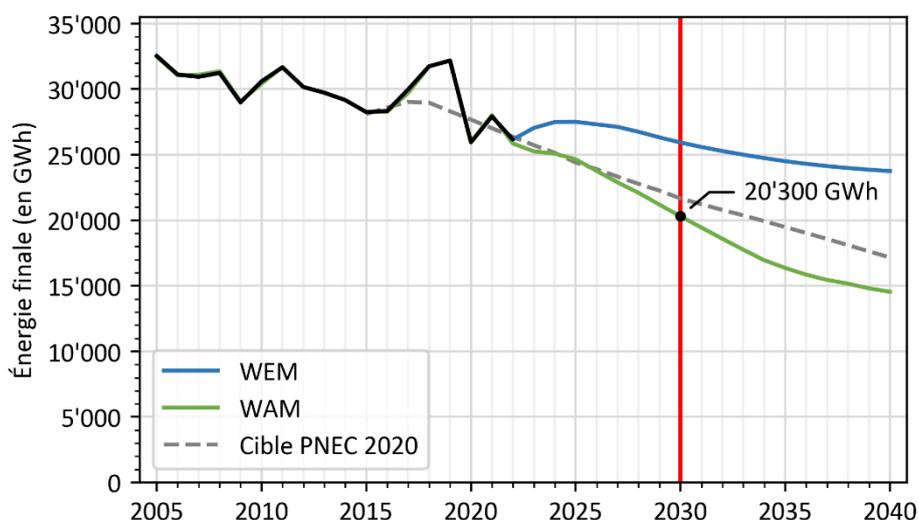
Transports

La forte baisse de la consommation en énergie finale du secteur des transports est influencée en premier lieu par la modulation de la taxe CO₂ en fonction de l'évolution du différentiel de prix des carburants par rapport aux pays limitrophes (carburants transport routier).

L'électrification du secteur des transports a une influence très importante, aussi bien sur la consommation en énergie finale que sur la réduction des émissions de GES du secteur.

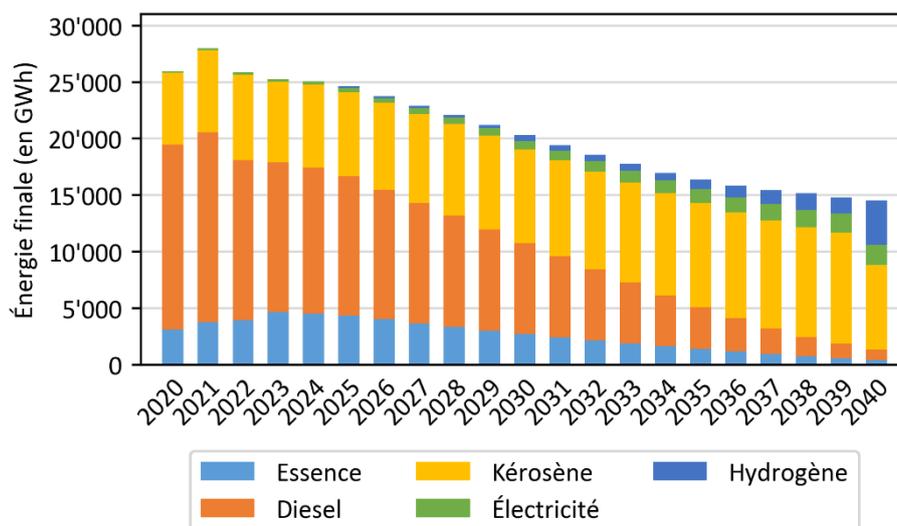
La forte croissance du secteur de l'aviation (transport de passagers et fret) contrebalance une partie des améliorations au niveau de l'efficacité énergétique.

Figure 8 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Transports



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 9 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Transports

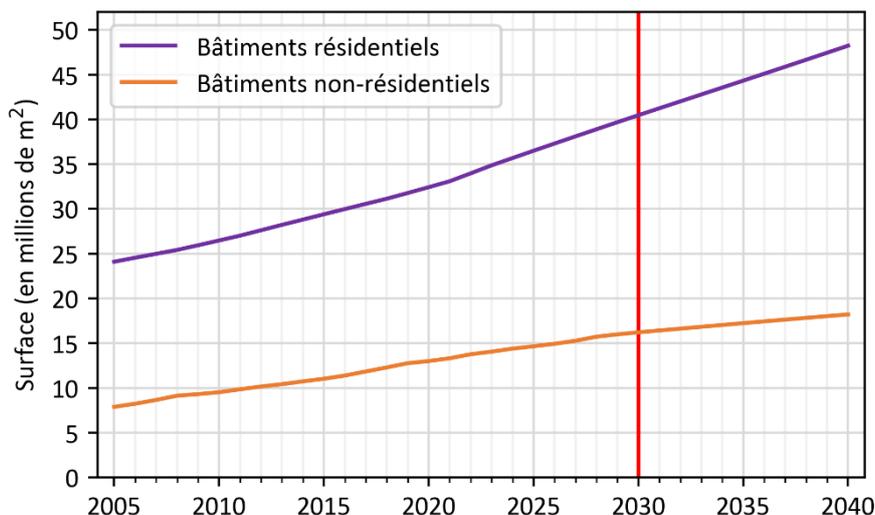


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Ménages (y inclus bâtiments résidentiels)

Pour le secteur des ménages, ainsi que pour le secteur du commerce et des services, il faut prendre en compte la forte évolution des surfaces des bâtiments (sur base de l'évolution de la démographie et de la conjoncture) (telle que reprise dans l'illustration suivante) lorsqu'on interprète l'évolution de la consommation d'énergie finale.

Figure 10 : Évolution des surfaces des bâtiments – Ménages (bâtiments résidentiels) et Commerces et services (bâtiments tertiaires)

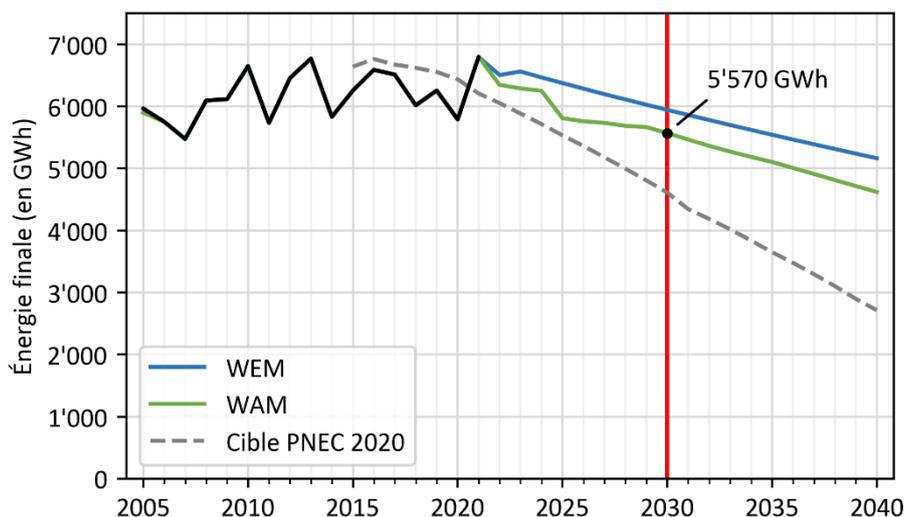


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

L'énergie consommée par les ménages est en grande partie liée directement à l'utilisation (chauffage) des bâtiments résidentiels.

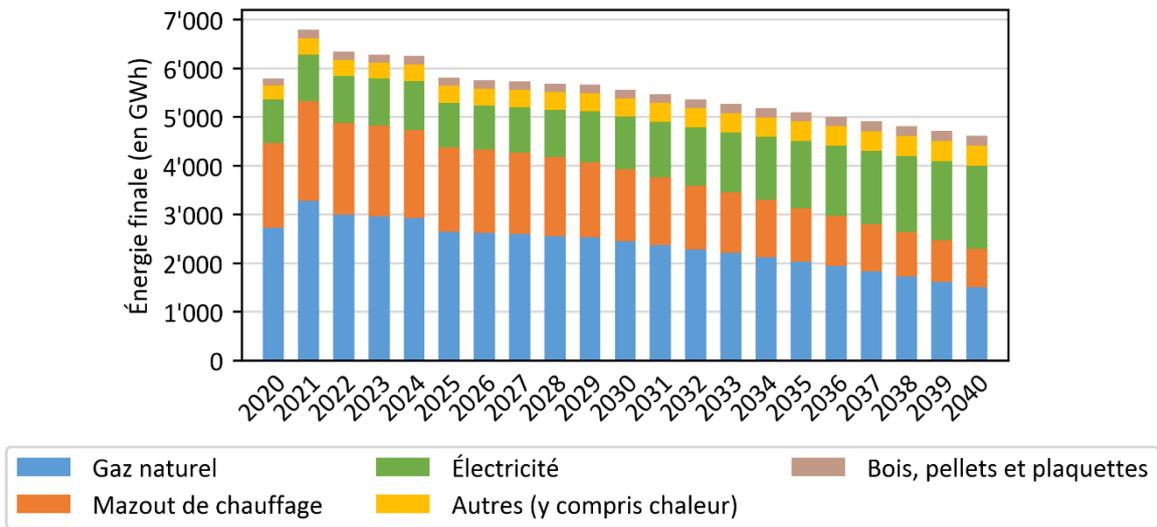
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et, spécifiquement pour les pompes à chaleur, un effet important sur la réduction de l'énergie finale consommée.

Figure 11 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Ménages



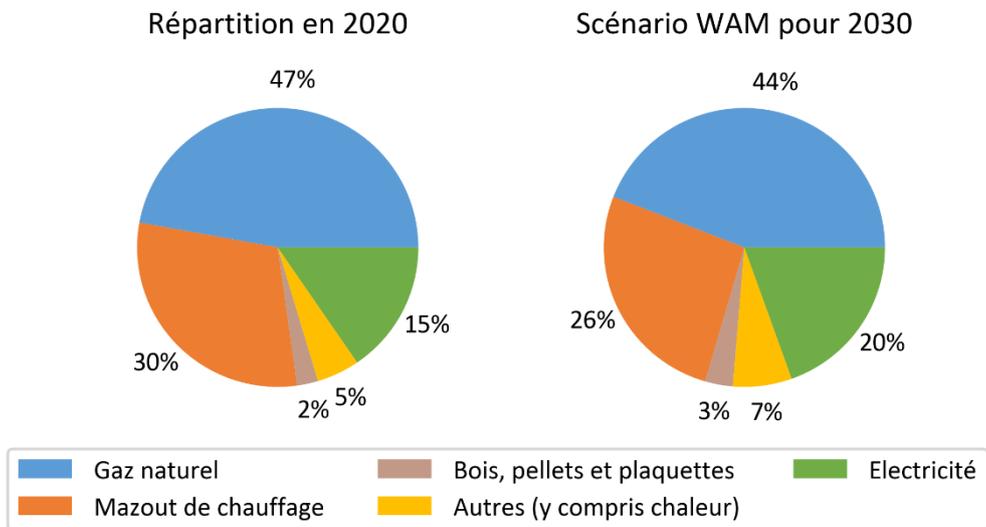
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 12 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Ménages



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 13 : Répartition suivant vecteur énergétique – Ménages



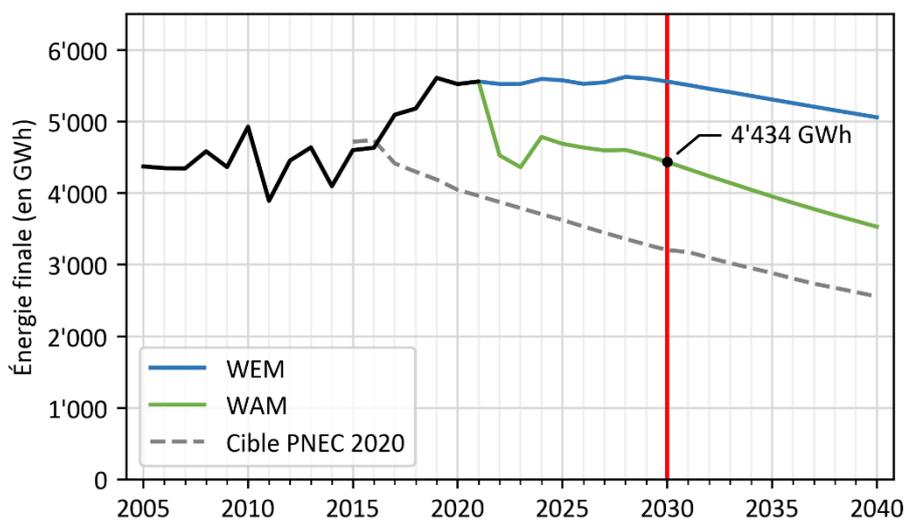
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Commerces et services (y inclus bâtiments tertiaires)

Ce secteur comprend les bâtiments tertiaires mais également toutes les activités de commerce et services (qui ne sont pas attribuées spécifiquement à un autre secteur).

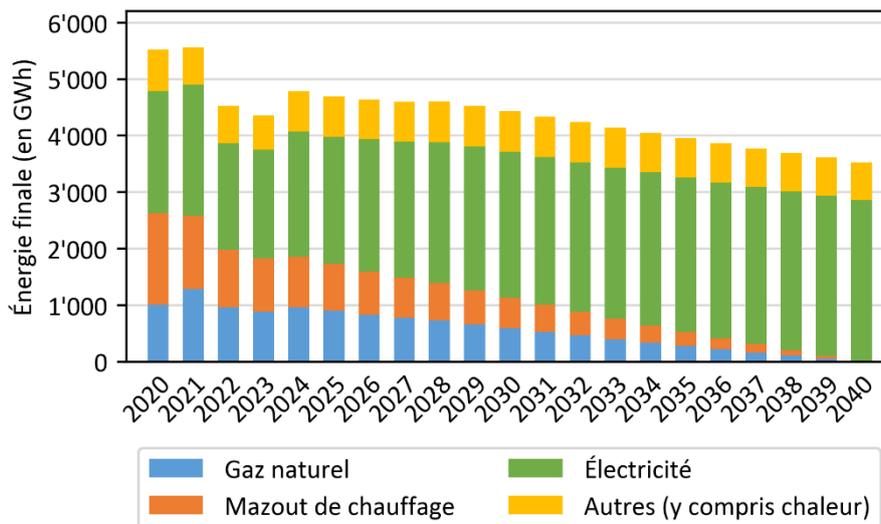
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et un effet important sur la réduction de l'énergie finale consommée (vu que la chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale (FEC without ambient heat)).

Figure 14 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Commerces et services



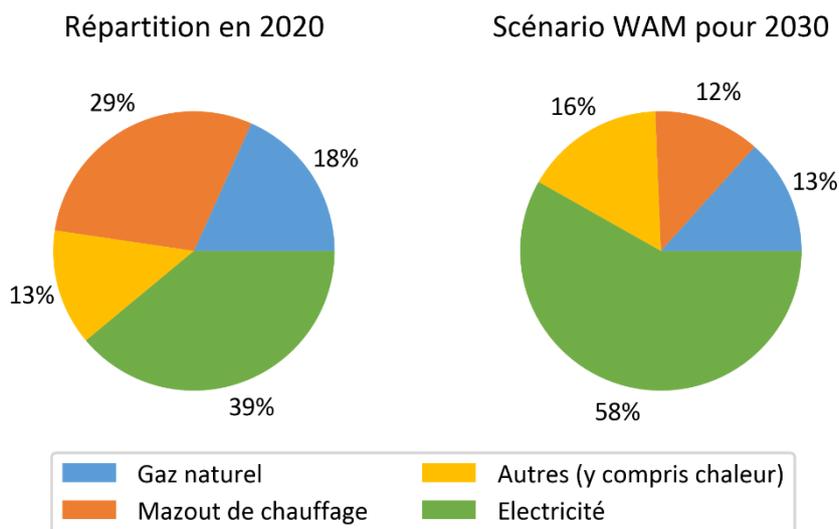
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 15 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Commerces et services



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 16 : Répartition suivant vecteur énergétique – Commerces et services

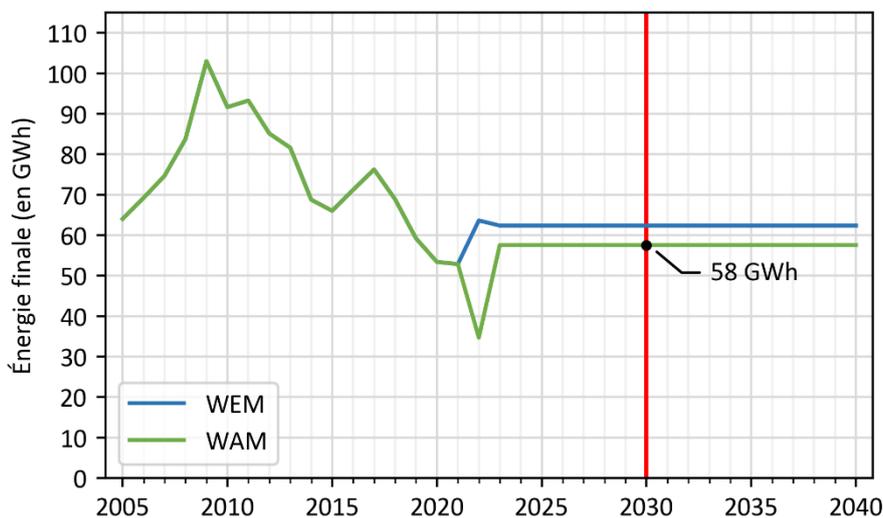


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Agriculture

Le secteur de l’agriculture a une consommation d’énergie finale relativement faible par rapport aux autres secteurs considérés ci-dessus. La Figure 17 montre l’évolution de sa consommation d’énergie finale jusqu’en 2040.

Figure 17 : Scénario WAM – Agriculture



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

2.3 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"

En ligne avec les statistiques des années et décades précédentes, l'objectif principal du Luxembourg est d'assurer un niveau de sécurité d'approvisionnement énergétique très élevé pour tout type d'énergie, et de rester parmi les pays avec le niveau le plus élevé en Europe.

En même temps, l'objectif est aussi de suivre une approche efficace, c.à.d. de garder un bon équilibre entre le niveau de sécurité attendu par rapport aux ressources investies par l'état et les consommateurs. De plus, la sécurité d'approvisionnement devra être assurée moyennant des investissements durable, besoin qui est clairement renforcé par le nouveau contexte géopolitique et la crise énergétique suite à la guerre en Ukraine. Ainsi, la stratégie devra se baser dans la mesure du possible sur l'efficacité énergétique ainsi que les ressources locales et renouvelables.

L'expansion des énergies renouvelables nécessaires à la réalisation des objectifs permettra au Luxembourg de réduire considérablement sa dépendance vis-à-vis des importations d'électricité. Toutefois, en raison de l'énorme demande en électricité du secteur industriel, les sources d'énergie nationales ne suffiront pas à couvrir l'approvisionnement énergétique du Luxembourg à l'avenir. Dans le domaine de la flexibilité de la charge, le Luxembourg vise à augmenter considérablement la part des consommateurs participant activement au marché de l'électricité.

La stratégie pour réduire la consommation de gaz et, par conséquent, diminuer la dépendance énergétique, nécessite une approche diversifiée. Tout d'abord, suite à la campagne nationale d'économie d'énergie "Zesumme spueren - Zesummenhaale", lancée pendant la crise énergétique afin d'inciter le grand public à réduire sa consommation d'énergie, une nouvelle campagne intitulée "Ton énergie fait la différence" a été initiée. Cette campagne s'inscrit dans la continuité de la précédente, mais adopte une approche plus globale en abordant la transition énergétique et la manière dont chacun peut y contribuer. Dans le secteur industriel, les mesures principales pour réduire la consommation de gaz incluent l'électrification des processus et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Quant au secteur immobilier, l'application de normes strictes d'isolation thermique pour les bâtiments, ainsi que la mise en œuvre d'une stratégie de rénovation, permettront un abandon progressif du gaz naturel. De plus, dans le secteur de l'électricité, une transition progressive de la production d'électricité à base de gaz sera réalisée grâce à une augmentation significative de la production d'électricité à partir de sources renouvelables.

Néanmoins, étant donné que le Luxembourg dépend des importations d'énergie, le marché intérieur européen de l'électricité et du gaz se doit d'être pleinement opérationnel. Le pays souhaite donc accélérer l'achèvement du marché intérieur de l'électricité et du gaz avec une concurrence transfrontalière intensive entre les fournisseurs ainsi qu'avec un élargissement et une diversification d'offres au niveau des énergies renouvelables, par exemple par le biais de renewable PPAs. Entre autres, l'investissement dans l'énergie éolienne off-shore offre une voie intéressante pour soutenir la sécurité de l'approvisionnement énergétique grâce à la disponibilité élevée des ressources éoliennes. Par conséquent, le Luxembourg est également favorable à un renforcement de la coopération régionale dans le domaine de la sécurité d'approvisionnement en énergie, et vise à accélérer le développement de la flexibilité de la demande et son intégration dans le marché intérieur afin d'adresser l'intermittence de certaines énergies renouvelables.

En raison de leurs obligations légales, les fournisseurs de réseau électrique et de gaz attachent une grande importance au bon état de leur infrastructure, voulant celle-ci à la pointe de la technologie. La capacité disponible des réseaux doit répondre aux exigences croissantes du développement économique et démographique du pays. L'installation généralisée de compteurs intelligents pour tous les consommateurs permettra aux fournisseurs de réseau de gérer leurs réseaux de manière encore plus intelligente et sécurisée.

Dans l'intérêt de la sécurité de l'approvisionnement dans le secteur du pétrole, il sera important à l'avenir de pouvoir continuer à diversifier les pays d'origine ainsi que les chemins d'approvisionnement. Étant donné que l'approvisionnement en carburant de l'aéroport de Luxembourg est directement assuré par un réseau d'oléoducs souterrain (CEPS), la diversification des voies d'approvisionnement concerne principalement les produits pétroliers tels que le diesel, l'essence et le mazout de chauffage. En effet, la majeure partie des importations se fait par la route, alors qu'environ un cinquième seulement se fait par transport ferroviaire. La part restante des importations se fait par transport fluvial intérieur sur la Moselle vers le seul port du Luxembourg à Merttert.

En tant que membre de l'Union européenne et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), le Luxembourg est tenu de disposer d'une réserve de pétrole correspondant à une moyenne de 90 jours d'importations de l'année précédente. Les importateurs de produits pétroliers sont d'ailleurs soumis à l'obligation légale nationale de stockage de huit jours sur le territoire national, de 37 jours sur le territoire régional en dehors du Luxembourg et des quantités restantes dans le reste de l'UE.

Pour l'hydrogène, l'objectif sera dans un premier temps de déterminer le niveau de sécurité à envisager pour l'approvisionnement en hydrogène, afin de pouvoir définir ensuite les mesures nécessaires pour sécuriser l'approvisionnement en hydrogène au niveau requis. De plus, l'hydrogène pourrait renforcer encore la sécurité d'approvisionnement en électricité du Luxembourg en ouvrant une voie supplémentaire pour augmenter la flexibilité dans le réseau électrique au niveau national et en offrant des possibilités de stockage saisonnier au niveau européen.

Concernant les différents plans gouvernementaux pour répondre aux diverses crises dans les secteurs de l'énergie, plusieurs plans ont été révisés en tenant compte du nouveau contexte géopolitique. Cela englobe notamment le plan de préparation aux risques dans le secteur de l'électricité, ainsi que le plan d'action préventive et le plan d'urgence dans le secteur du gaz. La stratégie du gouvernement consistera à évaluer régulièrement ces plans en tenant compte des évolutions géopolitiques futures. Le Gouvernement se prépare également aux effets du changement climatique et à son impact futur sur les infrastructures énergétiques. La mise à jour de la stratégie et du plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg, actuellement en cours d'élaboration, prend en compte les nouvelles connaissances scientifiques, le nouveau contexte légal ainsi que l'expérience acquise lors du dernier cycle et améliorera ainsi la stratégie existante qui a été adoptée par le Gouvernement le 12 octobre 2018.

2.4 Dimension "marché intérieur de l'énergie"

2.4.1 Interconnexion électrique

Malgré les objectifs ambitieux pour faire avancer la production nationale d'énergie renouvelable, le Luxembourg restera dépendant d'importations pour couvrir ses besoins en électricité. Par conséquent, le pays requiert un niveau d'interconnexion élevé au-delà des niveaux d'interconnexion des autres pays de l'UE. Les capacités d'interconnexion du Luxembourg dépassent déjà de loin les objectifs européens de 15% pour 2030. Le niveau d'interconnexion (N-0) avec l'Allemagne équivaut actuellement à environ 230 %, calculé par rapport à la charge maximale annuelle. Les projets d'expansion du réseau prévus permettront d'augmenter ce niveau à environ 400 % en 2030, offrant ainsi des réserves suffisantes pour faire face aux futures augmentations de consommation dans tous les domaines.

La connexion au réseau électrique avec la Belgique est une connexion de soutien qui augmente la sécurité globale d'approvisionnement du Luxembourg et elle est surtout utile en cas d'indisponibilité majeure non planifiée du côté allemand.

2.4.2 Infrastructures de transport de l'énergie

Dans le secteur gazier, l'infrastructure actuelle du réseau de transport est considérée comme suffisante, d'autant plus que le démantèlement de l'ancienne centrale turbine gaz-vapeur (TGV) TwinErg a considérablement fait baisser la consommation de gaz en période de pointe. Aucune expansion supplémentaire des raccordements transfrontaliers n'est nécessaire. Parallèlement, le marché commun du gaz avec la Belgique, existant depuis 2015, sera davantage approfondi.

Dans le secteur de l'électricité, le Luxembourg compte bien augmenter davantage son intégration dans le réseau européen interconnecté à moyen terme. Le renforcement des interconnexions existantes est en effet nécessaire, étant donnée la hausse attendue de la demande d'électricité et de la charge de pointe en raison de la croissance démographique prévue, la diversification des activités économiques ainsi que la croissance économique générale. Par conséquent, le gestionnaire de réseau de transport Creos prévoit la construction d'une ligne 380 kV pour remplacer l'une des double lignes 220 kV vers l'Allemagne d'ici fin 2028. Il n'est cependant pas prévu de raccorder le réseau électrique public luxembourgeois au réseau électrique français.

Dans le domaine de l'hydrogène, la stratégie hydrogène du Luxembourg est publique depuis fin 2021. Dans la suite de cette stratégie, et sous initiative luxembourgeoise, le groupe de travail hydrogène au sein du Secrétariat général du Benelux a amorcé une procédure afin de lancer une étude dans le cadre des objectifs de décarbonation de la société, sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l'hydrogène au sein de la région Benelux et les interconnexions avec les régions voisines qui sera finalisée prochainement.

2.4.3 Intégration du marché

Du point de vue luxembourgeois, l'achèvement du marché intérieur de l'énergie reste particulièrement important pour le secteur de l'électricité. Le Luxembourg soutient les efforts de la Commission européenne en vue de développer une nouvelle conception du marché européen pour les marchés de l'électricité. Cette conception du marché de l'électricité au sein des États membres se doit avant tout d'être cohérente. Les approches nationales spécifiques pèsent sur les consommateurs d'électricité, négligent l'impact sur les autres États membres et, dans le pire des cas, compromettent la sécurité d'approvisionnement.

Le gouvernement luxembourgeois, l'ILR et le gestionnaire de réseau de transport Creos participent activement au développement du marché intérieur de l'électricité dans les organismes et institutions européens.

La coopération dans le cadre du Forum pentalatéral de l'Énergie (PLEF), qui comprend la Belgique, les Pays-Bas, la France, l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse, est particulièrement importante. Cette région étroitement liée sur le plan technique et économique joue depuis des années un rôle de pionnier dans la convergence des

marchés européens de l'électricité. Au sein du PLEF, la forte intégration des marchés de l'électricité allemand et luxembourgeois dans l'espace de marché transfrontalier se distingue une fois de plus. Le Luxembourg souhaite maintenir cet espace de marché commun et approfondir davantage la coopération.

Il examinera si la conclusion d'accords bilatéraux avec d'autres États membres en matière de solidarité mutuelle en cas de crises énergétiques peut améliorer la sécurité d'approvisionnement au Luxembourg.

En comparaison avec le reste de l'Europe, les prix de l'électricité et du gaz au Luxembourg sont bien inférieurs à la moyenne. Toutefois, la proportion de consommateurs qui changent de fournisseur est relativement faible. Dans ce contexte, il est important de maintenir la comparabilité et la transparence. La comparaison active des tarifs d'un fournisseur avec ceux de ses concurrents ainsi que, le cas échéant, le changement de fournisseur peuvent permettre aux consommateurs de réduire considérablement leurs factures d'énergie. Il est donc important de pouvoir comparer les prix en toute transparence, y compris pour de nouveaux types d'offres tels que des prix dynamiques.

Le Luxembourg a remplacé 98 % des compteurs d'électricité par des compteurs intelligents. Cette nouvelle donne permet et permettra d'améliorer l'intégration des marchés des consommateurs actifs, que ce soit à travers une production décentralisée ou une participation active à des marchés flexibles à définir, par de l'autoconsommation individuelle ou collective de l'électricité produite soi-même ou par la participation dans des communautés énergétiques.

Afin d'améliorer l'intégration des marchés des énergies renouvelables, le Luxembourg avait déjà converti une partie de son régime d'aides en une prime de marché glissante. D'autre part l'autoconsommation est promue par des aides à l'investissement conséquents en contrepartie au renoncement des primes d'injection.

Afin de minimiser le risque de problème d'approvisionnement dans le secteur du gaz naturel, ainsi que d'augmenter la sécurité d'approvisionnement et d'intégrer les marchés en général, le gestionnaire de réseau gazier belge Fluxys et Creos ont réuni en 2015 les deux marchés gaziers nationaux en un marché transfrontalier. Grâce à cette fusion des marchés, la capacité non interruptible disponible à la frontière belgo-luxembourgeoise a également été considérablement augmentée à son maximum. Ceci permet d'augmenter considérablement la capacité non interruptible, même sans expansion des lignes, et d'assurer la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg à long terme. Ce marché commun permet en outre aux entreprises de pouvoir recourir pour leur approvisionnement à un marché plus concurrentiel et fluide.

Le marché de l'hydrogène n'existant pas encore à la même échelle que les autres marchés de l'énergie, le développement d'un tel marché sera accompagné activement et l'intégration du Luxembourg dans un tel marché européen sera promue en vue de la transition de l'économie vers une économie décarbonnée.

2.4.4 Précarité énergétique

Le changement climatique et les effets des énergies fossiles sur la santé touchent particulièrement les couches de population à faible revenu. L'action pour le climat contribue donc aussi de manière concrète à plus de justice sociale. Il faut cependant aussi intégrer les mesures de lutte contre le changement climatique sur le plan social afin de prévenir la précarité énergétique.

Le Luxembourg mène une politique de grande envergure pour lutter contre la pauvreté générale (salaire minimum, REVIS, ...). Le pays dispose d'ailleurs d'un certain nombre de mesures visant à fournir une aide ciblée aux personnes touchées par la précarité énergétique. En vertu des lois du 1er août 2007 relatives à l'organisation du marché de l'électricité et à l'organisation du marché du gaz naturel, un client résidentiel se trouvant dans l'incapacité de payer ses factures d'électricité ou de gaz peut obtenir une aide sociale auprès de l'office social compétent.

La loi du 18 décembre 2009 organisant l'aide sociale prévoit, pour sa part, que, lors de l'application des procédures prévues par les lois susmentionnées sur l'organisation du marché de l'électricité et du gaz naturel, l'office social compétent doit procéder à un examen pour déterminer, si le client résidentiel est, oui ou non, en mesure de payer ses factures d'énergie et s'il a droit à une aide sociale.

Une attention particulière doit être accordée à la lutte contre la pauvreté énergétique dans le secteur du logement : la hausse des prix du logement au Luxembourg représente aujourd'hui un défi social majeur. Les couches de population à faible revenu ont souvent juste les moyens de louer des logements mal entretenus à faible performance énergétique dans des bâtiments anciens. Par conséquent, le gouvernement encourage tout spécialement la création de logements abordables. Dans le secteur du logement, les mesures d'efficacité énergétique seront conçues de manière à améliorer le bilan énergétique national et les conditions de vie des couches de population à faible revenu.

Des programmes ciblés (« Klimabonus ») sont mis en place afin de contrer la hausse des prix du carbone en créant d'importantes incitations financières qui permettront aux propriétaires de passer des combustibles fossiles aux énergies renouvelables. Ce passage aux énergies renouvelables devra également devenir abordable pour les personnes à faible revenu. Une « prime de remplacement d'une chaudière alimentée en mazout » permet notamment de simplifier la transition sur le plan technique et financier. Certains programmes d'aides sont renforcés par l'aide au logement pour les personnes à revenus moindres (« Topup social Klimabonus »).

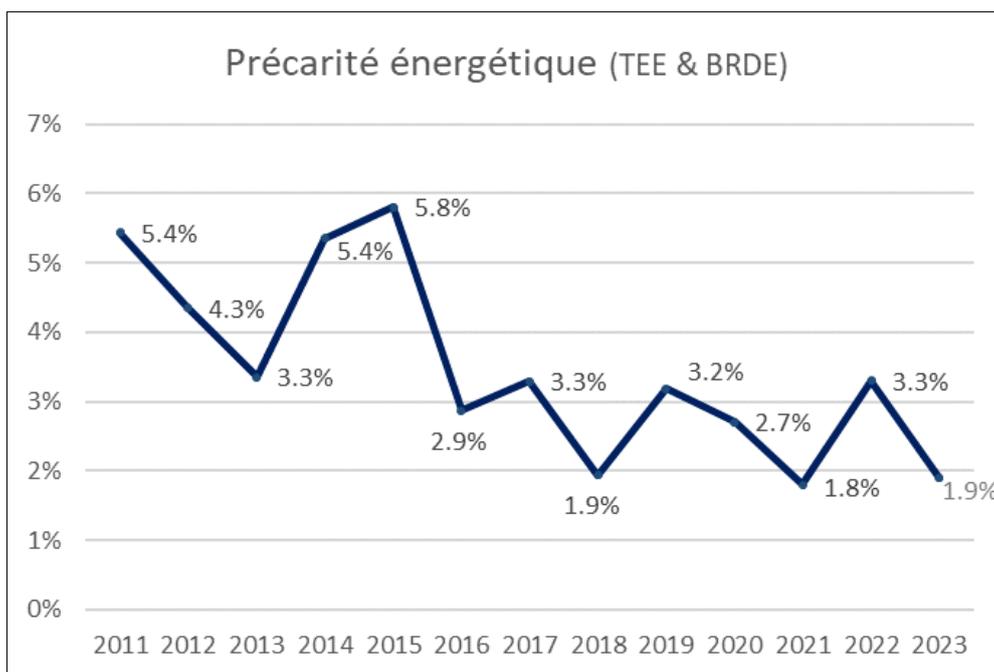
Il convient également de souligner que l'Allocation de vie chère déjà existante permet aussi de lutter contre la précarité énergétique. De plus, les ménages à faible revenu peuvent bénéficier de l'aide au logement de l'État en cas d'augmentation du loyer. Notons aussi que la législation actuelle en matière d'aide sociale stipule que toute personne remplissant les conditions d'éligibilité à l'aide sociale a droit à un approvisionnement minimum en énergie domestique dans des conditions spécifiées, si elle n'est pas en mesure de couvrir le coût de son énergie domestique.

Les efforts d'investissement fournis pour le développement des infrastructures et l'introduction de la gratuité des transports publics à partir de 2020 relèvent non seulement de la politique des transports, mais aussi clairement du social.

Le Luxembourg a défini un indicateur national pour la quantification et le suivi de l'évolution de la précarité énergétique : l'indicateur combiné TEE&BRDE, qui permet d'écarter les situations de gaspillage énergétique et les situations où le taux d'effort est acceptable ainsi que de tenir compte du niveau de pauvreté des ménages.

(Remarque : l'indicateur du Taux d'effort énergétique (TEE) n'a pas été retenu seul car il n'est pas spécifique à la question de la précarité énergétique mais peut inclure des situations de gaspillage énergétique et l'indicateur Bas Revenus – Dépenses élevées (BRDE) n'a pas été retenu seul car il inclut des ménages avec un taux d'effort jugé comme acceptable (à savoir supérieur au seuil TEE).)

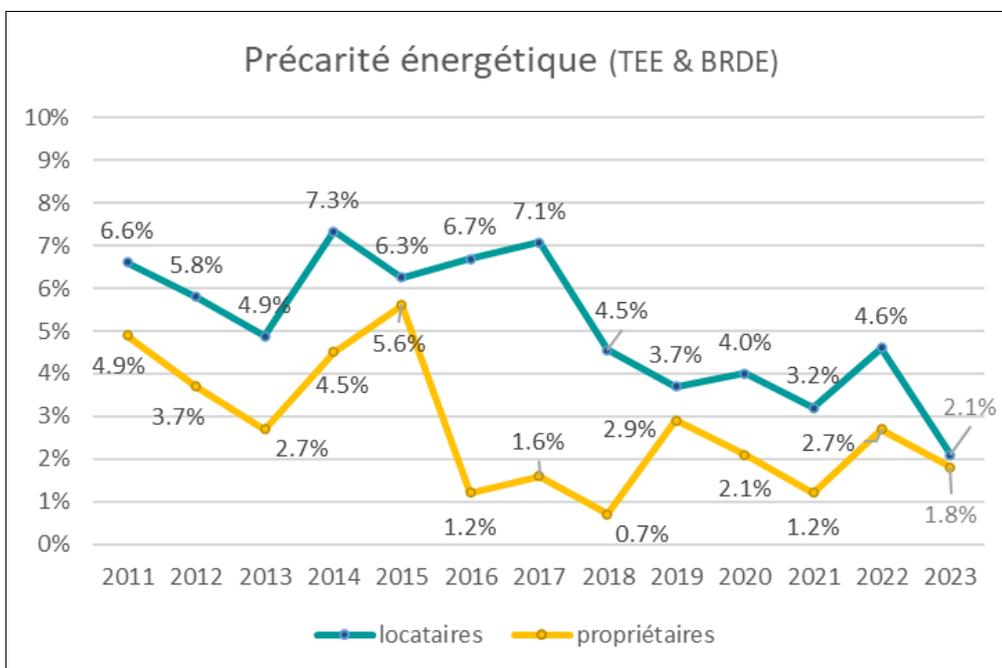
Figure 18 : Indicateur P1 combiné TEE&BRDE



Source : STATEC 2024

L'indicateur principal P1 est complété par deux indicateurs supplémentaires : l'indicateur P3 identifiant la précarité énergétique des locataires et l'indicateur P4 identifiant la précarité énergétique des propriétaires.

Figure 19 : Indicateurs P3 (locataires) et P4 (propriétaires)



Source : STATEC 2024

En 2022, 3.3% des ménages au Luxembourg étaient en situation de précarité énergétique d'après les deux indicateurs [TEE et BRDE], soit presque le double par rapport à 2021. Ces chiffres reflètent la hausse des prix de l'énergie que l'on observe depuis la fin de l'année 2021. Il est estimé que 1.9% des ménages résidant au

Luxembourg étaient dans la précarité énergétique en 2023, atteignant le même niveau qu'en 2021.¹⁸ Ainsi, en 2023, les mesures de réduction des prix de l'énergie décidées par le gouvernement luxembourgeois et les multiples indexations des salaires contribuent à la réduction des prévisions de la précarité énergétique pour 2023.

¹⁸ Prévvision jusqu'à août 2023 et incluant les tranches indiciaires jusqu'à septembre 2023.

2.5 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"

2.5.1 Introduction

La transition des modes de production et de vie actuels, très consommateurs en ressources et en énergie (fossile), vers une société et économie compatible avec les objectifs climatiques de Paris demande des transformations systémiques fondamentales dans la gestion des stocks et des flux de ressources, y inclus les ressources énergétiques. Ces transformations devront s'appliquer à de multiples niveaux, en commençant par les comportements et habitudes des personnes, les choix d'investissement et de consommation individuels et collectifs jusqu'aux innovations technologiques, afin d'éliminer les émissions de GES, voire de résorber de l'atmosphère une certaine quantité de ces émissions de GES anthropogènes accumulées depuis le début de l'ère industriel, avec comme but ultime la préservation des cycles biogéochimiques et des services écosystémiques qui garantissent la survie et le bien-être humain.

Les disciplines scientifiques et technologiques impactées pour produire et appliquer les connaissances nécessaires à ces transformations systémiques sont par conséquent multiples. Les problèmes à résoudre sont en partie intrinsèquement inter- ou transdisciplinaires nécessitant des collaborations étroites entre acteurs de la RDI (recherche, développement et innovation) publics et privés pour apporter des solutions. Il s'ensuit que la gouvernance publique de la RDI doit également adopter une vue holistique interdisciplinaire, fixer des priorités RDI et fournir les bonnes incitations pour contribuer de manière adéquate aux objectifs ambitieux de la neutralité climatique d'ici 2050.

2.5.2 Stratégies et objectifs thématiques

La « Stratégie nationale de la recherche et de l'innovation pour le Luxembourg » du ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur (MESR)¹⁹ prévoit d'ores et déjà des instruments pour favoriser une recherche orientée par une mission sociétale et supporter le développement et l'implémentation de politiques (« policy support »), avec les éléments suivants identifiés comme cruciaux :

1. « une gouvernance, des infrastructures et des politiques coordonnées;
2. un cadre réglementaire et des instruments de financement qui permettent à la recherche d'être un moteur de l'innovation dans l'industrie, les services et le secteur public; et
3. un ancrage de la science dans la société. »

Elle identifie également 4 domaines prioritaires de recherche interdisciplinaire pour préparer le Luxembourg aux défis futurs, dont trois sont essentiels pour la transition énergétique, notamment (domaine 1) la « transformation industrielle et des services », (domaine 3) le « développement durable et responsable » et (domaine 4) « l'éducation du 21^{ème} siècle »²⁰. Ainsi le domaine 1 inclut des thématiques de digitalisation, modélisation ou encore les sciences et technologies des matériaux. Le domaine 3 mentionne explicitement le **changement climatique avec l'efficacité énergétique et la gestion intelligente de l'énergie**, mais aussi le développement économique et social avec p.ex. **la finance verte et durable**, un levier incontournable pour la transition énergétique. Le domaine 4, enfin, veut p.ex. promouvoir des méthodes d'apprentissage pour développer les compétences nécessaires aux transformations systémiques, applicables aussi dans le contexte de la transition énergétique.

Ces priorités de recherche et les instruments de support sont détaillés davantage dans le document stratégique du Fonds National de la Recherche (FNR) et du MESR, intitulé « **Priorités Nationales de Recherche pour le Luxembourg en 2020 et au-delà** »²¹. Créé en 1999, le FNR était d'abord dédié à financer les acteurs de

¹⁹ National Research and Innovation Strategy for Luxembourg. Ministry of Higher Education and Research, 2020

²⁰ Le lien avec le domaine 2 de la stratégie, la « santé personnalisée », est moins évident.

²¹ National Research Priorities for Luxembourg in 2020 and beyond. Fonds National de la Recherche (FNR), Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche, 2019

la recherche publique, mais entretemps un éventail d'instruments est en place pour supporter des collaborations publiques-privées et donc aussi de la recherche industrielle, ainsi que des activités de recherche avec des institutions publiques, pour le soutien au développement et d'implémentation de politiques. Le FNR coordonne également les programmes de recherche nationaux avec des programmes régionaux, européens et internationaux, de manière bilatérale et multilatérale²². Une bonne intégration de l'écosystème de la recherche luxembourgeois dans un contexte international est cruciale, vu les ressources et capacités limitées du pays. Les acteurs nationaux peuvent ainsi profiter de collaborations, d'échanges et de financement étrangers. D'un autre côté la taille réduite et la souveraineté permettent au Luxembourg de jouer le rôle de terrain d'expérimentation « européen » pour des projets d'envergure dans les limites nationales et au-delà des frontières, avec un accès simultané aux contextes réglementaires et socio-économiques allemand, français et belge. Le Luxembourg peut également se prévaloir de la présence et du rayonnement d'institutions européennes clés pour la transition énergétique tels que la Banque Européenne d'Investissement (BEI) avec sa feuille de route de la banque du climat²³, ou la Cour de Justice de l'Union Européenne. En effet le cadre réglementaire et juridique est un levier de 1^{ère} importance pour la transition énergétique et de l'action climatique.

Les acteurs privés, petites, moyennes et grandes entreprises sont soutenus dans leurs activités de RDI par le ministère de l'Économie et des lignes budgétaires dédiées. En plus des financements, les entreprises sont conseillées dans leurs démarches (accès à des moyens de financement nationaux et européens, recherche de partenaires, création d'entreprises, etc.) par l'agence nationale de l'innovation Luxinnovation. La mise en réseau se fait à travers les clusters d'innovation, animés par Luxinnovation, qui contribuent du point de vue thématique également à la transition énergétique, notamment les clusters « Materials & Manufacturing », « CleanTech », « Automobility » ou « Wood »²⁴. Des concepts liés à l'énergie, tels que le « réseau intelligent » (smart grid), la « mobilité intelligente » (smart mobility), les « bâtiments intelligents » (smart buildings) ou encore « l'internet des objets » (internet of things) y sont traités, mais aussi des développements technologiques pour la production d'énergies renouvelables (PV), le stockage (hydrogène) ou des matériaux de construction à faible empreinte carbone. Luxinnovation, l'Université du Luxembourg et LuxProvide gèrent conjointement le Centre national de compétences en calcul haute performance (HPC) du Luxembourg. Sa mission est de promouvoir l'utilisation du HPC lié au calcul, à l'analyse de données ou à l'intelligence artificielle par l'industrie - en particulier les PME - le monde universitaire et l'administration publique. Une thématique phare des acteurs de la recherche facilitée par ces technologies de pointe est le « nation twin » du Luxembourg, notamment pour les systèmes énergétiques.

La « Stratégie nationale à long terme en matière d'action climat », adoptée par le Conseil de gouvernement luxembourgeois à l'occasion de la COP26 à Glasgow²⁵ reconnaît également l'importance cruciale de la RDI et le rôle précurseur potentiel du Luxembourg : « *Tout en tirant parti de la recherche et de l'innovation au niveau européen et mondial, le Luxembourg est amené à consolider et intensifier ses efforts en la matière pour servir la mise en œuvre de la transition dans le contexte national. Ceci implique un soutien public ciblé, un fort engagement entrepreneurial et la mobilisation de l'ensemble du système d'innovation, englobant les centres de recherche publics LIST et LISER ainsi que l'Université du Luxembourg, Luxinnovation et ses clusters d'innovation comme le Luxembourg CleanTech Cluster et les centres de recherche et d'innovation privés. La*

²² International Cooperation Opportunities | FNR – Luxembourg National Research Fund (<https://www.fnr.lu/international-cooperation-opportunities/>)

²³ Feuille de route de la banque du climat (<https://www.eib.org/fr/about/priorities/climate-action/cbr/index.htm>)

²⁴ Luxembourg Cluster Initiative (<https://www.luxinnovation.lu/innovate-in-luxembourg/luxembourg-cluster-initiative/>)

²⁵ Vers la neutralité climatique en 2050 – adoption de la Stratégie nationale à long terme en matière d'action climat - gouvernement.lu // Le gouvernement luxembourgeois https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2021/10-octobre/29-strategie-nationale-action-climat.html

taille restreinte du Luxembourg lui permet le déploiement rapide et la démonstration de technologies et d'innovations clés et de jouer ainsi un rôle de pionnier à l'échelle d'un pays ». Les stratégies, mesures et activités RDI décrites dans ce chapitre sont primordiales pour l'atteinte de la neutralité climatique d'ici 2050 et méritent d'être considérablement renforcées.

Enfin, de nouvelles stratégies en relation avec des technologies énergétiques et climatiques ont été formulées récemment au niveau national, comme la feuille de route de décarbonation de l'industrie manufacturière (voir mesure 510) qui décrit une trajectoire indicative de déploiement de technologies propres dans le secteur industriel, ou encore la stratégie hydrogène (voir mesure 216). A l'aide de ces instruments le Luxembourg compte s'impliquer davantage dans les efforts déployés au niveau de l'Union Européenne, notamment à travers le Plan stratégique pour les technologies énergétiques (Plan SET). Ils pourront également guider les activités RDI nationales pour soutenir la décarbonation de l'industrie et la transition des entreprises vers une économie zéro net et circulaire.

En ce qui concerne les technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone, un cadre d'action sera créé (voir mesure 523) pour soutenir leur déploiement dans des conditions et pour des industries spécifiques, telles que l'industrie du ciment. Une estimation préliminaire indique que, vu le besoin de développement d'infrastructures, la quantité d'émissions de CO₂ captée d'ici 2030 ne sera pas significative et limitée à des projets-pilotes de petite envergure. Une quantité significative pourra apparaître après 2030, notamment dans l'industrie du ciment, l'incinération de déchets et de grandes centrales à bioénergie. Pour le Luxembourg, une coopération européenne est indispensable pour le déploiement des infrastructures de transport du CO₂ vers les sites de stockage et d'utilisation du carbone.

Vu la taille réduite de l'écosystème luxembourgeois de la RDI, des objectifs en matière de recherche pour des technologies propres et d'investissements nécessaires pour la production de composants et équipements « zéro net » sont à formuler plutôt au niveau de l'Union européenne. Dans la même logique des chaînes d'approvisionnement résilientes et durables en composants et équipements «zéro net» essentiels sont également à voir pour le Luxembourg dans un contexte Grande-Région ou européen.

2.5.3 Objectifs de financement de la RDI

Une RDI performante demande des financements conséquents et le Luxembourg s'est fixé des objectifs ambitieux en terme de budgets RDI. Ainsi le MESR stipule dans la stratégie nationale de la recherche et de l'innovation pour le Luxembourg : *« Conformément aux objectifs de la stratégie Europe 2020 et au programme gouvernemental 2018-2023, le gouvernement veillera à porter les investissements publics dans la recherche et le développement à 1% du PIB. Cet objectif de 1% inclura les dépenses publiques dans le secteur public et le secteur privé, étant entendu que les dépenses dans le secteur public devraient atteindre 0,8% du PIB »*.

Ces intentions se sont traduites notamment par une augmentation de 300 millions d'euros de la dotation de l'État accordée pour les années 2022 à 2025 aux acteurs publics de la RDI en comparaison à la période 2018-2021, portant la dotation globale à 1,67 milliard d'euros sur cette nouvelle période²⁶. Le contrat de performance de Luxinnovation prévoit pour la même période une contribution étatique de 50 millions d'euros²⁷, notamment pour informer et guider les organisations luxembourgeoises publiques et privées vers des financements nationaux et européens pour leurs activités de R&D et d'innovation. Ces efforts se sont

²⁶ Programme national de réforme du Grand-Duché de Luxembourg dans le cadre du semestre européen 2023 (<https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2023/04-avril/28-pnr/20230428-pnr-2023-luxembourg-final.pdf>)

²⁷ Convention-Luxinnovation Contrat de performance 5 / 2022-2025 (<https://mesr.gouvernement.lu/dam-assets/documents/conventions-pluriannuelles-et-contrats-d-etablissements/CONVENTION-LUXINNOVATION-CONTRAT-DE-PERFORMANCE-5-2022-2025.pdf>)

traduits par l'allocation d'aides étatiques d'un ordre de grandeur de 900 millions d'euros aux entreprises entre 2018 et 2022, ceci sous différentes formes²⁸ (voir aussi Mesure N° 519).

Il importe cependant de noter qu'une estimation précise des financements en lien avec les thématiques clés du PNEC n'est pas possible à l'heure actuelle, en partie à cause de l'éventail thématique très vaste mais en partie aussi faute d'indicateurs de mesure en place. Le MESR compte cependant mettre ce référentiel de suivi en place, notamment à travers les contrats de performance des acteurs RDI publics. Ce suivi devra comprendre non seulement les financements nationaux mais également les financements européens comme le programme « Horizon Europe », les programmes de coopération territoriale européenne (Interreg) ou encore les fonds structurels européens, dont les axes stratégiques ou prioritaires permettent d'identifier plus facilement les projets RDI en lien avec le PNEC. Une mesure du PNEC (N° 104) fait d'ailleurs explicitement référence au Fonds pour une transition juste (FTJ) repris sous le programme FEDER et le PNEC compte renforcer le co-financement et la coordination d'activités RDI en lien avec les thématiques du PNEC à travers le Fonds Climat Energie (voir mesure N° 103 et mesures au chapitre 3.5). Enfin, il est important de mentionner que des opérateurs du secteur de l'énergie tels que Encevo ou encore Sudstrom soutiennent également des projets RDI à travers des fonds dédiés, telle que la Fondation Enovos²⁹.

Un tableau de bord complet et compréhensif des investissements publics et privés dans des activités RDI contribuant à la transition énergétique et l'action climat permettra de fixer des objectifs généraux nationaux en matière de recherche, d'innovation et de compétitivité, à des horizons 2030 et 2050.

2.5.4 Exemples d'activités RDI publiques et privées en lien avec la transition énergétique et l'action climat

Les moyens mis à disposition et les orientations stratégiques de la gouvernance ont permis aux acteurs de la RDI publics et privés d'orienter leurs activités vers des thématiques clés de la transition énergétique et de se fixer des objectifs propres. L'encart ci-dessous reprend des exemples d'activités, sans prétendre à une complétude quelconque vu l'amplitude des contributions possibles par différentes disciplines scientifiques et technologiques. Les exemples illustrent cependant aussi les objectifs technologiques prioritaires, notamment la production et le stockage d'énergies renouvelables avec un accent sur le photovoltaïque et l'hydrogène vert ainsi que la mise en place et la gestion de réseaux d'électricité intelligents. La réduction de l'impact carbone de matériaux de construction est une autre thématique phare. S'y rajoutent des thématiques transverses telles que le monitoring, l'aménagement territorial ou encore la finance verte.

En fonction des acteurs, les activités se situent en plus à des niveaux différents de TRL (« technology readiness level ») ou encore en amont ou en aval de chaînes de valeur complexes, dont le Luxembourg ne couvre qu'une petite partie. Leurs impacts concrets sur la transition énergétique sont cependant difficiles à quantifier, voire impossibles à modéliser, même si des indicateurs existent pour mesurer les outputs de la recherche, telles que publications scientifiques ou brevets technologiques.

²⁸ Près d'un milliard d'euros d'aides étatiques aux entreprises en cinq ans (<https://www.luxinnovation.eu/fr/news/pres-dun-milliard-deuros-daides-etatiques-aux-entreprises-en-cinq-ans/>)

²⁹ Accueil - Fondation Enovos (<https://www.fondation-enovos.lu/fr/>)

ENCART : Liste d'activités RDI au Luxembourg en lien avec la transition énergétique, visant à illustrer la vaste panoplie de thématiques et la nécessité de mobiliser des compétences multidisciplinaires :

- Développement de matériaux innovants et de technologies pour la production d'énergies renouvelables, p.ex. au laboratoire de photovoltaïque de l'Université du Luxembourg³⁰ ou encore la production et l'utilisation d'hydrogène vert, p.ex. au niveau de la chaire Paul Wurth à l'Université du Luxembourg³¹ ou au département des matériaux du « Luxembourg Institute of Science and Technology » (LIST)³².
- Recherche sur le développement des bioénergies ou la récupération de substances utiles des flux d'eaux usées ou de biodéchets, notamment pour la production d'énergie, p.ex. par l'unité « Environmental and Industrial Biotechnologies » du LIST³³ ou par les ingénieurs de l'Université du Luxembourg dans le cadre du projet Interreg WOW³⁴.
- Développement de solutions techniques et informatiques pour les réseaux d'énergie intelligents, efficaces et sécurisés, avec des applications pour la mobilité ou l'immobilier, p.ex. par l'unité « Intelligent Clean Energy Systems » (ICES) du LIST³⁵ ou par le « SnT - Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust » de l'Université du Luxembourg³⁶.
- Recherche sur la construction durable et l'économie circulaire au niveau du bâtiment, visant à utiliser des matériaux durables, à optimiser le processus de construction et de déconstruction afin de favoriser le recyclage et la réutilisation des matériaux et à conserver l'énergie grise, p.ex. par la chaire ArcelorMittal de l'Université³⁷ ou par l'unité de recherche SUSTAIN du LIST³⁸. La digitalisation (Building Information Modelling – BIM) est un outil incontournable pour la mise en œuvre de ces concepts, et les sciences des TIC contribuent donc également à la construction durable.
- Mise au point de méthodes et de technologies pour le suivi permanent des effets du changement climatique et modélisation de scénarios permettant de s'adapter au mieux à un environnement changeant, p.ex. par l'unité « Environmental Sensing and Modelling » du LIST³⁹. Une attention particulière est portée aux activités agricoles et forestières, mais également à la prévention des événements extrêmes ou à la disponibilité de l'eau⁴⁰.
- Développement d'approches alternatives d'aménagement du territoire et d'urbanisme, moins consommatrices en énergie et en ressources, car mieux structurées et organisées, comme p.ex. dans le cadre du projet « Luxembourg in Transition – Visions territoriales pour le futur décarboné

³⁰ Photovoltaics (<https://www.uni.lu/research/fstm/dphym/research/photovoltaics>)

³¹ Prof. Ladewig appointed to Paul Wurth Energy Process Engineering Chair (https://www.uni.lu/university/news/slideshow/prof_ladewig_appointed_to_paul_wurth_energy_process_engineering_chair)

³² Towards new materials for hydrogen production | LIST (<https://www.list.lu/en/news/towards-new-materials-for-hydrogen-production/>)

³³ Environmental and Industrial Biotechnologies | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/environmental-and-industrial-biotechnologies/>)

³⁴ WOW! - Wider business Opportunities for raw materials from Wastewater | Interreg NWE (<https://www.nweurope.eu/projects/project-search/wow-wider-business-opportunities-for-raw-materials-from-wastewater/>)

³⁵ Intelligent Clean Energy Systems | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/intelligent-clean-energy-systems/>)

³⁶ SnT (<https://wwwfr.uni.lu/snt>)

³⁷ ArcelorMittal Chair of Steel Construction (https://wwwfr.uni.lu/recherche/fstm/arcelormittal_chair_of_steel_construction)

³⁸ Environmental Sustainability Assessment and Circularity | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/environmental-sustainability-assessment-and-circularity/>)

³⁹ Environmental Sensing and Modelling | LIST (<https://www.list.lu/en/environment/environmental-sensing-and-modelling/>)

⁴⁰ Observatory for Climate, Environment and Biodiversity | LIST (<https://www.list.lu/en/institute/rd-infrastructures/observatory-for-climate-environment-and-biodiversity/>)

et résilient de la région fonctionnelle luxembourgeoise » avec la participation d'équipes de l'Université du Luxembourg et du LIST⁴¹.

- Programme de recherche en finance durable mis en œuvre par la Chaire en finance durable à l'Université du Luxembourg, couvrant des sujets divers tels que la divulgation et l'information financière ESG (environnementales, sociales et de gouvernance d'entreprise), la mesure du risque carbone et la gestion des fonds communs de placement, ou le risque et le rendement de l'activisme des investisseurs ESG⁴².
- Recherche sur les comportements durables » : aspects sociologiques autour de l'émergence de modes de vie « climat positif » et conséquences sociales de l'évolution de la transition énergétique par les équipes du LISER⁴³, mais p.ex. aussi par l'Université du Luxembourg et le LIST en collaboration avec Encevo sur les comportements des utilisateurs⁴⁴.

Les activités RDI ne sont bien sûr pas limitées aux acteurs publics de la recherche. Le Luxembourg a également vu naître, au-delà des entreprises innovantes existantes, toute une série de startups et de PME actives dans le domaine des technologies propres abordant des sujets de la transition énergétique, tels que la production d'énergies renouvelables et le stockage, la mobilité et l'immobilier « intelligent » ou encore une gestion responsable des ressources à travers les principes de l'économie circulaire. Différents acteurs, voire secteurs, se sont également fixés des objectifs d'innovation pour la transition énergétique et se sont dotés de structures RDI, comme p.ex. le pôle d'innovation Neobuild⁴⁵ (créé pour le secteur de la construction par le « Conseil pour le Développement Économique de la Construction - CDEC » et transformé en 2022 en GIE avec le concours du ministère de l'Économie) ou encore Nexxlab, avec la participation de CREOS⁴⁶.

Au courant de l'année 2023 Luxinnovation a mené une étude des capacités de recherche dans le domaine de la transition énergétique dans les centres de recherche publics du Luxembourg et réalisé une cartographie de ces capacités de recherche publiques⁴⁷. Le paysage de recherche luxembourgeois pour une transition énergétique durable couvre les groupes de recherche qui se concentrent sur des sujets énergétiques tels que l'énergie renouvelable, l'efficacité énergétique et les réseaux intelligents. La cartographie inclut cependant aussi les groupes de recherche travaillant sur des domaines indirectement liés à l'énergie, tels que les matériaux, l'ingénierie des processus, la mobilité et le comportement humain.

Cette 1^{ère} analyse pourra être étendue aux acteurs RDI privés et fournira une base solide pour réaliser un tableau de bord complet et compréhensif des investissements publics et privés dans des activités RDI contribuant à la transition énergétique et l'action climat.

⁴¹ Luxembourg in Transition (<https://luxembourgtransition.lu/>)

⁴² Une chaire en finance durable pour l'enseignement et la recherche (https://www.fr.uni.lu/recherche/highlights/une_chaire_en_finance_durable_pour_l_enseignement_et_la_recherche)

⁴³ Behavioural and experimental economics | LISER (<https://www.liser.lu/?type=module&id=219>) et Urban development and mobility | LISER (<https://www.liser.lu/?type=module&id=149>)

⁴⁴ Encevo Launches First Joint Research Projects with Uni.lu and LIST (https://www.en.uni.lu/university/news/slideshow/encevo_launches_first_joint_research_projects_with_uni.lu_and_list)

⁴⁵ Accueil – Neobuild (<http://neobuild.lu/>)

⁴⁶ NEXXTLAB - We simplify energy transition (<https://www.nexxlab.lu/>)

⁴⁷ [Energy Transition V5 \(luxinnovation.lu\)](https://www.luxinnovation.lu/)

3 Politiques et mesures

Note concernant les implications budgétaires :

Les mesures contenues dans la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat seront budgétisées conformément à la trajectoire budgétaire et aux règles du pacte de stabilité et de croissance. En raison de leurs effets secondaires positifs (qualité de l'air, création d'emplois), les mesures nationales sont au premier plan. La protection du climat est une tâche urgente qui concerne toute l'humanité. Par conséquent, nos engagements nationaux et internationaux en matière de protection du climat constituent également une priorité sur le plan budgétaire et financier. Des investissements importants seront réalisés dans l'intérêt des générations futures.

Les mesures ayant un impact direct sur les finances publiques feront l'objet d'une budgétisation pluriannuelle, à l'instar de toutes les dépenses en capital. Le comité interministériel agissant dans le cadre de la loi sur le climat est chargé d'évaluer régulièrement l'efficacité des mesures appliquées, tout en respectant les différentes compétences ministérielles. Ces mesures feront donc l'objet d'une évaluation qualitative de leur impact sur le budget national en termes de recettes et de dépenses, ainsi que de leur efficacité par rapport aux objectifs nationaux dans le domaine de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, de l'amélioration de l'efficacité énergétique et du développement des énergies renouvelables. Les effets secondaires positifs seront également pris en compte. Il est donc tout à fait possible que les mesures soient priorisées en fonction de leur efficacité et que les mesures concernées soient remplacées ou complétées par des mesures plus efficaces, le cas échéant.

Les mesures contenues dans la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat, qui ont déjà été adoptées et incorporées dans une loi ou une réglementation grand-ducale, sont prises en compte dans le budget pour 2024 et dans la planification pluriannuelle.

Il va sans dire que les nouvelles mesures ainsi que les mesures renforcées contenues dans la mise à jour du plan national intégré en matière d'énergie et de climat doivent faire l'objet de la procédure budgétaire habituelle.

3.1 Dimension "décarbonation"

3.1.1 Emissions et absorptions de GES

3.1.1.1 Politiques et mesures transversales

Réussir la transition vers la neutralité climatique du Luxembourg d'ici 2050 au plus tard, tout en respectant les objectifs intermédiaires en 2030, demande une action engagée, diversifiée et ciblée. Cette action exige un cadre facilitateur solide pour le déploiement coordonné et efficace des politiques, stratégies et mesures sectorielles, à savoir :

- assurer une **gouvernance** efficace et la **participation** active de tous les acteurs de la transition :
 - Loi relative au climat (mesure 101)
 - Renforcement de la gouvernance climatique au sein de l'administration gouvernementale (mesure 102)
 - Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation (mesure 122)
 - Développement de statistiques, de modèles et d'indicateurs de suivi (mesure 123)
- fournir les incitations nécessaires par le biais de la **politique fiscale** :
 - Taxe CO₂ (mesure 105)
 - Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements (mesure 313)
 - Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée (mesure 420)
 - Avantage fiscal révisé pour les voitures de fonction (mesure 421)
 - Modernisation de la bonification d'impôt pour les investissements effectués dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique (mesure 520)
- consolider le **rôle précurseur de l'Etat et des communes** en développant les **marchés publics durables** :
 - Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040 (mesure 109)
 - Pacte Climat 2.0 avec les communes (mesure 106), Pacte Climat pour syndicats intercommunaux industriels (mesure 107), Pacte Nature avec les communes (mesure 108)
 - Rôle précurseur de l'Etat et des Communes en matière de bâtiments (mesures 319-321)
 - Décarbonation de chantiers de construction (mesure 323)
 - Electrification du parc automobile étatique (mesure 413), Electrification complète du réseau de bus RGTR jusqu'en 2030 (mesure 414)
- favoriser l'**engagement de la société** et étoffer le rôle clé de l'**éducation** et de la **formation** :
 - Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique et climatique (mesure 113), Formation d'une main d'œuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments (mesure 318)
 - Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen (mesure 114), Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments (mesure 317), Sensibilisation, information et services de conseil en matière de sources d'énergie renouvelables (mesure 202), Sensibilisation, information et services de conseil en matière de mobilité (mesure 407)
 - Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation (mesure 122)
 - Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (mesure 327)
 - Mise à l'échelle de projets de transition énergétique et climatique (mesure 119)
- mobiliser la **recherche** et favoriser l'**innovation** :

- National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat (mesure 115)
- Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat (mesure 116)
- Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics (mesure 117)
- exploiter la fonction coordinatrice intersectorielle de l'**aménagement territorial et urbain** :
 - PDAT: la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés (mesure 110)
 - Ville du quart d'heure (mesure 111)

La réussite de la transition convoitée dépend par ailleurs de deux éléments clés : la mise en œuvre d'une transition juste et la mise à disposition d'un financement approprié.

Il faudra veiller à l'acceptation sociétale en mettant en œuvre une **transition juste** et socialement équitable. Une telle transition ne doit réduire ni le bien-être des citoyens, car elle repose sur la responsabilité du public de faciliter et de soutenir activement la transition, ni la compétitivité des entreprises, qui sont source de création de richesse et fonctionnent comme moteur de la transition. Dans le but d'aider les citoyens ainsi que les entreprises à réussir la transition et de soutenir les travailleurs à acquérir les compétences requises pour les emplois verts, la mise à jour du PNEC

- **consolide la redistribution sociale** des recettes de la taxe CO₂ (mesure 105) : Les recettes générées par la taxe CO₂ sont utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociale en faveur des ménages à faible revenu par
 - le crédit d'impôt CO₂, et
 - une augmentation de l'allocation de vie chère ;
- **renforce et élargit les régimes d'aides financières** :
 - Régimes d'aides Klimabonus Wunnen (mesures 307-309)
 - Régime d'aides « prêts climatiques » (mesure 310)
 - Top up social du régime d'aides Klimabonus Wunnen (mesure 311)
 - Régimes d'aides Klimabonus Mobilité (mesures 423-424)
 - Leasing social de voitures électriques (mesure 422)
 - Régimes d'aides en faveur des entreprises (mesure 515-520), Fit4Sustainability (mesure 513), SME Packages Sustainability (mesure 514)
 - Régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques (mesure 425)
 - Régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds à zéro émission (mesure 426)
 - Fonds pour une transition juste (mesure 104)
- **amplifie l'accompagnement et la formation** :
 - Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (mesure 327)
 - Assistance aux ménages en précarité énergétique (mesure 329)
 - Pacte climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber) (mesure 511)
 - Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (mesure 504)
 - Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique (mesure 113)

- Formation d'une main d'œuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments (mesure 318)

Conformément au règlement (UE) 2023/955 instituant un Fonds social pour le climat, chaque Etat membre devra établir un « **plan social pour le climat** » contenant un ensemble cohérent de mesures et d'investissements nationaux, existants ou nouveaux, visant à répondre aux effets de la tarification du carbone sur les ménages vulnérables, les microentreprises vulnérables et les usagers vulnérables des transports, L'élaboration de ce plan permettra d'approfondir, en concertation avec les partenaires sociaux, les analyses et les mesures en vue d'une transition juste. Notamment l'impact de la transition verte sur le marché du travail et l'emploi pourra être analysé de plus près en visant à identifier les emplois créés, perdus respectivement transformés au cours de la transition verte et à développer/compléter la stratégie nationale en matière de compétences et les formations nécessaires.

D'autre part, la transition vers la neutralité climatique exige des investissements publics et privés importants. Le défi financier consiste à **mobiliser les flux d'investissement** en faveur des priorités vertes en vue d'assurer la cohérence avec les objectifs climatiques. D'une part, le budget de l'Etat finance des **investissements publics croissants dans des infrastructures et projets clés liés** à la mobilité ou à l'énergie ou encore à **la décarbonation** générale de tous les secteurs économiques. D'autre part, les finances publiques doivent contribuer à **mobiliser les investissements privés** requis pour réussir la transition (voir notamment la mesure 103 « Fonds Climat et Energie » et la mesure 118 « Utiliser les outils de la finance durable et climatique pour décarboner »).

Pour atteindre les objectifs climatiques, il est important de souligner l'importance du **règlement (UE) 2020/852 du 18 juin 2020 (taxonomie)** qui établit un cadre de référence pour définir quelles activités économiques peuvent être considérées comme durables. Elle imposera aux grandes entreprises de déclarer la portion de leur activité qui est compatible avec la taxonomie, avec l'objectif d'orienter les flux financiers vers ces activités. Il s'agit d'un grand pas vers la décarbonation de la place financière, qui doit s'adapter à de nouvelles réglementations, plus transparentes et plus durables, et qui devrait conduire à des réductions d'émissions de GES tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Le programme du gouvernement prévoit d'accélérer la transition vers le « net zero » en continuant à développer la place financière comme hub international de la finance durable par le biais d'initiatives et de produits financiers innovants qui respectent l'environnement et le climat et qui sont socialement responsables.

Au Luxembourg, les **finances durables** comprennent toutes les mesures publiques ou privées qui visent à rendre les flux financiers compatibles avec un développement résilient aux changements climatiques et à la dégradation de l'environnement. Les finances durables tiennent aussi compte des aspects sociaux et de gouvernance. En général, on peut distinguer le **financement climatique international (FCI)** qui répond aux engagements internationaux en matière de financement climatique et de solidarité internationale, les politiques et mesures déployées par le Gouvernement afin de **mobiliser davantage de fonds privés et de rendre la place financière nationale plus durable**, ainsi que les **initiatives provenant du secteur privé ou encore de la société civile**.

En ce qui concerne le **FCI**, le Luxembourg est l'un des plus importants donateurs par tête d'habitant publics au monde. Pour la période de 2021-2025, le Luxembourg a mis à disposition 220 millions d'euros pour l'atténuation, l'adaptation et autres mesures transversales pour les pays en développement. Les fonds FCI sont des fonds nouveaux et additionnels, mis à disposition par le Luxembourg en plus de son aide publique au développement qui équivaut à environ 1% du revenu national brut en 2022.

En même temps, il est important que les **investissements publics** constituent un **effet de levier pour d'autres sources de financement provenant du secteur privé**. C'est ainsi que l'appui à des modes de financement innovateurs est poursuivi.

Depuis 2016, en plus de sa contribution budgétaire volontaire, le Luxembourg a lancé plusieurs initiatives importantes dans le domaine de la finance climatique, en collaboration avec des partenaires du secteur financier, notamment la « LU-EIB Climate Finance Platform », une initiative conjointe avec la Banque européenne d'investissement (BEI), qui a pour but de mobiliser des investissements dans des projets de lutte contre le changement climatique, l'« International Climate Finance Accelerator », une entité publique-privée qui offre un soutien financier et opérationnel aux futurs gestionnaires de fonds pour leur permettre de lancer de nouveaux fonds climatiques innovants, le « Green Earth Impact Fund », un sous-fonds du fonds parapluie « Luxembourg Earth Impact Fund » qui bénéficie d'un mécanisme de de-risking, ou le « City Climate Finance Gap Fund », qui est un fonds fiduciaire pour l'action climatique dans les villes des pays en développement, pour ne citer que quelques exemples.

Dans le but de rendre sa place financière plus durable, une entité publique-privée, la « **Luxembourg Sustainable Finance Initiative (LSFI)** », a été créée en 2020, par les ministères compétents, regroupant les acteurs pertinents (privés, publics, et société civile) du domaine de la finance durable. La LSFI est responsable pour la mise en œuvre de la stratégie de la finance durable (« **Luxembourg Sustainable Finance Strategy** »), adoptée par le Conseil de gouvernement en 2021. Compte tenu de l'intérêt accru porté par le secteur financier luxembourgeois, la mise à jour de la stratégie de la LSFI en 2024 représente une bonne occasion de proposer des initiatives et des produits concrets pour faciliter la transition vers le « net zero » en partenariat avec les institutions financières et d'autres acteurs actifs dans ce domaine. Il est recommandé qu'en proposant les initiatives et des produits, la stratégie révisée définisse à la fois les opportunités et le potentiel, ainsi que le processus de contrôle et de suivi de l'impact régulier.

Intitulé de la mesure	N° 101 Loi relative au climat	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat établit le cadre institutionnel et la gouvernance de la politique climatique au niveau national. Elle fixe les objectifs climatiques nationaux, à savoir l'objectif intermédiaire qui consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre attribuées au Luxembourg (au titre du règlement (UE) 2018/842) de 55% d'ici à 2030 par rapport à 2005 et l'objectif à long terme de la neutralité climatique d'ici 2050 au plus tard. Elle met en place des objectifs sectoriels dans les secteurs suivants : industries de l'énergie et manufacturières, construction ; transports ; bâtiments résidentiels et tertiaires ; agriculture et sylviculture ; traitement des déchets et des eaux usées. Le règlement grand-ducal du 22 juin 2022 détermine les allocations d'émissions annuelles des 5 secteurs pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030. En plus, la loi relative au climat instaure la Plateforme pour l'action climat et la transition énergétique ainsi que l'Observatoire de la politique climatique.</p> <p>Par ailleurs, la loi relative au climat établit le Fonds Climat et Energie et transpose en droit national la directive modifiée 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union européenne (SEQE).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	2050	
Entité(s) responsable(s)	MECB	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 102 Renforcement de la gouvernance climatique au sein de l'administration gouvernementale	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat établit la base légale de la gouvernance climatique au niveau national, notamment en fixant les objectifs climatiques nationaux et sectoriels ainsi qu'en instaurant la Plateforme pour l'action climat et la transition énergétique et l'Observatoire de la politique climatique. Par ailleurs, le comité interministériel pour l'action climat institué sur décision du Conseil de gouvernement en date du 14 août 2020 est chargé de la coordination interministérielle de la politique climatique. Outre l'analyse du bilan annuel de la mise en œuvre des objectifs climatiques et la proposition de nouvelles mesures nécessaires pour la réalisation ces objectifs, une des missions confiées au comité est l'évaluation régulière de l'efficacité des mesures appliquées, tout en respectant les différentes compétences ministérielles.</p> <p>La présente mise à jour du PNEC est le fruit d'une intense collaboration interministérielle au sein du comité. La compilation et la description des mesures ont été préparées dans des groupes de travail thématiques par les experts des ministères représentés au sein du comité et de leurs administrations respectives. Un groupe de travail à part a accompagné les travaux confiés au STATEC en ce qui concerne la modélisation et les projections des émissions dans les différents secteurs.</p> <p>Fort de l'expérience acquise, la gouvernance climatique en général et la coopération interministérielle en particulier seront analysées et renforcées. Le développement planifié des statistiques et des modèles (mesure 123) servira notamment à améliorer l'évaluation régulière des mesures.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, tous les départements ministériels concernés	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 103 Fonds Climat et Energie	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat établit le Fonds Climat et Energie. Le fonds a notamment pour objet de contribuer au financement des mesures nationales mises en œuvre pour lutter contre le changement climatique et des mesures dans les pays en développement.</p> <p>Il est alimenté par des dotations à charge du budget de l'Etat, une partie du droit d'accise autonome additionnel dénommé « taxe CO₂ », une partie du produit de la taxe sur les véhicules routiers, le produit de la vente de crédits d'émissions dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'UE, etc.</p> <p>Afin de contrôler l'impact du financement, il sera procédé à des évaluations d'impact régulières.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 104 Fonds pour une transition juste	
Description	<p>Le Fonds pour une transition juste (FTJ), qui constitue un des piliers du Mécanisme pour une transition juste, est un nouvel instrument financier de la politique de cohésion de l'Union européenne. Son objectif principal est de cofinancer des projets à hauteur de 50 % pour soutenir les territoires les plus durement touchés par les effets négatifs de la transition vers une économie de l'Union neutre pour le climat à l'horizon 2050. Au Luxembourg, le FTJ sera mis en œuvre par le biais des programmes du FEDER et du FSE+ qui disposent chacun d'un axe prioritaire dédié au FTJ. La dotation nationale du Grand-Duché de Luxembourg relative au FTJ s'élève à un montant total d'environ 9,2 millions d'euros, dont environ 60 % des ressources sont allouées au programme du FEDER et environ 40 % au programme du FSE+. Tandis que le cadre opérationnel du FTJ est régi par les programmes du FEDER et du FSE+, son cadre stratégique est régi par le Plan territorial de transition juste pour le Luxembourg (PTTJ) qui est censé désigner le territoire d'intervention du FTJ ainsi que définir les secteurs en transformation, les objectifs de développement et les types d'opérations éligibles. Ce plan a été élaboré par le ministère de l'Économie (DG Energie et autorité de gestion du FEDER) et le ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Économie sociale et solidaire (en tant qu'autorité de gestion du FSE+), et a été approuvé par la Commission européenne en décembre 2022. Afin de faire face aux défis de la transition dans les 11 communes de la région Sud, le PTTJ vise, premièrement, à atténuer les coûts de la modernisation des secteurs en transformation, à lutter contre la précarité énergétique et à faciliter la mobilité locale durable, et, deuxièmement, à soutenir les travailleurs touchés par la transition à travers la formation.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2029	
Entité(s) responsable(s)	MECO, MT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 105 Taxe CO₂
Description	<p>Depuis 2021, les carburants et combustibles fossiles sont soumis à la taxe CO₂. Les plafonds des taux de la taxe CO₂ sont fixés par la loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accise et les taxes assimilées sur les produits énergétiques, l'électricité, les produits de tabacs manufacturés, l'alcool et les boissons alcooliques. Les taux annuels de la taxe CO₂ sont arrêtés par voie de règlement grand-ducal et correspondaient à 20 €/t CO₂ en 2021, 25 €/t CO₂ en 2022 et 30 €/t CO₂ en 2023. A partir du 1er janvier 2024, le taux équivaut à 35 €/t CO₂. Les recettes générées par la taxe CO₂ sont utilisées de façon équitable pour financer des mesures climatiques et de transition énergétique et des mesures de compensation sociale en faveur des ménages à faible revenu, y compris des mesures fiscales ou d'autres mesures comme l'augmentation de l'allocation de vie chère. Les activités couvertes par le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE sont exonérées de la taxe.</p> <p>Au vu des objectifs climatiques nationaux et sectoriels instaurés par la loi relative au climat, le prix du carbone continuera à être majoré annuellement de 5 €/t CO₂ pour atteindre en 2026 un niveau de 45 €/t CO₂, ce qui correspond au niveau de prix visé par le futur système d'échange de quotas d'émission de l'UE pour les bâtiments, le transport routier et les combustibles dans certains secteurs industriels, qui sera introduit en 2027. Comme les projections du STATEC montrent à ce stade que des augmentations annuelles de 5 €/t CO₂ resteront nécessaires pour respecter les budgets d'émission cumulés pour la période 2021-2030 dont dispose le Luxembourg, il est prévu que les dispositions relatives à l'évolution de la taxe CO₂ pour la période 2027-2030 soient réévaluées en 2026. Ces évolutions de la taxe CO₂ sont à considérer « on top » d'éventuelles mesures des Etats riverains, notamment à la suite de l'introduction du SEQE-2, qui pourraient le cas échéant influencer à nouveau le différentiel de prix des carburants routiers entre le Luxembourg et les régions voisines.</p> <p>Le comité interministériel pour l'action climat suivra de près la mise en œuvre de la taxe CO₂, dont en particulier l'efficacité de la taxe par rapport aux objectifs sectoriels. Il fera un rapport trimestriel au Conseil de gouvernement. Le comité sera assisté par un groupe de travail composé du STATEC, de l'Administration des douanes et accises et des ministères concernés (MFIN, MECB et MECO). Il collectera les données et hypothèses pertinentes en vue de préparer la réévaluation des dispositions relatives à l'évolution de la taxe CO₂ mentionnée ci-dessus et d'anticiper les éventuelles mesures des Etats riverains. Dans le cas où ces travaux montrent que le différentiel de prix des carburants par rapport à nos régions voisines est impacté de telle manière que la trajectoire de la vente des carburants conforme aux objectifs climatiques et énergétiques n'est plus respectée, des ajustements supplémentaires de la taxation seront implémentés.</p> <p>Une augmentation de la taxe CO₂ de 5 € correspond à une augmentation du prix des carburants routiers de 1,1 à 1,2 centimes par litre.</p> <p>Les Etats membres pourront exempter les entités visées par l'extension du système d'échange de quotas d'émission sous condition qu'elles soient soumises à une taxe carbone au niveau national dont le niveau est égal ou supérieur au prix dans le nouveau système d'échange de quotas d'émission de l'UE.</p>

	<p>Le gouvernement étudiera en détail quel système sera le plus avantageux en termes de l'action climat et d'impacts sociaux. Par la suite, une décision sera prise par rapport au maintien ou non, au-delà de 2026, du système de la taxe CO₂ nationale. Le système actuel présente l'avantage manifeste que la moitié des revenus de la taxe CO₂ est dédiée à des mesures sociales d'atténuation destinées aux ménages les plus vulnérables.</p> <p>Le gouvernement maintient que les recettes générées par la taxe CO₂ continueront d'être affectées pour moitié à des mesures de protection du climat et de transition énergétique et pour l'autre moitié à des mesures de compensation sociale pour les ménages à revenus modestes, y compris des mesures fiscales ou d'autres mesures comme l'augmentation de l'allocation de vie chère. Pour l'année 2024, le taux de la taxe équivaut à 35 €/t CO₂ avec un « crédit d'impôt CO₂ » correspondant de 168 €. Après 2024, le montant du « crédit d'impôt CO₂ » sera fixé chaque année de manière visible pour le citoyen à travers la loi concernant l'impôt sur le revenu et reflétera l'évolution de la taxe CO₂.</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MECB, MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 17 décembre 2010 fixant les taux applicables en matière de droits d'accise autonomes sur les produits énergétiques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2010/12/17/n1/jo	

Intitulé de la mesure	N° 106 Pacte Climat 2.0 avec les communes	
Description	<p>Grâce à leur engagement dans le cadre du Pacte Climat, les communes se rallient aux objectifs fixés par le plan gouvernemental et agissent activement en faveur de la protection du climat et de la transition énergétique. Sur base des expériences collectées et compte tenu des objectifs du Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC), trois axes de développement ont été identifiés et déterminés pour le Pacte Climat 2.0 : la quantification par le biais d'indicateurs centralisés, l'amélioration du cadre de travail des communes et l'intégration plus conséquente des citoyens, entreprises ou autres acteurs locaux et régionaux.</p> <p>La gouvernance du Pacte Climat 2.0 a été renforcée en interne, notamment en confiant le suivi du programme EEA lors de la mise en œuvre de la politique générale de la commune directement à un membre du collège des bourgmestre et échevins. A l'avenir, les communes seront encouragées à élargir les missions des « Klimaschäffen » à des éléments liés à la transition juste.</p> <p>Par le biais d'un catalogue de 64 mesures, les communes sont orientées efficacement vers une politique durable dans les domaines de la transition énergétique, de la lutte contre le changement climatique, de l'économie circulaire, de la qualité de l'air, de l'adaptation au changement climatique ainsi que dans celui de la mobilité. Cet instrument comporte également des indicateurs clés quantitatifs spécifiques aux communes qui sont étroitement liés aux objectifs du PNEC. Le catalogue de mesures est régulièrement révisé pour tenir compte des objectifs nationaux et des évaluations régulières du programme.</p> <p>En contrepartie de leur engagement, les communes bénéficient de l'assistance d'un conseiller climat ainsi que de subventions de la part de l'État en fonction du niveau de certification obtenu. L'État met à disposition le cadre législatif, financier, technique et consultatif jusqu'au 31 décembre 2030. Klima-Agence est mandatée pour la mise en œuvre opérationnelle et le développement en continu du programme.</p> <p>Le Pacte Climat 2.0 sera développé et amélioré continuellement. Le Gouvernement aidera les communes à concevoir une stratégie et à la mettre en œuvre pour atteindre la neutralité climatique à l'instar des administrations étatiques.</p> <p>Le Pacte Climat 2.0 encourage également la participation à des programmes au niveau européen tels que le « Covenant of Mayors » ou encore le « european green capital award », valorisant de manière internationale les efforts déployés au niveau local pour améliorer l'environnement, l'économie et la qualité de vie dans les villes.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	Développement continu

Entité(s) responsable(s)	MECB, Klima-Agence
Référence(s)	Loi du 25 juin 2021 portant création d'un pacte climat 2.0 avec les communes
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2021/06/25/a482/jo

Intitulé de la mesure	N° 107 Pacte Climat pour syndicats intercommunaux industriels	
Description	<p>Le pacte climat pour syndicats intercommunaux industriels vise à soutenir les instances et services publics intervenant notamment dans le domaine de l'eau potable, de l'assainissement des eaux usées et dans la gestion des déchets à réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à leurs activités.</p> <p>En ce qui concerne le secteur de l'assainissement des eaux usées, la révision de la directive 91/271/CEE relative au traitement des eaux urbaines résiduaires prévoit notamment l'atteinte de la neutralité énergétique en plusieurs étapes. Ainsi, le secteur de l'assainissement devra veiller à ce que l'énergie annuelle totale utilisée provienne de sources renouvelables et atteigne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 % à la fin de l'année 2030 - 75 % à la fin de l'année 2035 - 100 % à la fin de l'année 2040 <p>A l'instar de ce qui est prévu par la révision de la directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, cette mesure du pacte climat soutiendra tous les autres syndicats intercommunaux industriels à atteindre progressivement la neutralité climatique. Cette mesure s'aligne donc également avec l'objectif d'atteindre la neutralité climatique pour toutes les administrations publiques jusqu'en 2040, tel que décidé par la Chambre des Députés.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 108 Pacte Nature avec les communes	
Description	<p>À l'instar du Pacte Climat, le Pacte Nature est un instrument destiné à promouvoir les initiatives communales et régionales visant à préserver et restaurer la biodiversité.</p> <p>Les communes sont des partenaires importants de l'État dans le domaine de la protection de la nature et des ressources naturelles. Par leurs décisions, elles peuvent contribuer de manière significative à l'amélioration de la situation des espaces naturels et de la biodiversité.</p> <p>Le Pacte Nature offre aux communes qui souhaitent lutter activement contre la perte de la biodiversité la possibilité de solliciter un soutien de l'État. En y adhérant, les communes s'engagent à mettre en œuvre le catalogue de mesures du Pacte Nature. Le catalogue comprend des mesures de protection de la nature dans les domaines suivants : « établissement et mise en œuvre d'une stratégie globale », « milieu urbain », « milieu des paysages ouverts », « milieu aquatique », « milieu forestier », et « communication et coopération ». Certaines mesures du Pacte Nature (comme p. ex. l'aménagement d'une végétation ligneuse et de plantations en milieu urbain ou bien la création de réserves forestières intégrales et d'îlots de vieillissement) montrent un potentiel important de séquestration de carbone.</p> <p>En contrepartie de l'engagement des communes, l'État accorde une subvention de fonctionnement aux communes participantes et couvre les coûts des conseillers Pacte Nature. L'État met à disposition le cadre législatif, financier, technique et consultatif jusqu'au 31 décembre 2030.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECB , Klima-Agence	
Référence(s)	Loi du 30 juillet 2021 portant création d'un pacte nature avec les communes	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2021/07/30/a595/jo	

Intitulé de la mesure	N° 109 Stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040	
Description	<p>Dans le cadre du rôle exemplaire du secteur public dans la lutte contre le dérèglement climatique, une stratégie de décarbonation de l'administration étatique sera élaborée en coopération avec tous les acteurs concernés. La stratégie visera l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040 et couvrira notamment le parc immobilier, le parc automobile et les marchés publics en général de l'Etat et des établissements publics. Elle abordera l'organisation et les moyens nécessaires à sa mise en œuvre et comprendra un calendrier indicatif. Le Gouvernement dotera, dans la mesure du possible, tous les bâtiments publics d'installations photovoltaïques jusqu'en 2030 et accélérera davantage leur assainissement énergétique, en vue de leur neutralité climatique, tout en tenant compte des exigences de la directive relative à l'efficacité énergétique et de la directive sur la performance énergétique des bâtiments. Une communication régulière sera organisée autour de l'implémentation de la stratégie et de la réalisation de projets phares.</p> <p>Le Pacte Climat avec les communes incitera les administrations communales à poursuivre des efforts similaires.</p> <p>Le Gouvernement intégrera des critères de durabilité respectueux de l'environnement et du climat et favorisant l'économie circulaire dans les appels d'offres publics et élaborera à cet effet un cahier des charges modèle. Au-delà de ces critères sociaux, circulaires et de bas carbone, le Gouvernement utilisera également les appels d'offres publics pour promouvoir des technologies et des solutions innovantes tout en impliquant les ministères et les administrations gouvernementales et locales.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	2040	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, ABP, MECO, MECB, MAINT, Fonds Belval, Fonds d'urbanisation et d'aménagement du Kirchberg	
Référence(s)	Accord de coalition 2023-2028	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/dossier/formation-gouvernement-2023/accord-coalition.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 110 PDAT: la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés	
Description	Parmi les objectifs politiques du projet de PDAT, les deux premiers ont un impact majeur sur la réduction des émissions de CO ₂ : la réduction progressive de l'artificialisation du sol et la concentration du développement aux endroits les plus appropriés. Le premier objectif vise la réduction de l'artificialisation du sol pour tendre vers zéro en 2050, justement pour préserver les terres agricoles et forestières entre autres pour leurs capacités d'absorption de CO ₂ . Combiné à un développement multifonctionnel tout en préservant et en développant le maillage vert intraurbain, la concentration du développement permet une importante réduction des besoins en déplacement motorisés et une augmentation de la qualité de vie. En outre, cette approche limite le développement urbain diffus, coûteux et néfaste pour la qualité paysagère. Finalement, une planification infrastructurelle anticipative est possible étant donné que l'on connaît les endroits où les développements urbains seront réalisés.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT, Autres : Communes, politiques sectorielles à impact territorial	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://amenagement-territoire.public.lu/content/dam/amenagement_territoire/pdat-programme-directeur-damagement-du-territoire-4072023.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 111 Ville du quart d'heure	
Description	<p>Le concept de la « Ville du quart d’heure », qui vise à mettre à disposition les services essentiels nécessaires à la vie à une distance d’un quart d’heure à pied ou à vélo du lieu de résidence, est actuellement en train d’être appliqué dans de grandes métropoles telles que Paris, Copenhague, Milan ou encore Dublin.</p> <p>Le PDAT prévoit la déclinaison de ce concept dans les trois grandes agglomérations luxembourgeoises, la Nordstad, l’Agglo-Centre et la Région Sud. En effet dans le cadre de la pandémie Covid, l’importance de la proximité de tels services a encore été accentuée et il s’avère donc nécessaire de planifier les villes en tenant compte de la proximité et de l’accessibilité des services. La mise en œuvre de ce concept requiert certaines densités (masse critique) mais également un aménagement multifonctionnel de l’espace.</p>	
Type d’instrument	Planification	
Etat d’avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT, MAINT, MMTP, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 112 Projets « Ceinture verte autour de l'agglomération de Luxembourg-Ville » et « Zone verte interurbaine » issus de la consultation internationale « Luxembourg in Transition »	
Description	Organisée entre septembre 2020 et février 2022, la Consultation internationale « Luxembourg in Transition » était un processus qui réunissait plusieurs équipes internationales composées de spécialistes en la matière pour développer des projets qui permettaient de réaliser la transition écologique du territoire fonctionnel luxembourgeois à l'horizon 2050. Véritable laboratoire d'idées « out of the box », la consultation a permis un foisonnement d'idées censées inspirer les politiques sectorielles mais aussi sensibiliser les citoyens d'adapter leurs comportements. Parmi les idées produites, deux idées sont déjà en train d'être implémentées : « Ceinture verte autour de l'agglomération de Luxembourg-Ville » et la « Zone verte interurbaine ». Le premier vise à développer une ceinture verte, naturelle et agroalimentaire autour de la capitale servant ainsi plusieurs objectifs dont notamment la récréation, le développement des infrastructures vertes et la promotion de la consommation locale. Le deuxième projet se concentre sur l'espace entre les agglomérations de Luxembourg-Ville et de la Région Sud et vise la préservation des qualités paysagères de ces espaces tout en favorisant le développement de l'agroalimentaire. Les deux projets sont également inscrits dans le PDAT en raison de leur concordance avec les deux premiers objectifs politiques.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 113 Formation professionnelle dans le cadre de la transition énergétique et climatique
Description	<p>La transition énergétique et climatique repose en grande partie sur des mesures technologiques. Dans ce contexte la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée est essentielle et représente actuellement l'un des plus grands défis à relever pour la mise à disposition des moyens nécessaires pour atteindre les objectifs climatiques.</p> <p>L'orientation vers la formation professionnelle se fait à la fin de la classe de 5e (3e année de l'enseignement secondaire général) sur avis du conseil de classe, en fonction des résultats scolaires et des intérêts de l'élève. Il existe trois voies de formation menant aux certifications suivantes : le certificat de capacité professionnelle (CCP), le diplôme d'aptitude professionnelle (DAP) et le diplôme de technicien (DT).</p> <p>Afin de garantir une adéquation entre les programmes scolaires, les contenus des cours et les défis en lien avec les compétences requises dans le cadre de la transition énergétique et climatique, les programmes sont développés et mis à jour par les équipes curriculaires, en partenariat avec les représentants des chambres professionnelles, la chambre des salariés, et des représentants sectoriels des entreprises formatrices. L'évaluation systématique et régulière des programmes en concertation avec les représentants des chambres professionnelles dans le cadre du Groupe de pilotage à la formation professionnelle permet de définir les besoins de mise à jour et les objectifs stratégiques. Dans ce cadre, l'expression de la demande de compétences pour la transition énergétique et climatique a mené à l'introduction à court terme de nouveaux programmes (DT Smart Technologies dont les spécialisations « Smart Buildings and Energies », « Smart Energy » « Énergies Renouvelables ») ainsi que l'introduction de certifications supplémentaires dans le cadre des diplômes de la formation initiale, p.ex. manipulation des unités de réfrigération contenant des gaz à effet de serre fluorés (« Kälteschein »).</p> <p>En général, il s'agit d'étendre l'offre de formation dans le domaine du développement durable, afin de combler, du moins en partie, le besoin en compétences et de main-d'œuvre qualifiée dans les secteurs liés à la transition écologique et d'élargir l'offre de programmes de formations continues (« upskilling ») pour toute personne souhaitant se former ou approfondir ses compétences en matière d'énergie et de climat.</p> <p>Il est aussi impératif d'introduire des programmes de reconversion professionnelle en matière de compétences en lien avec la transition verte, destinés au public cible de demandeurs d'emploi et de salariés au risque de perte d'emploi, afin de favoriser la réintégration et le maintien en emploi, ensemble avec l'ADEM. Et de même, de continuer à investir dans l'offre de reconversion professionnelle pour offrir aux demandeurs d'emploi sans qualification reconnue de nouvelles chances et perspectives.</p> <p>Au-delà de ces initiatives publiques, il s'avère aussi opportun de chercher, voire de renforcer des partenariats avec des initiatives privées respectivement provenant de la société civile, afin de promouvoir le développement d'une offre de formation large et diversifiée.</p>

	En outre, il s'avère opportun de lancer une initiative nationale pour valoriser davantage les emplois artisanaux pour les métiers liés aux objectifs du PNEC. Dans ce cadre, les chambres professionnelles, les fédérations d'artisans et les ministères concernés se réunissent pour élaborer ensemble un programme qui, d'une part, souligne l'importance stratégique de l'artisanat et, d'autre part, vise à inciter les élèves à opter activement pour une formation artisanale dans les domaines de la transition énergétique et climatique.	
Type d'instrument	Education	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MENEJ	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 114 Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen
Description	<p>Klima-Agence soutient tous les acteurs de la société dans leur engagement pour la protection du climat et la transition énergétique. Ainsi, les activités de Klima-Agence ciblent la réduction de la consommation énergétique, la promotion des énergies renouvelables, de l'habitat et de la mobilité durables ainsi que la gestion des ressources naturelles et l'implémentation de l'économie circulaire.</p> <p>Le volet « comportemental » respectivement celui des styles de vie est l'un des leviers prioritaires en vue d'une société neutre en carbone. Dans ce contexte, Klima-Agence fait avancer l'intégration transversale du changement climatique dans toutes ses activités et projets dans l'objectif de traiter de manière concrète les thématiques / concepts de « résilience », de « sobriété » et d' « adaptation au changement climatique » au niveau de ses divers groupes cibles (voir mesure 122 sur l'empreinte carbone basée sur la consommation).</p> <p>Dans ce cadre, il est notamment prévu de faire évaluer la démarche de communication de Klima-Agence en produisant notamment davantage d'émissions courtes et régulières à la télévision ou à la radio pour toucher le plus grand nombre de spectateurs. Ces spots pourraient aussi être utilisés sur les réseaux sociaux sous forme de petits clips condensés ou d'infographies.</p> <p>En outre, Klima-Agence va communiquer plus clairement sur les compétences des divers établissements publics et administrations afin de faciliter l'accès aux informations sur les différents règlements et lois en vigueur ainsi que les divers subsides en place.</p> <p>Dans le cadre du Pacte Climat 2.0, Klima-Agence et ses partenaires mobilisent également les communes pour qu'elles sensibilisent et incitent leurs concitoyens à réfléchir plus sur leur style de vie et qu'elles recourent plus à des modèles d'initiatives citoyennes comme l'économie de partage, les communautés énergétiques, les jardins communautaires, etc. Klima-Agence proposera aux communes des séminaires / ateliers d'information pour promouvoir et faciliter un mode de vie durable et, ensemble avec ses partenaires, mettra à disposition des formateurs en la matière. Une approche pourrait consister en la mise en place d'un atelier de « sensibilisation à la problématique du climat » qui s'adapterait spécifiquement aux contextes local et régional. À l'issue de ces ateliers, les participants recevraient un certificat (« Klimaführerschein »).</p> <p>Dans l'élaboration de ces mesures, Klima-Agence s'appuyera aussi sur des programmes de recherche de l'Université du Luxembourg, du LISER et du LIST.</p> <p>En général, l'engagement citoyen pourra être facilité davantage par la définition d'un cadre et de conditions favorables en s'appuyant sur l'expérience des organisations de la société civile promouvant cet engagement.</p> <p>Par ailleurs, le gouvernement mettra à disposition un calculateur d'empreinte carbone afin de sensibiliser au potentiel de réduction des gaz à effet de serre lié aux changements de comportement. Des outils numériques tels que des applications ou des réseaux virtuels seront étudiés afin de faciliter le processus d'apprentissage et l'échange de bonnes pratiques (voir mesure 122 sur l'empreinte carbone basée sur la consommation). Des informations sur le changement climatique, la décarbonation et l'empreinte carbone, ainsi que sur les</p>

	<p>stratégies et initiatives liées au climat, seront également mises à la disposition du grand public sur le nouveau site web klima.lu.</p> <p>A noter que la sensibilisation et l'éducation ne doivent pas viser uniquement à mettre en évidence les modes de vie non conformes aux objectifs climatiques ou les conséquences des comportements de consommation. Elles devraient plutôt promouvoir un changement de valeurs, en encourageant, par exemple, la solidarité, le partage des pratiques et la sobriété. À cette fin, le soutien des sciences sociales et de la psychologie est essentiel.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 115 National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat	
Description	<p>Début 2023 le MESR et le FNR ont présenté un nouveau projet de NCER qui a pour objet la transition énergétique. Les NCER sont censés offrir un cadre structurant et des financements pour regrouper l'excellence de la recherche autour d'une mission présentant un intérêt sociétal important, en encourageant la recherche transdisciplinaire de haut niveau et la collaboration intersectorielle. La thématique du NCER sera ciblée sur la digitalisation et la mise en place d'un « digital twin » au niveau national pour accélérer la transition énergétique et l'action climat. Les projets NCER sont financés par le FNR sur base d'une évaluation indépendante internationale pour une période maximale de huit ans et représentent donc des investissements à long terme dans le cadre des priorités nationales de recherche. Le montant maximal du financement d'un NCER est de 15 millions d'euros sur 5-8 ans. S'y ajoutent des contributions propres variables en provenance des institutions de recherche. Le NCER promeut la recherche transdisciplinaire et la collaboration étroite avec des acteurs publics et privés. Dans le contexte de la transition énergétique et d'un « digital twin » national il sera primordial d'inclure des composantes sociales de gestion du changement, d'organisation territoriale et d'associer des compétences pour la finance verte et pour le cadre réglementaire et juridique. Alors que le projet technologique du « digital twin » est actuellement porté par le LIST et le SnT, le MESR prévoit de renforcer les éléments précités en associant également le LISER pour des activités de recherche socio-économiques et la mise en place de laboratoires « real world » en relation avec une transition climatique juste, l'apprentissage social et la gouvernance.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	2030	Lorsque le NCER viendra à son terme, il est censé être structurellement ancré dans ses institutions d'attache.
Entité(s) responsable(s)	MESR, FNR, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.fnr.lu/funding-instruments/ncer/	

Intitulé de la mesure	N° 116 Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat	
Description	<p>Le Luxembourg dispose d'ores et déjà d'un écosystème important et multidisciplinaire d'acteurs RDI publics et privés pouvant contribuer à la transition énergétique et à l'action climat. Des stratégies de développement thématiques ont également été mises en place par différents acteurs, notamment par le MESR et le FNR et des budgets conséquents peuvent être mobilisés. Faute de gouvernance centralisée par rapport à la thématique, les activités RDI sont cependant mal coordonnées. Le NCER pour la transition énergétique est un 1er pas important dans cette direction avec un accent sur la digitalisation. Afin d'aborder d'autres sujets prioritaires de la transition énergétique et de l'action climat de manière structurée, groupée et ciblée, intégrant les aspects sociaux et sociétaux de manière interdisciplinaire, un programme de recherche stratégique pour le transfert sociétal, industriel et réglementaire sera mis en place. Ce programme sera placé sous la gouvernance des ministères ayant l'action climat et l'énergie dans leurs attributions et soutiendra des projets interdisciplinaires, intégrant également des aspects de planification du territoire.</p> <p>Le programme sera alimenté budgétairement en partie par le Fonds Climat et Energie. Pour garantir la coordination avec d'autres activités et une gestion professionnelle de qualité des travaux de recherche, une étroite collaboration sera recherchée avec le FNR, notamment à travers un partenariat public-public. La coordination envers le milieu industriel sera réalisée avec le concours de Luxinnovation, afin d'identifier des synergies avec des actions de soutien et de financement pour la RDI dans les entreprises, et notamment les PME, et développer des projets à caractère expérimental. Le programme tirera avantage des spécificités du Luxembourg comme terrain d'expérimentation multinational et favorisera des collaborations avec des acteurs internationaux et institutions européennes.</p> <p>Cette gouvernance et coordination centralisée permettra de recenser les projets RDI collaboratifs publics-privés passés, en cours et à venir et de mieux les valoriser, notamment pour l'orientation stratégique du programme.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Budgétaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, MESR, FNR	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 117 Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics	
Description	<p>Pour réussir la transition énergétique le Luxembourg a besoin de compétences poussées et de main d'œuvre suffisante et qualifiée pour les tâches technologiques complexes. L'Université du Luxembourg offre d'ores et déjà des formations en la matière, ceci à différents niveaux tels que le Bachelor en Ingénierie – Energie et Environnement (uni.lu) et le Master en Développement Durable (uni.lu) - Filière Energie et Environnement (MDD) développé en co-diplômation par l'Université du Luxembourg et l'Université de Liège (campus Arlon). En plus, l'Université de Luxembourg développera ses activités et son expertise dans le domaine de la durabilité à l'aide d'un nouveau centre de recherche interdisciplinaire (IC) sur les systèmes environnementaux durables avec une approche interdisciplinaire distincte, une vision holistique des disciplines et missions, une réputation internationale et un impact local.</p> <p>De même le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) est également très actif dans le domaine de la recherche environnementale et le Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER) sera capable de contribuer dans le domaine des conséquences socio-économiques engendrées par la transition énergétique.</p> <p>Le but de la présente mesure est de supporter les différents acteurs de la recherche publique dans leurs efforts de créer des effets levier dans les domaines de recherche décrits plus haut à travers des chaires de recherche et à travers des partenariats public-privé ou public-public en les aidant dans l'identification des acteurs industriels ou publics partenaires et d'autres sources de financement qui pourront contribuer à la création des effets levier recherchés.</p> <p>Les sujets de RDI prioritaires identifiés d'ores et déjà par le MECO et le MECB pour supporter la transition énergétique et l'action climat sont les systèmes énergétiques couplés, la construction avec des matériaux biosourcés et l'aménagement des paysages.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Education	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MESR, MECO, MECB	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 118 Utiliser les outils de la finance durable et climatique pour décarboner
Description	<p>Finances climatiques et durables</p> <p>De 2021 à 2025, un montant total de 220 millions d'euros est mis à disposition pour le financement climatique international, qui vise une répartition équilibrée entre l'atténuation du changement climatique, l'adaptation et la résilience, ainsi que récemment les pertes et dommages (« loss and damage »).</p> <p>En outre, conformément à la loi du 15 décembre 2020 relative au climat, le Fonds Climat et Energie (voir mesure 103) permet le financement des projets climatiques nationaux dans le domaine de la finance durable à travers des mécanismes et instruments innovants.</p> <p>Le financement mixte (« blended finance »)</p> <p>En mobilisant des fonds publics pour réduire le risque des investissements privés, le financement mixte peut contribuer à catalyser des capitaux supplémentaires en faveur des solutions climatiques. Le Luxembourg agit déjà en tant que catalyseur pour stimuler l'investissement durable, notamment avec le « Klimapakt fir Betriber », l'« International Climate Finance Accelerator », le « Luxembourg Earth Impact Fund » et la « Luxembourg-EIB Climate Finance Platform ». Le Luxembourg étudiera la possibilité d'élargir son offre de financement mixte. Un potentiel important de financement dans le domaine de la banque de détail existe et pourrait être envisagé à l'avenir.</p> <p>Les hypothèques vertes (« Green mortgages »)</p> <p>Des hypothèques vertes peuvent inciter un emprunteur à acheter un bâtiment énergétiquement performant ou à rénover un bâtiment existant pour améliorer sa performance énergétique. Le régime d'aides « prêts climatiques » (mesure 310), subventionnés par l'État, offre par exemple un support à la rénovation énergétique en réduisant le taux d'intérêt. Le gouvernement luxembourgeois étudiera les moyens de réduire les obstacles techniques et sociaux aux hypothèques vertes, notamment en proposant aux institutions financières des recommandations basées sur les classes énergétiques des bâtiments (dans le respect du règlement général sur la protection des données (RGPD)).</p> <p>La budgétisation verte (« Green Budgeting »)</p> <p>La budgétisation verte consiste à intégrer des considérations de durabilité dans le processus budgétaire national et peut être un outil puissant pour financer la transition vers une économie plus durable. Le Luxembourg a déjà pris des mesures pour intégrer les principes de budgétisation verte dans ses pratiques de gestion des finances publiques, notamment en ce qui concerne les dépenses du PNEC. Le Luxembourg continue à étudier comment les pratiques de budgétisation verte peuvent être élaborées davantage entre autres par le biais du budget ordinaire, des fonds spéciaux et des marchés publics. A titre d'exemple, le gouvernement luxembourgeois a émis une première obligation souveraine durable en 2020 pour un montant d'1,5 milliards d'euros afin de financer et refinancer au moins 65 investissements durables. Ce faisant, le Luxembourg a été le premier pays européen et le premier pays du monde noté AAA à émettre une obligation souveraine durable.</p> <p>La sensibilisation au financement climatique du secteur financier et du grand public</p> <p>La sensibilisation du secteur financier luxembourgeois au financement climatique est une composante essentielle pour atteindre les objectifs climatiques. De ce fait, la « Luxembourg Sustainable Finance Initiative » (LSFI) a été créée en 2020 avec</p>

	un de ses buts la sensibilisation, la promotion et l'aide au développement des initiatives de finance durable au Luxembourg. Dans la même optique, un partenariat stratégique avec l'Université du Luxembourg a été conclu en 2020 afin de créer un projet de recherche en finance durable, dont un programme de Master et un certificat en finance durable qui ont pour objectif de former des talents dans le domaine de la finance climatique et durable. Le gouvernement continuera de soutenir la sensibilisation du secteur financier et du grand public.	
Type d'instrument	Réglementaire, Information, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 119 Mise à l'échelle de projets de transition énergétique et climatique	
Description	<p>Des projets de transition énergétique et climatique au niveau local sont importants pour initier des modes de production et de consommation ainsi que de nouvelles solutions compatibles avec la protection du climat.</p> <p>Cependant, l'un des plus grands défis de la transition verte est le passage à l'échelle de ces initiatives, projets-pilote et bonnes pratiques, tout en intégrant les aspects environnementaux, socio-économiques et de bonne gestion (« upscaling »).</p> <p>Pour faciliter cela, une coalition d'acteurs publics, privés et de la société civile est nécessaire.</p> <p>L'objectif fondamental est de stimuler et d'optimiser les projets à caractère démonstratif qui contribuent à un cadre exemplaire pour le développement de concepts et de lignes directrices, afin de faciliter un déploiement plus large d'approches innovantes et transformatrices au Luxembourg et dans la région.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 122 Réduire notre empreinte carbone basée sur la consommation
Description	<p>Il y a un consensus entre scientifiques que la protection du climat est aussi liée à des changements culturels : changement de comportement, sobriété des modes de vie, promotion du bien commun, etc. Donc, le succès de nombreuses autres mesures dépend également de la volonté de la population de changer de comportement.</p> <p>Outre la comptabilisation des émissions de GES basée sur la production, telle qu'ancrée dans les conventions internationales des inventaires de GES, la comptabilisation basée sur la consommation fournit des informations importantes sur la manière dont les différents aspects de notre mode de vie, tels que notre consommation de mobilité, de logement, de nourriture et de biens, contribuent à notre empreinte carbone. En effet, l'empreinte carbone basée sur la consommation tient compte des émissions de GES qui se produisent partout dans le monde en raison de ce que nous consommons au Luxembourg, tandis que l'inventaire national basé sur la production n'inclut que les GES qui ont été émis au Luxembourg. L'empreinte carbone basée sur la consommation inclut donc les émissions indirectes de GES qui se produisent en dehors du Luxembourg.</p> <p>En mettant en place les moyens nécessaires, le gouvernement établira une approche basée sur la consommation pour calculer l'empreinte carbone afin d'inclure ces émissions indirectes. Cette approche permet de calculer les émissions de GES du cycle de vie d'un produit ou d'un processus, comme les émissions de GES du cycle de vie associées à différents matériaux de construction. En outre, cette approche facilitera l'élaboration de mesures visant à réduire l'empreinte carbone liée à la consommation, notamment en encourageant les changements de comportement et la sobriété.</p> <p>Par ailleurs, le gouvernement mettra à disposition un calculateur d'empreinte carbone afin de sensibiliser au potentiel de réduction des GES lié aux changements comportementaux (mesure 114). Combinée à des informations sur la manière dont certaines actions peuvent réduire l'empreinte carbone d'une personne, l'empreinte carbone est un outil important pour aider les citoyens à réduire leur impact sur le climat.</p> <p>Le gouvernement étudiera comment des applications peuvent être mises à la disposition des citoyens pour leur permettre de déterminer leur propre empreinte carbone et l'impact sur le climat des différentes actions qu'ils peuvent entreprendre, comme favoriser le transport public ou changer de régime alimentaire. Ces applications peuvent également faciliter la réduction des émissions liées à la consommation en encourageant la réparation, l'économie du partage et les marchés d'occasion. Les informations seront également disponibles sur le nouveau site web klima.lu (mesure 114).</p>
Type d'instrument	Information, Recherche
Etat d'avancement	En analyse

Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 123 Développement de statistiques, de modèles et d'indicateurs de suivi	
Description	<p>Les projections élaborées par le STATEC pour la mise à jour du PNEC sont une première étape permettant de quantifier les tendances économiques et technologiques, ainsi que les mesures adoptées au niveau national et international. L'objectif consiste à suivre, avec peu de délais, la production et consommation d'énergie, ainsi que les émissions directes y relatives. Pour y arriver les statistiques, basées sur des données administratives ou des données d'enquêtes, doivent être améliorées et multipliées. La collecte et la mise à disposition du STATEC de nouvelles sources de données permettront ainsi un suivi quantifié des mesures et un monitoring régulier par rapport aux objectifs climatiques et énergétiques. Elles permettront également de développer davantage les modèles de projections du STATEC, dont la granularité est actuellement limitée par la non-disponibilité de certaines données.</p> <p>Au-delà de l'approche basée sur les émissions directes, les données concernant les émissions associées aux biens et services importés pourraient être collectées (émissions indirectes), afin de pouvoir estimer les émissions sur toute la chaîne de valeur (voir aussi la mesure 122).</p>	
Type d'instrument	Planification, Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		Mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	STATEC, MECB, MECO, MMTP, AEV, SER	
Référence(s)	Loi du 10 juillet 2011 portant organisation de l'Institut national de la statistique et des études	
Infos complémentaires		

3.1.1.2 Bâtiments

Les mesures de décarbonation des bâtiments sont étroitement liées aux mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, notamment par des mesures d'assainissement énergétique, vu que toute réduction de la consommation d'énergie fossile signifie une réduction des émissions de GES.

Au niveau des bâtiments, la décarbonation par l'électrification via une pompe à chaleur est l'alternative aux énergies fossiles la plus importante, notamment parce qu'une partie de l'électricité (renouvelable) peut être produite au niveau national et à cause du gain important en efficacité énergétique, vu que la majeure partie de l'énergie mise à disposition pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur provient de l'environnement (énergie ambiante).

Toute nouvelle construction (bâtiments d'habitation et bâtiment fonctionnels) doit respecter les exigences du Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, qui définit le niveau « nZEB » national (nearly Zero Energy Building) : grâce à l'évolution continue des ambitions et exigences au niveau réglementaire depuis l'entrée en vigueur de la première réglementation sur la performance énergétique des bâtiments d'habitation en 2007 et des bâtiments fonctionnels en 2010 et grâce à l'évolution en parallèle des compétences du secteur de la construction au Luxembourg pour pouvoir mettre en œuvre ces ambitions, le nZEB luxembourgeois est aujourd'hui un des plus ambitieux en Europe et garantit que toute nouvelle construction pour laquelle s'applique cette réglementation est d'office très performante au niveau de l'efficacité énergétique et est décarbonisée dû au fait que la pompe à chaleur est la technologie de référence pour l'installation de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire.

Les mesures prévues au niveau des bâtiments varient suivant qu'il s'agit de bâtiments d'habitation ou de bâtiment fonctionnels et elles sont également spécifiques par rapport au secteur concerné, à savoir le secteur public, le secteur professionnel et les particuliers.

Le secteur public est redéfini dans le cadre de la nouvelle directive sur l'efficacité énergétique (EED, (UE) 2023/1791) dans la mesure où ce ne seront plus seulement les bâtiments de l'Etat central qui sont visés, mais tous les bâtiments de l'Etat et les bâtiments communaux. L'EED prévoit des obligations de rénovation énergétique plus ambitieuses pour les bâtiments du secteur public (mesure N° 303). Il est important de prendre en compte dans ce contexte, le besoin en ressources supplémentaires au niveau du secteur public pour pouvoir mettre en œuvre ces obligations européennes. En ce qui concerne les bâtiments existants du secteur professionnel des obligations sont annoncées (mesure N° 304) ; l'échéancier pour ces obligations sera défini lors de la transposition de la directive en droit national et le secteur (CdC, CdM) sera consulté, ainsi que d'éventuelles mesures d'incitation du secteur privé pour la rénovation énergétique avant la phase obligatoire seront analysées.

En ce qui concerne les logements existants, l'approche concernant l'efficacité énergétique (assainissement énergétique) et la décarbonation (remplacement des chauffages fossiles par des alternatives non-fossiles) est basée sur une participation volontaire, accompagnée de mécanismes d'aides (subventions) et de sensibilisation, informations et assistance aux ménages ; la sensibilisation met le focus sur les avantages d'un assainissement énergétique (tel que la réduction de la consommation d'énergie et par là des coûts, le gain de confort, une revalorisation du patrimoine immobilier (le cas échéant, avec une extension de la surface habitable), etc.) et d'une décarbonation (mesure contre le réchauffement climatique, réduction des émissions de gaz à effet de serre, indépendance des énergies fossiles et des prix très volatils de ces énergies, possibilité de production et autoconsommation d'électricité sur site, etc.) ; les divers mécanismes de subventions (tel que les aides étatiques (Klimabonus (N° 307), prêts climatiques (N° 310), aides individuelles au logement (N° 311), aides à la pierre (N° 312), incitations fiscales (N° 313), etc.), les aides proposées par les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique et les aides communales) sont révisés régulièrement et peuvent pour la plupart être combinées et cumulées,

afin de rendre les mesures d'assainissement énergétique et de décarbonation économiquement intéressantes et accessibles à tous les ménages.

La rénovation énergétique des bâtiments résidentiels les moins performants et une assistance particulière aux ménages vulnérables sont spécifiquement adressées et seront ciblées prioritairement par la future entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (mesure N° 327), dont les futures missions et la méthodologie de travail sont développées entre autres dans le cadre du projet-pilote de rénovation de quartiers « zesumme renovéieren » à Differdange (mesure N° 328).

Intitulé de la mesure	N° 301 Réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments	
Description	<p>En 2021, le cadre réglementaire concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation et fonctionnels a été adapté dans le but d'intégrer les différentes dispositions pour les bâtiments d'habitations et fonctionnels dans un seul règlement grand-ducal.</p> <p>Ce règlement définit notamment le modèle du bâtiment de référence qui est utilisé pour définir les exigences en matière d'efficacité énergétique des bâtiments individuels. Le règlement définit également les indicateurs de performance environnementale (en CO₂éq) et d'autres exigences minimales à respecter telles que le prétubage pour bornes de charge ou installations photovoltaïques, ainsi que la méthodologie de calcul et le contenu du certificat de performance énergétique.</p> <p>Des révisions et adaptations sont prévues, concernant notamment l'adaptation des classes énergétiques pour les bâtiments d'habitation, la définition d'un niveau de performance énergétique nZEB_{rénovation} pour la rénovation énergétique, l'installation de panneaux photovoltaïques au niveau du bâtiment de référence pour les habitations, l'obligation (sous forme d'exigences minimales) d'installer des panneaux photovoltaïques « sur toute la surface de la toiture » et la réforme du certificat de performance énergétique en certificat de performance environnementale, sur base de la révision (en cours) de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments.</p> <p>Définition d'un niveau de performance énergétique nZEB_{rénovation}, dans le cadre de la révision de la directive EPBD ((UE) 2024/1275) et de l'introduction de standards minima de performance énergétique (MEPS – Minimum Energy Performance Standards, en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive) ; ce niveau nZEB_{rénovation} sera l'exigence minimale dans le cadre des futures obligations de rénover (notamment pour le secteur public).</p> <p>En relation avec la taxonomie européenne (classification des activités économiques ayant un impact favorable sur l'environnement) et les exigences qui en découlent pour les institutions financières, le Luxembourg étudiera, dans le cadre de la révision de cette même directive, la mise à disposition aux banques de recommandations basées sur les classes énergétiques des bâtiments (dans le respect du règlement général sur la protection des données (RGPD)).</p> <p>De nouveaux outils pour évaluer les impacts carbone sur toute la chaîne de valeur de la construction et de la rénovation seront mis en place sur base des futures exigences de la directive EPBD ((UE) 2024/1275) et de la feuille de route pour construction bas carbone. Ces efforts seront accompagnés par une refonte du guide de la construction et de la rénovation durables.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations

2021	n.a.	réglementation existant depuis 2007 (bâtiments d'habitation) / 2010 (bâtiments fonctionnels) et adaptée régulièrement, notamment sur base de la nouvelle directive européenne EPBD (+ EED, le cas échéant)
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/06/09/a439/jo	

Intitulé de la mesure	N° 302 Décarbonation des bâtiments résidentiels : phase-out des chauffages fossiles
Description	<p>Au vu de l'objectif de décarbonation des bâtiments résidentiels, c.-à-d. de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, il est indispensable de remplacer à moyen terme toutes les installations de chauffage à base d'énergie fossile par des systèmes de chauffage décarbonés.</p> <p>Sont concernés ici, tous les systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.</p> <p>Approche volontaire</p> <p>Le gouvernement favorise une approche volontaire, en mettant à disposition des citoyens et entreprises un large éventail de solutions faciles à mettre en œuvre et coordonnées au niveau national, régional et local. Ainsi des solutions collectives comme les rénovations systématiques de quartier et des réseaux de chaleur décarbonés seront massivement développés, en collaboration avec les communes et le secteur des bureaux d'études et de l'artisanat. De même les compétences au niveau des acteurs impliqués continueront à être développées et renforcées au vu des technologies alternatives décarbonées actuelles et futures (les pompes à chaleur et les réseaux de chaleur étant ciblés en priorité dans le cadre de la décarbonation des bâtiments). Ces mesures compléteront les régimes d'aides conséquents actuels, tels le régime d'aides étatiques existant « Klimabonus » (avec notamment le bonus « Masuttersatzprogramm » augmentant les aides allouées dans le cas du remplacement d'une chaudière alimentée au combustible fossile existante et, le cas échéant, le « top-up social » sur les aides Klimabonus), ainsi que, le cas échéant, les aides proposées par les communes et certains acteurs privés, tels que les parties obligées (fournisseurs d'électricité et de gaz naturel) dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS).</p> <p>Le gouvernement mettra en place un monitoring national de la décarbonation des bâtiments pour suivre l'évolution annuelle du remplacement des chauffages fossiles par des alternatives décarbonées par rapport à la trajectoire de décarbonation (sur base des objectifs annuels) nécessaire dans le cadre des objectifs nationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre.</p> <p>Dans le même contexte et afin de faciliter l'installation d'une pompe à chaleur en cas de défaillance d'une chaudière fossile existante, le Gouvernement analysera l'utilité d'un stock d'installations de chauffage « de dépannage » pouvant servir, le cas échéant, de solution intermédiaire/transitoire (quelques semaines à quelques mois) en cas de défaillance imprévue sur une chaudière (fossile) existante. L'installation de dépannage permettra de couvrir le temps nécessaire pour le dimensionnement, choix, commande et installation d'une pompe à chaleur. Les installations de chauffage de dépannage pourront être des installations à énergie fossile (gaz naturel ou fioul de chauffage, en fonction de la chaudière existante défaillante (disponibilité du combustible en question)), des chauffages électriques, des pompes à chaleur ou des systèmes combinés. L'utilité sera évaluée et la mise en place d'un tel stock de dépannage sera définie, le cas échéant, en concertation étroite avec le secteur.</p>

Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Approche basée sur le volontarisme avec monitoring de l'évolution de la décarbonation
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MLOGAT, Klima-Agence, OAI, Chambre des Métiers et Fédération des Artisans, Communes	
Référence(s)	Règlement Klimabonus, mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS), Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, ...	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 303 Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments publics
Description	<p>Introduction d'une obligation de rénover certaines catégories de bâtiments sur base des nouvelles exigences des directives européennes EED ((UE) 2023/1791) et EPBD ((UE) 2024/1275).</p> <p>Bâtiments publics</p> <ul style="list-style-type: none"> - par organisme public nous entendons l'État ainsi que les communes et les syndicats communaux, entre autres ; la définition exacte ci-dessous est extraite de l'EED (UE) 2023/1791 : <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Extrait EED 2023/1791(UE) / Article 2 Définitions : ORGANISMES PUBLICS</p> <p>12) «organismes publics»: les autorités nationales, régionales ou locales et les entités directement financées et administrées par ces autorités mais n'ayant pas de caractère industriel ou commercial;</p> <p>c.-à-d. essentiellement l'Etat, les communes, les syndicats communaux, ...</p> <p>Précisions supplémentaires par rapport à la définition des "organismes publics" (extrait EED)</p> <p>(35) Pour remplir leur obligation, les États membres devraient cibler la consommation d'énergie finale de l'ensemble des services publics et de toutes les installations des organismes publics. Pour déterminer le spectre des destinataires concernés, les États membres devraient appliquer la définition des «organismes publics» figurant dans la présente directive, selon laquelle l'expression «directement financées par ces autorités» signifie que ces entités sont principalement financées par des fonds publics et l'expression «administrées par ces autorités» signifie qu'une autorité nationale, régionale ou locale dispose d'une majorité en ce qui concerne le choix de la direction de l'entité. L'obligation peut être remplie en réduisant la consommation d'énergie finale dans n'importe quel pan du secteur public, comme les transports, les bâtiments publics, les soins de santé, l'aménagement du territoire, la gestion de l'eau et le traitement des eaux usées, l'épuration de l'eau et des eaux résiduaires, la gestion des déchets, les réseaux de chaleur et de froid, la distribution et le stockage de l'énergie et l'approvisionnement en énergie, l'éclairage public, la planification des infrastructures, l'éducation et les services sociaux. Les États membres peuvent également inclure d'autres types de services lors de la transposition de la présente directive. Pour diminuer la charge administrative pesant sur les organismes publics, les États membres devraient créer des outils ou des plateformes numériques pour collecter des données agrégées sur la consommation des organismes publics, les rendre publiques et les communiquer à la Commission. Les États membres devraient transmettre la planification et les rapports annuels sur la consommation des organismes publics sous forme agrégée par secteur.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> - tous les bâtiments publics de plus que 250 m² de surface utile (chauffée ou refroidie) qui sont la propriété d'un organisme public sont concernés et qui ne sont pas des bâtiments nZEB (nearly Zero Energy Building) au 1.01.2024; - pour les bâtiments utilisés par un organisme public, mais dont il n'est pas propriétaire, les organismes publics sont tenus de négocier avec le propriétaire pour que le bâtiment soit rénové; - tous les types de bâtiments publics, c.-à-d. les bâtiments résidentiels et non-résidentiels, seront soumis à une obligation de rénovation; - au moins 3% de la surface totale (chauffée ou refroidie) seront à rénover par année; - le niveau de performance énergétique à atteindre après rénovation sera le niveau nZEB_{rénovation} (niveau nZEB (nearly Zero Energy Building) spécifique pour la rénovation de bâtiments) défini au niveau national en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive; - dans le cadre des obligations de rénovation, des règles moins exigeantes sont envisagées pour certaines catégories de bâtiments, tels les bâtiments protégés (patrimoine protégé). <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces</p>

	<p>exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p> <p>Les détails sont définis par la directive EED - Energy Efficiency Directive (Article 6) (UE) 2023/1791.</p> <p>Lors de la transposition de la directive en droit national, le besoin en ressources supplémentaires au niveau du secteur public sera pris en compte par le Gouvernement.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2026		sur base des exigences des directives EED ((UE) 2023/1791 et EPBD ((UE) 2024/1275)
Entité(s) responsable(s)	MECO, MMTP, MAINT, ABP et communes	
Référence(s)	Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 304 Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments fonctionnels
Description	<p>Introduction d'une obligation de rénover certaines catégories de bâtiments sur base des futures exigences des directives européennes EED ((UE) 2023/1791) et EPBD ((UE) 2024/1275).</p> <p>Bâtiments fonctionnels</p> <ul style="list-style-type: none"> - concerne tous les bâtiments définis comme « bâtiments fonctionnels » suivant la réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments; - introduction de normes minimales de performance énergétique (MEPS - Minimum Energy Performance Standards); - tout bâtiment fonctionnel devra respecter une performance énergétique minimale à partir d'une certaine date d'échéance ; - le niveau de performance énergétique à atteindre après rénovation sera défini au niveau national en tenant dûment compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité) et de la faisabilité technique, tel que prévu par la directive ; - dans le cadre des obligations de rénovation, des règles moins exigeantes sont envisagées pour certaines catégories de bâtiments, tels les bâtiments protégés (patrimoine protégé) ; - l'échéancier de la prise d'effet des obligations pourra varier en fonction du secteur concerné et du type de bâtiment. <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p> <p>Les détails seront définis dans le cadre de la transposition de la directive EPBD - Energy Performance of Buildings Directive (UE) 2024/1275, article 9 : normes minimales de performance énergétique des bâtiments non-résidentiels.</p> <p>Les normes minimales seront basées sur des seuils maximaux de performance énergétique (définition d'un seuil à 16% et d'un seuil à 26%) établis sur la base du parc immobilier non résidentiel au 1^{er} janvier 2020 et les normes minimales garantiront, au minimum, que tous les bâtiments non-résidentiels se trouvent en-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) du seuil de 16% à compter de 2030 ; et b) du seuil de 26% à compter de 2033. <p>Lors de la transposition de la directive en droit national les secteurs concernés seront consultés (CdC, CdM), notamment concernant l'échéancier des futures obligations et des éventuelles mesures d'incitation du secteur privé pour la rénovation énergétique avant entrée en vigueur de la phase obligatoire.</p>
Type d'instrument	Réglementaire

Etat d'avancement	En analyse pour transposition directive	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2026		transposition des directives EED ((UE) 2023/1791) + EPBD ((UE) 2024/1275)
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 305 Une obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg	
Description	<p>Une obligation de rénover pour les bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg.</p> <p>La directive européenne EPBD ((UE) 2024/1275, article 9) prévoit l'introduction d'une trajectoire de rénovation énergétique du parc immobilier résidentiel. Dans ce cadre la consommation moyenne d'énergie primaire en kWh/(m².an) pour l'ensemble du parc immobilier résidentiel :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) diminue d'au moins 16% par rapport à 2020 d'ici à 2030 ; b) diminue d'au moins 20 à 22% par rapport à 2020 d'ici à 2033 ; c) diminue progressivement pour atteindre un parc immobilier à émissions nulles en 2050. <p>Le Luxembourg sera obligé d'atteindre les résultats sur base de ces exigences (c.-à-d. qu'il y a une obligation européenne au niveau des pays membres), mais cette obligation ne signifie pas automatiquement une obligation pour les propriétaires des logements concernés (particuliers ou entreprises). Une obligation de rénover des bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg ; le Luxembourg continue à mettre l'accent sur une approche volontaire concernant la rénovation énergétique des logements, supportée par les politiques et mesures incitatives tel que les aides étatiques « Klimabonus » et le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.</p> <p>Dans ce cadre le Luxembourg analysera l'utilité et l'impact que pourrait avoir la création d'une entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (voir mesure N° 327).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		en fonction des exigences des directives EED ((UE) 2023/1791 + EPBD ((UE) 2024/1275) / délais de transposition; le début de mise en œuvre n'est pas encore connu, pas avant 2025
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie + du règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 306 Régime d'aides PRIME House 2017	
Description	Sous le régime « PRIME House » de 2017, les projets initiés entre 2017 et 2021 pouvaient bénéficier d'aides financières pour la construction de logements durables, la rénovation énergétique durable de logements, la mise en place d'installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables dans les logements et le conseil en énergie.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	2021	
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 23 décembre 2016 ... instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2016/12/23/n40/consolide/20210401	

Intitulé de la mesure	N° 307 Régime d'aides Klimabonus Wunnen
Description	<p>Depuis 2022, le régime d'aides « Klimabonus Wunnen » renforce les aides financières pour la construction de logements durables, la rénovation énergétique durable de logements, la mise en place d'installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables dans les logements et le conseil en énergie. Le régime actuel couvre les projets initiés entre 2022 et 2025.</p> <p>Les principaux changements par rapport au régime précédent (PRIME House) sont une procédure simplifiée pour accéder aux aides, la promotion renforcée des matériaux d'isolation écologiques, l'encouragement plus poussé pour remplacer les anciennes chaudières alimentées en énergies fossiles, l'admissibilité des pompes à chaleur air-eau et air-eau hybrides dans les bâtiments existants et la promotion de l'autoconsommation pour les installations photovoltaïques avec une subvention plus élevée et l'inclusion d'une batterie dans les coûts éligibles .</p> <p>Dans le détail, les modifications concernent les points suivants :</p> <p>Rénovation énergétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - hausse des subsides pour les mesures et le conseil en énergie - accent renforcé sur les matériaux écologiques - simplification administrative - introduction de la possibilité de mettre en œuvre des mesures individuelles sans recours à un conseil en énergie intégral. <p>Installations techniques (énergies renouvelables) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - hausse des subsides - prime supplémentaire pour le remplacement d'une chaudière existante alimentée au combustible fossile - nouvelle prime et bonus supplémentaires pour l'installation d'une pompe à chaleur dans un bâtiment existant - augmentation de la prime pour installations photovoltaïques et éligibilité d'une batterie de stockage dans le mode autoconsommation - prime supplémentaire pour l'installation d'un filtre à particules pour les chauffages à bois. <p>Dans le cadre du paquet de mesures sur lequel le gouvernement et les partenaires sociaux s'étaient mis d'accord dans la tripartite en septembre 2022, le régime avait été ponctuellement renforcé sur trois volets : un supplément (« top-up ») sur les aides financières allouées pour un assainissement énergétique, une augmentation du bonus pour le remplacement d'une chaudière alimentée au combustible fossile, et une augmentation supplémentaire des aides pour les installations photovoltaïques opérées en mode autoconsommation.</p> <p>En juin 2024, le gouvernement a proposé de reconduire les deux premiers suppléments « top-up » pour la durée restante du programme de soutien, soulignant le caractère prioritaire de la rénovation énergétique et de la sortie des énergies fossiles à des fins de chauffage.</p> <p>À noter que les fournisseurs d'énergie ainsi que certaines communes proposent également des aides supplémentaires en relation avec le régime « Klimabonus Wunnen ». Le simulateur des aides de Klima-Agence regroupe toutes ces aides et permet d'avoir une vue d'ensemble par mesure dans ce contexte.</p>

Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2025	Modifications régulières lors de la mise en œuvre
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 7 avril 2022 ... instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/04/07/a180/jo	

Intitulé de la mesure	N° 308 Digitalisation régime d'aides Klimabonus	
Description	Afin de simplifier et accélérer l'accès aux aides étatiques dans le cadre du régime « Klimabonus », la simplification et la digitalisation des formulaires de demande ainsi que des procédures dans le cadre d'une demande d'aide sont une priorité. Cette digitalisation est une nécessité pour faciliter et accélérer l'accès aux aides et s'inscrit dans les efforts de l'Etat de la simplification administrative et de la digitalisation des processus.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, MinDigital	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 7 avril 2022 ... instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/04/07/a180/jo	

Intitulé de la mesure	N° 309 Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen	
Description	<p>Le Gouvernement introduira progressivement des modalités de préfinancement des subventions climatiques. Ainsi, les citoyens ne payeront que la partie du financement qui leur incombe, pour des investissements susceptibles d'être subventionnés. Les entreprises recevront les montants correspondant aux subventions dans un bref délai.</p> <p>L'accès au financement reste une barrière infranchissable pour certaines personnes qui désirent réaliser des travaux de rénovation énergétique, de changement de système de chauffage (décarbonation) ou de mise en œuvre d'installations photovoltaïques.</p> <p>Dans l'optique d'une transition énergétique juste et afin de rendre possible l'accès à des projets de ce type aux personnes non-éligibles ou difficilement éligibles à des prêts climatiques ou prêts bancaires conventionnels, le Gouvernement introduira un mécanisme de préfinancement.</p> <p>Ce mécanisme sera, le cas échéant, pris en compte lors de la définition des missions pour la future entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels (voir mesure N° 327).</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en œuvre prévue à partir de 2025 (installations photovoltaïques)
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 310 Régime d'aides « prêts climatiques »	
Description	<p>Pour faciliter le financement de la rénovation énergétique de logements et la mise en place d'installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables (sauf photovoltaïque), des aides financières sous forme d'une « subvention d'intérêt » en vue de réduire la charge d'intérêts sont accordées aux propriétaires (personnes physiques) d'un logement. Le logement doit servir d'habitation principale et permanente, être âgé de plus de 10 ans et sis au Luxembourg. Le propriétaire du logement doit avoir contracté un prêt auprès d'un institut financier pour le financement des travaux d'assainissement énergétique et doit avoir obtenu l'aide financière Klimabonus pour les travaux financés par le prêt. En plus de la subvention d'intérêt, une garantie de l'État peut être demandée si le demandeur ne dispose pas de garanties jugées suffisantes.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Expirée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	2023	Abrogé par entrée en vigueur de la loi relative aux aides individuelles au logement voir mesure N° 311
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT	
Référence(s)	Loi du 8 juin 2022 relative aux aides à des prêts climatiques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/06/08/a286/jo	

Intitulé de la mesure	N° 311 Régime d'aides individuelles au logement	
Description	<p>La loi relative aux aides individuelles au logement du 7 août 2023 prévoit des aides individuelles au logement liées à des conditions de revenus. L'objectif de cette loi consiste à promouvoir l'assainissement des logements afin d'éviter la précarité énergétique liée aux coûts de l'énergie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - prime d'amélioration pour rénovation énergétique constituant un supplément à l'aide financière accordée dans le cadre du régime « Klimabonus Wunnen » (ménages éligibles jusqu'au revenu correspondant au niveau de vie médian (décile 5) ; montant maximal de la prime : 100 % de l'aide du régime Klimabonus Wunnen) (« top up social ») ; - prêts climatiques – en l'occurrence une garantie de l'État et une subvention d'intérêt pour prêt climatique s'ajoutant à l'aide financière Klimabonus pour les travaux financés par le prêt – en relation avec la rénovation énergétique d'un logement (le logement doit servir d'habitation principale et permanente, être âgé de plus de 10 ans et sis au Luxembourg) ; ces dispositions prennent la relève du régime d'aides « prêts climatiques ». <p>Afin de favoriser l'assainissement énergétique des logements existants et compte tenu des taux d'intérêts actuels, le Gouvernement analysera une révision du système de la Klimabank, et en particulier la définition des critères - notamment sociaux - applicables en matière de prêts climatiques.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT	
Référence(s)	Loi du 7 août 2023 relative aux aides individuelles au logement.	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/07/a554/jo	

Intitulé de la mesure	N° 312 Régime d'aides à la pierre	
Description	<p>La loi du 7 août 2023 relative au logement abordable propose des participations financières aux promoteurs sociaux pour inciter la création de logements abordables. Sont visés pour cette participation financière les coûts éligibles dans les 5 catégories suivantes :</p> <p>1°la catégorie relative au terrain non viabilisé et à la viabilisation particulière ; 2°la catégorie relative à la viabilisation ordinaire ; 3°la catégorie relative au terrain viabilisé ; 4°la catégorie relative à la construction de logements abordables ; 5°la catégorie relative à la rénovation (e.a. énergétique) de logements destinés à la location abordable.</p> <p>Le Règlement ministériel du 18 octobre 2023 instituant un cahier des charges pour le développement de logements abordables rassemble les recommandations en matière d'urbanisation, d'architecture et d'économicité. Pour aviser les projets de construction d'ensembles pour lesquels une demande d'Aides à la pierre est introduite, le ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire s'est doté d'une commission consultative qui donne un avis au ministre , la « Commission d'Accompagnement des Aides à la pierre » (CaaP)</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT	
Référence(s)	<p>Loi du 7 août 2023 relative au logement abordable Cahier de charges pour le développement de logements abordables : Règlement ministériel du 18 octobre 2023 instituant un cahier des charges pour le développement de logements abordables</p>	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/07/a611/jo	

Intitulé de la mesure	N° 313 Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements	
Description	Pour promouvoir la rénovation énergétique, un taux d'amortissement de 6 % pendant 10 ans est accordé pour tout investissement dans la rénovation énergétique durable de logements mis en location et bénéficiant des aides financières du régime « Klimabonus Wunnen ». Par ailleurs, les travaux de rénovation de logements (non limités à la rénovation énergétique) profitent de l'application plafonnée du taux de tva super-réduit de 3 %.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	(taux de tva de 3% introduit déjà avant 2021)
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MECO, MLOGAT	
Référence(s)	Loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu (L.I.R.); Loi modifiée du 5 août 1969 concernant la taxe sur la valeur ajoutée	
Infos complémentaires	https://impotsdirects.public.lu/fr/legislation/LIR.html Règlement grand-ducal modifié du 19 novembre 1999 portant exécution de l'article 106, alinéas 3 et 4 de la loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu (base d'amortissement forfaitaire et taux d'amortissement pour immeubles locatifs)	

Intitulé de la mesure	N° 314 Régime d'aides en faveur des communes	
Description	<p>Les administrations communales, les syndicats de communes et les établissements publics placés sous la surveillance des communes peuvent bénéficier d'aides financières pour des projets en matière d'efficacité énergétique (e.a. rénovation énergétique de bâtiments communaux fonctionnels existants, rénovation de l'éclairage public, étude d'optimisation énergétique de projets d'aménagement communal et de développement urbain) et d'énergies renouvelables (e.a. énergie solaire, pompes à chaleur, chauffage automatique au bois, centrales de cogénération à la biomasse, réseaux de chauffage urbain approvisionnés par des sources d'énergie renouvelables et/ou de la chaleur récupérée). Depuis 2021, le régime d'aides est financé par le biais du Fonds Climat et Energie.</p> <p>Le régime actuel sera revu et renforcé afin de mieux soutenir les communes dans leurs efforts de décarbonation.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	révision et renforcement du régime actuel planifiés
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO	
Référence(s)	Circulaire n°3969 du 5 mars 2021 - Fonds Climat et Énergie	
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/FCE	

Intitulé de la mesure	N° 315 Promotion de la construction durable	
Description	<p>La construction durable avec les trois dimensions et objectifs de faisabilité économique, bénéfiques sociétaux et respect des limites écosystémiques de notre planète est un domaine de travail vaste qui mobilise de multiples compétences et secteurs d'activités. Cette interdisciplinarité génère aussi de la complexité et les connaissances sont souvent distribuées et non-connectées.</p> <p>Le MMTP, MECO et MECB ont mandaté le CRTI-B pour mettre à jour et moderniser le « Guide de la construction et de la rénovation durables » sous la forme d'un portail électronique (NOBA.lu), afin de centraliser les connaissances et partager les meilleurs pratiques de la construction durable au Luxembourg. Le guide devra permettre de promouvoir des aspects clés en lien avec la construction durable, les outils existants comme la certification LENOX réformée, avec des retombées pour la formation initiale et continue des acteurs. Un accent spécifique est mis sur l'impact environnemental de la construction ainsi que la santé humaine.</p> <p>Le guide est élaboré à travers des groupes de travail, impliquant des experts publics et privés de toute la chaîne de valeur de la construction, en plus des parties prenantes sectorielles du CRTI-B. En 2020 le CRTI-B a également conclu une convention de collaboration avec le Conseil National de la Construction Durable (CNCD), afin d'aligner les priorités et regrouper les forces, au profit du secteur.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2024	1ère version du guide en ligne en 2024, développement continu
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MLOGAT, MMTP, CRTI-B	
Référence(s)	Accord de coalition 2018-2023	
Infos complémentaires	Guide de la Construction durable Le portail luxembourgeois de la construction (crtib.lu)	

Intitulé de la mesure	N° 316 Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments	
Description	<p>En 2020, le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire a finalisé sa stratégie de rénovation à long terme des bâtiments (LTRS - Long Term Renovation Strategy), proposant des mesures pour encadrer et faciliter la rénovation énergétique au Luxembourg. Le but était de faire une analyse approfondie du parc immobilier au Luxembourg et d'en tirer des conclusions quant au développement de la typologie et de la consommation d'énergie de bâtiments à long terme. Sur base des données collectées, un ensemble de différentes mesures a été défini pour accélérer la rénovation énergétique du parc immobilier.</p> <p>Au niveau réglementaire, certaines mesures ont été mises en œuvre (telles que l'obligation d'instaurer un fonds de travaux dédié et une adaptation des quorums décisionnels dans les immeubles en copropriété) ; une analyse critique des instruments de l'aménagement communal afin d'éliminer les barrières à la rénovation ou à l'implantation de l'énergie solaire est en train d'être finalisée et les résultats et propositions seront partagés avec les communes et les ministères concernés.</p> <p>En sus de ces mesures règlementaires, il existe d'autres propositions comme l'introduction d'une feuille de route individuelle en vue de la rénovation progressive au niveau du certificat de performance énergétique ou l'adaptation régulière des instruments économiques et fiscaux pour tenir compte des évolutions du marché et des besoins des parties prenantes.</p> <p>Une mise à jour régulière (tous les 5 ans) de la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments est obligatoire au niveau européen ; le nom de cette stratégie change avec la nouvelle directive EED ((UE) 2023/1791), la LTRS devient le NBRP – National Building Renovation Plan, plan national de rénovation des bâtiments ; les détails définitifs seront connus dès publication de la directive révisée et seront la base pour la transposition au Luxembourg.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	mise en œuvre progressive de la stratégie et mise à jour régulière de la stratégie (suivant article 3 de la directive EPBD ((UE) 2024/1275))
Entité(s) responsable(s)	MECO, Klima-Agence	
Référence(s)	Langfristige Renovierungsstrategie Luxemburg, MEA 2020	
Infos complémentaires	https://mea.gouvernement.lu/dam-assets/energie/energie-effizienz/lu-ltrs-2020.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 317 Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments	
Description	<p>Klima-Agence offre une multitude de services pour sensibiliser et informer les différentes parties prenantes en matière de bâtiments.</p> <p>Pour les propriétaires de bâtiments d'habitation (et locataires), Klima-Agence offre son service de conseil de base avec l'objectif de fournir un premier aperçu des possibilités de rénovation et des aides financières disponibles (notamment à l'aide de son simulateur des aides et prochainement un simulateur de rénovation énergétique). Lors des conseils, le conseiller Klima-Agence peut aussi informer sur les modalités du certificat de performance énergétique (CPE), l'évaluation énergétique du système de chauffage « Heizungscheck » obligatoire, et les mesures d'optimisation et de modernisation du système de chauffage.</p> <p>Klima-Agence lance régulièrement des campagnes de sensibilisation, généralement en coopération avec le(s) ministre(s) responsable(s), sur différents sujets d'actualité comme p. ex. l'introduction d'un nouveau régime d'aides, les énergies renouvelables, etc.</p> <p>Les démarches des communes sont encadrées par le Pacte Climat 2.0, qui promeut les mesures qui visent, entre autres, la rénovation des bâtiments communaux. Un conseiller spécialisé en rénovation énergétique assiste les communes au niveau stratégique dans ce contexte.</p> <p>Pour les entreprises, le « Klimapakt fir Betriber » propose des mesures pour améliorer notamment la performance énergétique des bâtiments des entreprises intéressées.</p> <p>Un guide de rénovation énergétique d'un bâtiment en copropriété est en cours d'élaboration. Ce guide sera mis à disposition des propriétaires de logements en copropriétés, des syndicats et des bureaux d'études afin de les soutenir dès les prémices d'un projet de rénovation. L'objectif de ce guide est de faciliter la compréhension des différentes étapes d'un projet de rénovation, d'orienter les professionnels dans l'élaboration d'une offre de service complète, prédéfinie, pour l'étude, le suivi et la mise en œuvre de travaux de rénovation (énergétique) dans une copropriété (concerne des bâtiments résidentiels et combinés (résidentiels/fonctionnels)) et de mettre en lumière le cadre réglementaire national reflétant les mesures et aides financières.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MLOGAT, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr	

Intitulé de la mesure	N° 318 Formation d'une main d'oeuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments
Description	<p>Les offres en matière de formation professionnelle initiale et continue seront régulièrement examinées et adaptées, notamment dans les domaines de la digitalisation et du développement durable. Cet effort d'adaptation continue se fera de concert avec les chambres professionnelles, les entreprises, les enseignants et les jeunes diplômés des formations professionnelles. L'évaluation permanente de la méthodologie de recueil des besoins du marché ainsi que des travaux curriculaires y relatifs devront être poursuivis.</p> <p>Les profils professionnels devront être adaptés surtout aux grandes transitions qui marquent le développement de l'économie et de la société, comme la digitalisation, l'industrie 4.0 ou encore les technologies vertes (énergies renouvelables, vertes, transition écologique et énergétique). La diversification de la formation professionnelle permet de préparer les élèves à faire face à ces défis et à travailler dans des secteurs en croissance, comme les énergies renouvelables, la cybersécurité et la santé.</p> <p>Les entreprises artisanales aussi bien que les bureaux d'études et architectes (concepteurs), notamment dans les secteurs de la construction (nouvelle construction et rénovation énergétique), le secteur industriel, les secteurs relatifs à la mobilité / électromobilité, et autres, sont confrontés à un changement technologique important et ont un besoin urgent de nouvelles compétences en relation avec la transition énergétique ; les entreprises qui sauront relever ces défis auront accès à de nouvelles activités et pourront contribuer activement à la réalisation des objectifs du PNEC notamment dans le domaine de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables et de la décarbonation.</p> <p>En ce qui concerne la formation professionnelle continue (up-skilling), les Centres Nationaux de Formation Professionnelle Continue (CNFPC), la Chambre des Métiers (CdM), la Fédération des Artisans avec ses Centres de Compétences « Génie Technique du Bâtiment » et « Parachèvement » (CdC-GTB/PAR), l'Institut de Formation Sectoriel du Bâtiment (IFSB) et d'autres acteurs privés offrent régulièrement des formations théoriques et pratiques pour artisans et conseillers en énergie sur différents sujets d'actualité en lien avec la transition énergétique tels que les changements réglementaires, les défis concernant de nouvelles compétences à acquérir, l'accès aux diverses certifications (« Nohalteg an d'Zukunft + ») et la mise en œuvre de solutions innovantes.</p> <p>L'OAI, en coopération avec des acteurs de la formation, propose des formations plus spécifiquement orientées sur la conception et la planification, l'étude et la promotion de nouvelles solutions innovantes, l'intégration architecturale des technologies de la transition énergétique, etc. Ces formations s'adressent en priorité aux bureaux d'études et architectes représentés par l'OAI.</p> <p>Afin de garantir une adéquation des programmes de formation pour les différents niveaux de compétences et domaines concernés, avec les défis relatifs aux objectifs du PNEC, une évaluation systématique et régulière de ces programmes en concertation avec les acteurs du terrain et le(s) ministère(s) concerné(s), sous forme d'une initiative nationale regroupant tous les acteurs concernés, est nécessaire.</p> <p>Pour compléter cette offre de formation, il est aussi nécessaire de continuer à investir dans les offres de reconversion professionnelle (re-skilling) pour offrir aux</p>

	<p>demandeurs d'emploi des perspectives dans d'autres branches. À titre d'exemple, on peut évoquer le secteur des installateurs et chauffagistes qui s'efforcent de plus en plus d'abandonner les systèmes de chauffage à énergie fossile au profit de systèmes modernes tels que les pompes à chaleur.</p> <p>Afin de faciliter l'accès à la formation continue au niveau des entreprises, la possibilité des aides financières et des incitations pour des formations en lien avec la transition énergétique, comme p.ex. des « skills bridges » pour le personnel du secteur de la construction, sera analysée.</p>	
Type d'instrument	Education	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MENEJ, MECO, Autre(s)	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.cnfpc.lu ; https://www.lifelong-learning.lu ; https://www.cdm.lu ; https://www.ifsb.lu ; https://www.cdc-gtb.lu ; https://www.neobuild.lu ; https://www.eacademy.lu ; https://www.houseoftraining.lu/ ;	

Intitulé de la mesure	N° 319 Rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments (voir aussi N° 303)	
Description	<p>Afin de garantir le rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments, l'administration des Bâtiments publics veille à ce que tous les nouveaux bâtiments publics soient conçus et réalisés de façon exemplaire. Depuis quelques années, les nouveaux bâtiments publics sont déjà, dans la mesure du possible, chauffés par des pompes à chaleur ou des chaudières bois-énergie et sont équipés d'installations photovoltaïques. Avec la réglementation de juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, ceci devient le standard au Luxembourg et l'Etat ira plus loin au niveau de son rôle précurseur, à savoir la réalisation de bâtiments à énergie positive, l'utilisation maximale de la surface en toiture disponible pour des installations photovoltaïques.</p> <p>Selon la stratégie d'assainissement énergétique de l'administration des Bâtiments publics, basée sur la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), 3% de la surface des bâtiments appartenant au gouvernement central ont été rénovés par an les dernières années et cette exigence sera maintenue dans la nouvelle directive, c.-à-d. qu'il y a une obligation de rénover au minimum 3% de la surface des bâtiments par an et cette exigence sera encore renforcée dans la mesure où le niveau à atteindre par une rénovation sera le « nearly Zero Energy Building » (nZEB, bâtiment à consommation d'énergie quasi-nulle) et où son application sera étendue sur tout le secteur public, à savoir tous les bâtiments de l'Etat (plus seulement l'Etat central) (ainsi que les bâtiments des communes). La définition du secteur public sera adaptée avec la révision de la directive et comprendra dorénavant l'Etat ainsi que les communes (« public bodies » means national, regional or local authorities and entities directly financed and administrated by these authorities but not having industrial or commercial character).</p> <p>La rénovation et la construction exemplaires des bâtiments joueront un rôle clé dans la stratégie de décarbonation poursuivant l'objectif de la neutralité climatique de l'administration étatique dès 2040.</p>	
Type d'instrument	Budgétaire, Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, ABP, MECO	
Référence(s)	Directive européenne sur l'efficacité énergétique Accord de coalition 2023-2028	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 320 Rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique	
Description	<p>Dans le contexte du rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique, la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED (UE) 2023/1791, Article 5,) prévoit une réduction de 1,9 % de la consommation d'énergie finale par année dans tout le secteur public, c.-à-d. une amélioration annuelle de l'efficacité énergétique, avec une phase transitoire de 2 années pendant laquelle les objectifs seront indicatifs.</p> <p>Cette obligation de l'amélioration de l'efficacité énergétique concerne toutes les activités du secteur public.</p> <p>La définition du secteur public sera adaptée avec la révision de la directive et comprendra dorénavant l'Etat ainsi que les communes ; pour les communes il y aura un « phasing-in », c.-à-d. que les communes avec une population supérieure à 50.000 habitants seront prises en compte à partir du 1.01.2027 et les communes avec une population supérieure à 5.000 habitants à partir du 1.01.2030.</p> <p>L'obligation de rénover énergétiquement certaines catégories de bâtiments dont le secteur public est propriétaire est complémentaire à cette obligation d'améliorer l'efficacité énergétique en général, dans le sens que toute rénovation énergétique contribuera aussi à l'atteinte de l'objectif d'améliorer l'efficacité énergétique en général.</p>	
Type d'instrument	Budgétaire, Information	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP, ABP, MECO, MAINT, Communes	
Référence(s)	Directive européenne sur l'efficacité énergétique (révision 2023)	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 321 Rôle précurseur des communes en matière de bâtiments	
Description	<p>Le Pacte Climat 2.0 donne aux communes un encadrement attirant pour les soutenir dans leur rôle précurseur en matière de rénovation exemplaire du parc immobilier communal et de construction de nouveaux bâtiments communaux durables. À cette fin, la commune applique les critères les plus élevés en matière d'énergie, d'écologie et d'économie de ressources ainsi que d'adaptation durable au changement climatique dans la construction, la rénovation et la gestion / l'utilisation de ses bâtiments. Dans ce contexte, les communes bénéficient d'aides financières issues du Fonds Climat et Énergie. Elles profitent également du régime « Klimabonus Wunnen », lorsqu'elles rénovent ou construisent des logements dont elles sont les propriétaires. Ce rôle précurseur et exemplaire des communes sera d'autant renforcé et rendu obligatoire par les exigences de la nouvelle directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED, (UE) 2023/1791), dans le sens que « organismes publics » ne concerne plus seulement l'Etat, mais aussi les communes et les syndicats communaux, entre autres.</p> <p>L'exigence basée sur la directive européenne sur l'efficacité énergétique (EED), de rénover au minimum 3% de la surface des bâtiments par année sera dorénavant applicable, non plus seulement aux bâtiments de l'Etat, mais également aux bâtiments des communes et cette exigence sera renforcée dans la mesure où le niveau à atteindre par une rénovation sera le « nearly Zero Energy Building » (nZEB_{rénovation}, bâtiment à consommation d'énergie quasi-nulle).</p> <p>La définition du secteur public a été adaptée avec la nouvelle directive EED :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>12) «organismes publics»: les autorités nationales, régionales ou locales et les entités directement financées et administrées par ces autorités mais n'ayant pas de caractère industriel ou commercial;</p> <p>(35) Pour remplir leur obligation, les États membres devraient cibler la consommation d'énergie finale de l'ensemble des services publics et de toutes les installations des organismes publics. Pour déterminer le spectre des destinataires concernés, les États membres devraient appliquer la définition des «organismes publics» figurant dans la présente directive, selon laquelle l'expression «directement financées par ces autorités» signifie que ces entités sont principalement financées par des fonds publics et l'expression «administrées par ces autorités» signifie qu'une autorité nationale, régionale ou locale dispose d'une majorité en ce qui concerne le choix de la direction de l'entité. L'obligation peut être remplie en réduisant la consommation d'énergie finale dans n'importe quel pan du secteur public, comme les transports, les bâtiments publics, les soins de santé, l'aménagement du territoire, la gestion de l'eau et le traitement des eaux usées, l'épuration de l'eau et des eaux résiduaires, la gestion des déchets, les réseaux de chaleur et de froid, la distribution et le stockage de l'énergie et l'approvisionnement en énergie, l'éclairage public, la planification des infrastructures, l'éducation et les services sociaux. Les États membres peuvent également inclure d'autres types de services lors de la transposition de la présente directive. Pour diminuer la charge administrative pesant sur les organismes publics, les États membres devraient créer des outils ou des plateformes numériques pour collecter des données agrégées sur la consommation des organismes publics, les rendre publiques et les communiquer à la Commission. Les États membres devraient transmettre la planification et les rapports annuels sur la consommation des organismes publics sous forme agrégée par secteur.</p> </div> <p>Au-delà des obligations concernant leurs propres bâtiments, les communes peuvent inciter leurs citoyens à la rénovation énergétique en promouvant les aides étatiques disponibles et en offrant leurs propres programmes d'aides communales.</p>	
Type d'instrument	Economique, Accord volontaire, Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue

Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, MAINT, Communes, Klima-Agence
Référence(s)	
Infos complémentaires	

Intitulé de la mesure	N° 322 Réduction des impacts environnementaux de la construction	
Description	<p>Les ministères de l'Économie et de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité se sont dotés d'une « Feuille de Route Construction Bas Carbone – Luxembourg ». A travers une série de projets et en étroite collaboration avec le secteur de la construction, le programme vise à développer et mettre en place les outils nécessaires pour atteindre la neutralité carbone du secteur en 2050. Le programme vise prioritairement les « émissions incorporées » (émissions relatives aux phases de production des matériaux de construction, phases de construction et ultérieurement de démolition / déconstruction) des projets de construction et de rénovation, la performance énergétique même des bâtiments étant traitée par d'autres mesures du PNEC. Un lien étroit entre l'empreinte carbone d'un bâtiment sur tout son cycle de vie (dont le calcul deviendra obligatoire dans le cadre de la proposition de refonte de la directive sur la performance énergétique des bâtiments - DPEB) et des objectifs de réduction des émissions de GES au niveau national est envisagé. Même si la feuille de route vise en 1er lieu les émissions GES, les outils permettront de réaliser des analyses de cycle de vie plus complètes, tenant compte d'autres impacts environnementaux ainsi que d'aspects liés à la santé humaine.</p> <p>Au-delà du développement de méthodes et d'outils, un point central de la feuille de route est l'identification des solutions concrètes pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments, tels qu'une conception plus économe en matériaux ou avec des matériaux à impact plus faible (p.ex. biosourcés), une conception pour un usage modulaire et une prolongation de la durée d'utilisation ou encore une conception pour la déconstruction et la réutilisation de produits et matériaux. Maintenir l'existant dans la mesure du possible lors de transformations et de rénovations contribue également à réduire l'intensité matière. Réduire les excavations de sol ou mieux gérer l'offre et la demande de sols permet d'agir sur les besoins en transport.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2024	1ère phase, le cadre réglementaire sera élaboré dans une phase ultérieure
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MLOGAT, MMTP	
Référence(s)	Feuille de Route Construction Bas Carbone	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiques/2023/06-juin/14-turmes-construction-decarbone.html	

Intitulé de la mesure	N° 323 Décarbonation de chantiers de construction	
Description	<p>Dans l'approche holistique de gérer les impacts environnementaux et notamment les émissions de GES du secteur de la construction sur tout le cycle d'utilité du bâtiment (voir mesure « Réduction des impacts environnementaux de la construction »), il importe d'agir au niveau de toutes les étapes. La phase de construction du bâtiment génère des émissions directes à travers les camions et engins, employés sur les chantiers et utilisés pour des opérations de démolition, d'excavation de terres, de transport des terres et matériaux, et de production et de finition des bâtiments. La décarbonation des chantiers de construction passe en 1er lieu par l'électrification des camions et engins, tels que démontré par des initiatives comme celle de la ville d'Oslo (https://www.klimaoslo.no/kategori/english/). En plus des émissions de GES, les émissions de bruits et de polluants de gaz d'échappements sont éliminées en même temps, des atouts importants aussi bien dans le milieu urbain que rural, car ces émissions sont nocives tant pour la santé des hommes que pour la faune et la flore. Pour l'approvisionnement en énergie des engins qui sont déjà électriques telles que les grues ou outils et pour la recharge des camions et camionnettes, il importe de mettre à disposition des opérateurs du chantier un raccordement au réseau électrique, même avant le démarrage de la construction, afin de réduire au maximum l'utilisation de générateurs électriques mobiles fonctionnant au fioul. Les opérateurs du secteur de la construction peuvent être incités à investir dans ces nouvelles technologies à travers 1) des marchés publics favorisant l'électrification des chantiers de l'Etat et des communes, et 2) des régimes d'aides à mettre en place pour des engins de construction et de transport électriques. Ces mesures seront analysées et mises en œuvre progressivement.</p>	
Type d'instrument	Planification, Economique, Autre	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	Développement continu
Entité(s) responsable(s)	MECO, MMTP, MECB	
Référence(s)	Feuille de Route Construction Bas Carbone	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2023/06-juin/14-turmes-construction-decarbore.html	

Intitulé de la mesure	N° 324 Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)	
Description	<p>Afin d'inciter d'avantage les propriétaires de logements qui sont mis en location à réaliser des rénovations énergétiques, il est envisagé la mise en place d'exigences minimales à respecter pour la classe de performance énergétique de tout logement qui est mis en location ou destiné à être mis en location.</p> <p>Ces exigences minimales seront définies en tenant compte du rapport coût-efficacité (proportionnalité des mesures de rénovation) et de la faisabilité technique. À préciser que les propriétaires sont éligibles aux différentes aides et incitatifs (étatiques ou autres) disponibles pour ce type de travaux de rénovation énergétique.</p> <p>Il est ainsi prévu de créer un lien entre la classe de performance énergétique d'un logement qui est mis en location et le droit de le mettre en location et/ou le montant maximal autorisé du loyer.</p> <p>Ce type d'incitatif est préféré à l'idée de faire participer un propriétaire directement aux coûts de l'énergie (chauffage + ECS) qui sont à charge du locataire.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MLOGAT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 325 Facilitation de travaux énergétiques dans les bâtiments en copropriété	
Description	Par la loi du 30 juin 2022 modifiant la loi modifiée du 16 mai 1975 portant statut de la copropriété des immeubles bâtis aux fins d'introduire un fonds de travaux, des éléments facilitateurs ont été introduits dans le domaine des bâtiments en copropriété. Nécessitant auparavant une majorité des trois-quarts, les travaux suivants peuvent dorénavant être décidés à la majorité des voix de tous les copropriétaires (majorité absolue) et à défaut de décision prise dans ces conditions de majorité, à la majorité des voix des copropriétaires présents ou représentés (majorité simple) dans une nouvelle assemblée générale: Rénovation énergétique / Gainage / Réalisation d'installations de production et de stockage d'énergie à partir de sources d'énergie renouvelables dans les parties communes. Cette loi introduit également l'obligation de constituer un fonds de travaux dans la copropriété.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MLOGAT	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/06/30/a347/jo ; https://logement.public.lu/fr/proprietaire/copropriete.html#:~:text=La%20loi%20instaura%20un%20fonds,le%201er%20ao%C3%BBt%202023	

Intitulé de la mesure	N° 326 Harmonisation des règles urbanistiques concernant la transition énergétique	
Description	<p>Les règles urbanistiques concernant les mesures dans le cadre de la transition énergétique peuvent varier fortement d'une commune à l'autre avec des niveaux de restrictions différents, ce qui complique la mise en place de ces différentes mesures.</p> <p>Dans cette optique et afin de simplifier, harmoniser et accélérer le déploiement des énergies renouvelables et la réalisation de mesures d'efficacité énergétique, qui sont la base de la transition énergétique, le Gouvernement a proposé des textes standardisés et harmonisés pour les PAP (NQ et QE) et révisé le Règlement-type sur les bâtisses, les voies publiques et les sites (RBVS) concernant certains éléments relatifs aux installations photovoltaïques, aux pompes à chaleur et aux travaux d'assainissement énergétique, tel que résumé dans la circulaire n° 2023-119 du 15 septembre 2023 « Harmonisation de la réglementation communale en matière de sources d'énergies renouvelables et de travaux d'assainissement énergétique du bâtiment ».</p> <p>Les ministres compétents ont invité les communes à aligner leurs réglementations urbanistiques (qui relèvent de l'autonomie communale) aux recommandations faites par cette circulaire, afin de générer entre les communes une certaine homogénéité des règles applicables.</p> <p>Les communes sont informées et sensibilisées sur ces recommandations dans le cadre du Pacte Climat 2.0 (mesure 1.3.1 Instruments de l'aménagement du territoire) et ces sujets sont régulièrement à l'ordre du jour des différents échanges organisés avec les communes dans ce cadre ; un support et accompagnement des communes dans le cadre de l'alignement de leurs réglementations est également proposé par la Klima-Agence.</p>	
Type d'instrument	Circulaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MAINT, Communes, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires	Circulaire n° 2023-119 : https://maint.gouvernement.lu/fr/circulaires/circulaires2023/circulaire-2023-119.html https://maint.gouvernement.lu/fr/circulaires/circulaires2023/circulaire-2023-119.html	

	RBVS révisé : https://maint.gouvernement.lu/en/publications/brochure-livre/reglement-batisses-voies-publiques-sites.html
--	---

Intitulé de la mesure	N° 327 Entité nationale d'accompagnement de la rénovation énergétique, la décarbonation et la mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels
Description	<p>La rénovation énergétique et la décarbonation du stock de bâtiments sont essentielles au vu de l'atteinte des objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de l'efficacité énergétique et de production d'électricité renouvelable.</p> <p>La proposition de refonte de la directive européenne concernant la performance énergétique des bâtiments (EPBD - Energy Performance of Buildings Directive, (UE) 2024/1275) prévoit des objectifs de rénovation énergétique progressive des bâtiments. Les objectifs se basent sur des standards de performance énergétiques minimums (MEPS - Minimum Energy Performance Standards) à atteindre par type de bâtiment et selon un échancier spécifique. Les premiers bâtiments visés dans un premier temps sont les bâtiments les moins performants.</p> <p>Si cette proposition cible les bâtiments résidentiels à plus de 10 unités d'habitation, le Luxembourg envisage d'étendre l'accompagnement de rénovation énergétique pour tous les bâtiments résidentiels à faible performance énergétique. Les niveaux de performance et les dates d'échéance seront définis au niveau national dans le cadre de la transposition de l'EPBD ((UE) 2024/1275).</p> <p>Afin de structurer et d'accompagner ce type de projet, le Luxembourg prévoit la création d'une « entité nationale d'accompagnement pour les projets de rénovation énergétique, de décarbonation et de mise en oeuvre d'installations photovoltaïques pour bâtiments résidentiels ».</p> <p>La structure de cette entité sera définie en tenant compte des structures nationales existantes (tel que la Klima-Agence).</p> <p>À préciser que cette entité ne concurrencera pas les acteurs actifs sur le marché national, mais inclura ces acteurs (tels que p.ex. les conseillers en énergie agréés ou les membres de l'OAI/bureaux d'études) dans le cadre de l'accompagnement et d'autres services proposés aux clients (comparable à la gestion des conseillers actifs dans le cadre du Pacte climat pour communes) ; la future organisation de l'entité sera définie en concertation avec le secteur et les acteurs concernés.</p> <p>Cette mesure figure parmi les mesures structurelles identifiées au niveau de la stratégie de rénovation à long terme.</p> <p>L'objectif principal consiste dans l'assistance structurée et complète des propriétaires de bâtiments résidentiels à faible performance énergétique, au niveau de l'identification des potentiels d'amélioration, de la planification, du financement (prenant en compte tous les mécanismes d'aides existants) et de la réalisation des mesures de rénovation énergétique, de décarbonation et de mise en oeuvre d'installations photovoltaïques. L'initiative cible tous les propriétaires de bâtiments résidentiels (mis en location ou non) qui s'engagent à réaliser ce type de travaux.</p> <p>L'accompagnement sera basé sur un engagement volontaire des propriétaires.</p> <p>Les rôles de cette nouvelle entité comprendront entre-autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'identification des bâtiments résidentiels à faible performance énergétique (sur base de niveaux de performance définis au niveau national) (sur base de CPE);

	<ul style="list-style-type: none"> - l'établissement d'une typologie nationale/locale des bâtiments résidentiels ciblés, afin de standardiser et simplifier l'identification des potentiels et des mesures à mettre en œuvre, avec un accent sur la rénovation énergétique profonde; - la sensibilisation et la responsabilisation des propriétaires des bâtiments ciblés, en coopération avec d'autres acteurs concernés (communes, offices sociaux, INPA, parties obligées, ...); - la gérance et mise à disposition de conseillers/accompagnateurs en rénovation énergétique (mise à disposition basée sur les conseillers agréés et/ou membres de l'OAI/bureaux d'études qui sont actifs sur le marché luxembourgeois); - la gestion de projet complète pour la mise en œuvre des mesures ciblées (rénovation énergétique, décarbonation et mise en œuvre d'installations photovoltaïques); - l'assurance qualité au niveau des conseillers/accompagnateurs en rénovation énergétique (certification); - la prise en compte des différentes aides disponibles dans le cadre des travaux ciblés ; - la prise en compte spécifique des règles européennes d'aides d'Etat si des entreprises (propriétaires des bâtiments ciblés) sont concernées; - <p>Dans ce cadre, les expériences du projet pilote de rénovation de quartiers lancé dans la Ville de Differdange (voir mesure N° 328) seront prises en compte lors de la définition de la structure et des missions d'une telle entité.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En cours de définition	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 328 Projet pilote « rénovation de quartiers – Differdange »	
Description	<p>Résultat de la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments, un projet pilote de « rénovation de quartiers » est lancé à Differdange. Les travaux de préparation et d'analyses préalables ont démarré en 2022 et le lancement officiel du projet est prévu début 2023.</p> <p>L'objectif du projet pilote est d'augmenter le taux de rénovations dans les quartiers les plus propices à la rénovation énergétique, avec un accent sur la rénovation profonde, en structurant et intensifiant les conseils et l'accompagnement des propriétaires des bâtiments concernés tout au long du processus de rénovation.</p> <p>Le développement d'une typologie de maisons unifamiliales est au cœur du projet. Il sera ainsi possible d'identifier les besoins et les potentiels d'économies en énergie spécifiques pour chaque type de bâtiment et ainsi proposer des mesures de rénovation énergétique spécifiques pour chaque type de maison avec prise en compte des aides étatiques « Klimabonus Wunnen », d'éventuelles aides communales et autres aides privées (mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique).</p> <p>Le projet est réalisé en coopération avec l'Institut national pour le patrimoine architectural (INPA) afin de supprimer les barrières à la rénovation énergétique des différents types de bâtiments protégés au niveau communal. Ceci en harmonisant les mesures proposées par un conseiller en énergie avec les exigences de la protection du patrimoine.</p> <p>Un autre volet du projet est la sensibilisation et l'information des habitants à l'aide de services de conseil renforcés et d'un support adapté pour les demandes d'aides Klimabonus.</p> <p>Sur base des expériences de ce projet, une démarche standardisée au niveau national sera développée en vue de la mobilisation concertée du potentiel de rénovation dans d'autres communes et régions du pays (voir mesure N° 327).</p>	
Type d'instrument	Recherche	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/zesumme-renoveieren	

Intitulé de la mesure	N° 329 Assistance aux ménages en précarité énergétique	
Description	<p>Le programme « Assistance aux ménages en précarité énergétique » vise un meilleur accompagnement des ménages à faible revenu et en situation de précarité énergétique, c'est-à-dire des ménages qui ne disposent pas de suffisamment de moyens pour chauffer correctement leur logement et/ou qui ne pouvaient pas payer leurs factures d'électricité, de gaz, d'eau ou de chauffage par manque de moyens financiers au cours des 12 derniers mois.</p> <p>Les ménages ciblés sont sélectionnés, contactés et sensibilisés à cette offre d'assistance spécifique par les offices sociaux.</p> <p>Les ménages concernés ont la possibilité de profiter d'un conseil en énergie personnalisé de Klima-Agence, ainsi que d'une subvention pour le remplacement d'un ou de plusieurs appareils électroménagers énergivores et/ou l'acquisition d'un ou de plusieurs nouveaux appareils efficients (réfrigérateur, congélateur, lave-vaisselle, machine à laver et sèche-linge). Ce service vise à informer et sensibiliser les ménages, ainsi qu'à améliorer leur situation et leur qualité de vie.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	e.a.	Mise en œuvre : 2017 ; conditions adaptées : 2022
Entité(s) responsable(s)	MFSVA, MECO, MECB, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.1.3 Transports & Mobilité

Intitulé de la mesure	N° 401 Plan national de mobilité 2035	
Description	<p>Le plan national de mobilité 2035 (PNM 2035) propose un concept global capable de gérer 40 % de déplacements supplémentaires par rapport à 2017. Il met en œuvre les approches préconisées par la stratégie pour une mobilité durable Modu 2.0, à savoir passer d'une logique de rattrapage à une logique d'anticipation de la future demande. Deux principes sont appliqués. Le premier est de se focaliser sur la mobilité des personnes avant de chercher des solutions pour la mobilité des véhicules. Il s'agit de mettre en place des alternatives de qualité. Le deuxième est d'utiliser les infrastructures de manière efficace. Plutôt que de planifier les réseaux des différents modes de transport de manière séparée, il s'agit de trouver des synergies multimodales, de viser des solutions compactes, de préférer le renforcement d'une offre existante au dédoublement des infrastructures. De manière générale, l'idée est de drainer le trafic de transit vers le réseau principal, d'en délester autant que possible les centres-villes afin de pouvoir aménager ceux-ci en faveur des modes de transport urbains - bus ou tram, vélo et marche à pied - qui sont les seuls à pouvoir gérer les flux de déplacements prévus pour 2035 en milieu urbain. Le PNM 2035 est avant tout une mise en cohérence des projets connus et une optimisation multimodale des planifications en cours. Néanmoins, lors de l'élaboration du concept de mobilité global, il est apparu que certaines pièces manquaient au puzzle. Ainsi, il comprend un recueil de tous les projets au niveau national nécessaires pour garantir la mobilité en 2035 et atteindre les parts modales visées, en prenant en compte la mobilité transfrontalière. Il sera décliné dans plusieurs études régionales qui élaboreront les détails des projets au niveau local et ajouteront des mesures complémentaires. Le PNM est actualisé au rythme quinquennal.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2035	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)	PNM 2035 - Plan national de mobilité (MMTP, 2022)	
Infos complémentaires	https://transports.public.lu/fr/contexte/strategie/pnm-2035.html	

Intitulé de la mesure	N° 402 Modu 2.0	
Description	La brochure Modu 2.0 est un outil d'information pour la planification d'une mobilité durable. Ainsi, elle distingue 4 acteurs de la mobilité (Etat, communes, entreprises et citoyens) et donne des recommandations spécifiques pour chaque acteur à l'aide d'une boîte à outils de la mobilité. En plus, elle illustre la méthode de planification future par laquelle le Luxembourg peut passer d'une logique de rattrapage à une logique d'anticipation en élaborant pour l'horizon 2035 un concept de mobilité durable qui est cohérent avec les scénarios de croissance et les moyens financiers du pays.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	2025	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)	Modu 2.0 - Stratégie pour une mobilité durable (MDDI, 2018)	
Infos complémentaires	https://transports.public.lu/fr/contexte/strategie/modu2.html/	

Intitulé de la mesure	N° 403 MMUST	
Description	Financé dans le cadre du programme Interreg V A Grande Région, MMUST (Modèle multimodal et scénarios de mobilité transfrontaliers) est un outil d'aide à la décision et à l'évaluation des politiques de transport en faveur de la mobilité transfrontalière au cœur de la Grande Région. MMUST peut évaluer l'effet de mesures infrastructurelles et d'autres mesures comme le télétravail ou de mesures de développement urbain sur les flux de mobilité en distinguant entre les différents modes.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.mmust.eu/	

Intitulé de la mesure	N° 404 Promotion de la mobilité active	
Description	Le réseau cyclable national est planifié et construit par le MMTP, il sera prolongé de 650 km à 1.100 km. Des extensions des réseaux communaux peuvent être subventionnées à 30%, si elles constituent un raccordement au réseau national. Le MMTP met à disposition des communes et des bureaux d'études des aides à la planification (veloplange.lu) et offre un support technique aux communes. Le nombre de parkings sécurisés pour vélos sera augmenté progressivement dans les années à venir. Afin d'améliorer l'orientation, toutes les pistes cyclables nationales seront équipées d'une signalisation.	
Type d'instrument	Planification, Budgétaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	2035	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://veloplange.lu/	

Intitulé de la mesure	N° 405 Promotion des transports publics	
Description	Entre 2018 et 2027, l'Etat investira 3,9 milliards d'euros dans le développement de l'infrastructure ferroviaire. La capacité sera augmentée substantiellement (PNM 2035). Par ailleurs, le renforcement de liaisons ferroviaires directes et la création de nouvelles liaisons vers des villes des pays voisins sont en planification respectivement en étude en partenariat avec les autorités des pays voisins. L'extension du réseau de tram dans la Ville de Luxembourg continue. Le réseau de bus RGTR est optimisé régulièrement. Le réseau de bus dans le canton d'Esch-sur-Alzette sera réorganisé avec l'arrivée du tram rapide sur un nouveau pôle d'échange au sud du pays. Les bus seront priorités sur trois corridors à haut niveau de service jusqu'en 2035 (PNM 2035). L'échange d'informations entre les différents modes de transport sera amélioré pour offrir une meilleure qualité de service. Depuis mars 2020 les transports en commun sont gratuits au Luxembourg. Une extension de la gratuité sur un rayon de 5 km autour des frontières est en analyse.	
Type d'instrument	Planification, Budgétaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	2035	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 406 Promotion de services de mobilité innovants	
Description	Pour rendre le covoiturage plus attractif des voies de covoiturage seront mis en place sur certaines autoroutes du pays (A1, A3, A4 et A6) (PNM 2035). Le carsharing sera promu davantage, comme moyen pour réduire le nombre de voitures individuels stationnés dans les quartiers.	
Type d'instrument	Planification, Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2035	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 407 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de mobilité	
Description	<p>Le MMTP offre des plans mobilité entreprises. Il s'agit d'un outil d'aide pour les entreprises à mieux organiser la mobilité de leurs employés. Les communes peuvent demander un support technique et un cofinancement d'études de mobilité communales. Mobilité.lu est amélioré en continu pour donner un meilleur accès aux transports en commun.</p> <p>Le MECO s'engage à appliquer les principes de circularité et de durabilité par une gestion intelligente des zones d'activité économiques couplée à la mise en œuvre de services et d'infrastructures de qualité. Un processus co-créatif est en cours d'élaboration, visant à impliquer les différents acteurs clés afin d'assurer une adoption à large échelle de ces nouvelles solutions. En matière de mobilité, une planification cohérente avec les objectifs nationaux et l'intégration de nouvelles notions à sa mise en œuvre permettront d'améliorer la qualité de l'offre, incitant ainsi les utilisateurs à tester des nouveaux services et à adopter des nouvelles habitudes, p.ex. par l'utilisation accrue de solutions de mobilité innovantes et intelligentes - tout en contribuant ainsi à augmenter l'attractivité de sites.</p>	
Type d'instrument	Information, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en œuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECO, Autre(s)	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.mobiliteit.lu/fr/	

Intitulé de la mesure	N° 408 Mise en place d'un cadre pour le télétravail	
Description	<p>La digitalisation progressive du travail facilitant le découplage de l'activité professionnelle et du lieu de travail, le télétravail est en train de s'établir comme bonne pratique pour accompagner une société en transition, renforçant la résilience de l'économie et ayant le potentiel de diminuer considérablement les besoins en mobilité et toutes les nuisances associées. Le travail à distance, y compris les visioconférences, permettent en effet de réduire le trafic pendulaire et les déplacements professionnels aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays. Pour faciliter le télétravail pour l'ensemble des salariés sur le territoire du Luxembourg, un cadre législatif a été créé pour définir les conditions-cadres et les modalités du télétravail. Par ailleurs, certaines dispositions ont été prises pour organiser le télétravail dans la fonction publique. Afin de consolider la base légale, le ministère de la Fonction publique a préparé un projet de loi accompagné d'un règlement grand-ducal qui se trouvent actuellement dans la procédure législative. En matière de fiscalité, ce sont les conventions de non double imposition (« conventions fiscales ») que le Luxembourg a conclues avec ses trois pays limitrophes qui déterminent les règles concernant le droit d'imposition des Etats contractants. Les trois conventions fiscales prévoient des seuils de tolérance, c'est-à-dire un certain nombre de jours par année fiscale, concernant le droit d'imposition relatif aux travailleurs transfrontaliers. Ces seuils de tolérance sont également utilisés par les frontaliers afin de pouvoir faire du télétravail sans être imposé dans leur État de résidence. Les seuils de tolérance respectifs s'élèvent actuellement à 34 jours pour les conventions fiscales avec la Belgique, la France et l'Allemagne.</p> <p>En ce qui concerne le volet de la sécurité sociale, un accord cadre a été dégagé au niveau européen. Celui-ci permet d'effectuer moins de 50% de temps en télétravail (au lieu des 25% usuellement applicables) pour les salariés des pays d'emploi et de résidence qui sont signataires de l'accord-cadre qui est d'application depuis le 1^{er} juillet 2023. Le Luxembourg a signé l'accord en date du 5 juin 2023, tout comme l'Allemagne (17 mai 2023) et la Belgique (6 juin 2023), la France (1er juillet 2023) et les Pays-Bas (1er juillet 2023).</p> <p>Les pays signataires sont repris sur la page Internet dédiée à l'accord (la Belgique étant le pays dépositaire de l'accord) : https://socialsecurity.belgium.be/fr/activites-internationales/teletravail-transfrontalier-dans-lue-leeet-la-suisse</p> <p>Au Luxembourg, le CCSS a mis en place un site dédié pour les demandes qui sont faites en application de l'accord : https://ccss.public.lu/fr/actualites/2023/06/20.html</p>	
Type d'instrument	Réglementaire / Accords ou conventions bi-/multilatéraux	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise en œuvre continue (n.b. l'accord télétravail dans le domaine de la sécurité sociale a une durée

		de 5 ans renouvelable automatiquement (renouvellement tacite)).
Entité(s) responsable(s)	MT, MFIN, M3S, MFP, MECO/ DG Energie	
Référence(s)	Loi du 1er avril 2022 portant modification des articles L. 414-3 et L. 414-9 du Code du travail. Accord-cadre relatif à l'application de l'article 16, paragraphe 1, du règlement (CE) n° 883/2004 en cas de télétravail transfrontalier habituel	
Infos complémentaires	<p>Travail :</p> <p>Loi du 1er avril 2022 portant modification des articles L. 414-3 et L. 414-9 du Code du travail : https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/04/01/a172/jo ;</p> <p>Convention du 20 octobre 2020 relative au régime juridique du télétravail : https://itm.public.lu/dam-assets/fr/publications/conventions-collectives/codicille/cct-teletravail.pdf</p> <p>Sécurité sociale :</p> <p>Site Internet officiel de l'accord-cadre télétravail sécurité sociale : https://socialsecurity.belgium.be/fr/activites-internationales/teletravail-transfrontalier-dans-lue-lee-et-la-suisse;</p> <p>Site Internet du CCSS pour les déclarations du télétravail transfrontalier : https://teletravail.ccss.lu/</p> <p>Signature accord-cadre télétravail sécurité sociale : https://mss.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniqués%2B2023%2B06-juin%2B06-haagen-accord-teletravail-frontaliers.html;</p> <p>Informations relatives à la mise en œuvre de l'accord-cadre : https://mss.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniqués%2B2023%2B06-juin%2B20-declaration-teletravail-transfrontalier.html</p>	

Intitulé de la mesure	N° 409 Limitation du besoin en mobilité - promotion des espaces de coworking	
Description	<p>Entre 2017 et 2019, le Département de l'aménagement du territoire (DATer) a mis en place le groupe de travail interministériel « Limitation du besoin en mobilité » afin d'approfondir une des recommandations stratégiques formulées par l'étude The Third Industrial Revolution Strategy dans le domaine de la mobilité. Le groupe de travail a axé ses réflexions sur les modalités d'implantation d'espaces de co-travail proches des frontières et des pôles multimodaux afin de réduire significativement les déplacements quotidiens des frontaliers. Ainsi, et outre le site de Belval en tant que projet-pilote à court terme, la liste de sites potentiels comportait au mois d'octobre 2019 Rodange (gare), Merttert, Bettembourg (gare), ZAE Grass, Frisange et Nordstad. Ce dernier site présente notamment un potentiel concernant la déconcentration des administrations publiques.</p> <p>Face au constat de multiplication d'espaces de co-travail par des acteurs privés sans une intervention et/ou une contribution étatique et tout en sachant que l'État ne peut s'opposer aux initiatives du marché, le GT a proposé plusieurs rôles que l'État pourrait avoir dans la promotion de tels espaces. Ces pistes comprennent entre autres le lancement d'un sondage auprès des agents de la Fonction publique sur les déplacements quotidiens et leurs préférences entre le télétravail à domicile et le travail dans un espace de co-travail ou encore la possibilité de créer une zone de co-développement sur une frontière et dans laquelle s'applique le régime fiscal luxembourgeois. Une autre proposition est de prendre systématiquement en compte la possibilité de création d'espaces de co-travail dans le cadre des réflexions menées au sujet de la déconcentration des administrations de l'État dans des agglomérations en dehors de la Ville de Luxembourg, concernant les besoins en bureaux au niveau de l'État et au niveau de planification et des réaménagements des gares situées à proximité des frontières.</p>	
Type d'instrument		
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MLOGAT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 410 Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg	
Description	<p>Pour accélérer l'électrification du parc automobile au Luxembourg, un ensemble de mesures a été introduit, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la mise en place et l'exploitation de l'infrastructure de charge publique de base Chargy par les gestionnaires de réseau ; - la promotion du réseau de bornes de charge privées par des aides financières et par l'introduction d'exigences minimales dans le cadre de la réglementation de la performance énergétique des bâtiments ; - l'introduction d'un régime d'aides pour les entreprises investissant dans une infrastructure de charge publique ou privée, soit par un appel à projets, soit par une simple demande (seulement PME) ; - l'introduction des aides financières pour véhicules électriques (voitures et camionnettes) ; - l'électrification poussée des flottes publiques de véhicules ; - l'introduction de mesures de promotion complémentaires comme l'initiative « Stroum beweegt » ; - l'accompagnement des communes en ce qui concerne la mise en place d'une infrastructure de charge ; - l'élargissement du service de conseil Klima-Agence ; - l'adaptation du code de la route pour autoriser la conduite de véhicules N1 non-thermiques qui dépassent 3.500 kg (sans dépasser 4.250 kg) avec le permis de la catégorie B ; - et l'autorisation au niveau du Benelux du dépassement de la masse maximale autorisée des véhicules utilitaires et des voitures automobiles à zéro émission pour compenser le poids additionnel des batteries. 	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique, Fiscal, Accord volontaire, Information, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECB, MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 411 Mise en place d'une infrastructure de charge publique	
Description	<p>Pour anticiper les besoins de l'électromobilité, le gouvernement a organisé en 2015 le déploiement d'une infrastructure nationale unique de 800 bornes de charge publiques. Ce réseau appelé Chargy est géré par les gestionnaires de réseau qui installent des bornes de charge sur les parkings relais « P+R », les parkings publics et la voirie publique (au moins une par commune).</p> <p>Suite à l'évolution du déploiement de l'électromobilité, 88 bornes ont été converties en bornes ultra-rapides SuperChargy d'une puissance de charge entre 150kW et 350kW, qui sont réparties sur 19 stations.</p> <p>Cette mesure prend fin avec l'installation de ces 800 bornes et est complétée par le régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	2024	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 3 décembre 2015 relatif à l'infrastructure publique liée à la mobilité électrique	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2015/12/03/n2/jo	

Intitulé de la mesure	N° 412 Electrification du parc automobile des pouvoirs adjudicateurs et des entités adjudicatrices (Etat, communes, syndicats de communaux,...)	
Description	Les pouvoirs adjudicateurs et les entités adjudicatrices tiennent compte, lors de l'obtention par voie de marchés publics de certains véhicules routiers, des incidences énergétiques et environnementales qu'ont ces véhicules tout au long de leur cycle de vie, y compris la consommation d'énergie et les émissions de CO ₂ et de certains polluants, afin de promouvoir et de stimuler le marché des véhicules propres et économes en énergie. Pour chaque pouvoir adjudicateur ou chaque entité adjudicatrice, un pourcentage minimal de véhicules propres sur l'entièreté des véhicules mis en adjudication doit être obtenu au cours de périodes de référence de cinq années. Ces objectifs minimaux sont applicables à différents modes de passation des marchés publics, y compris les contrats d'achat, de leasing, de location et de contrats de service.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MAINT	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 2 novembre 2021 relatif à la promotion de véhicules routiers propres à l'appui d'une mobilité à faible taux d'émissions	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/11/02/a772/jo	

Intitulé de la mesure	N° 413 Electrification du parc automobile étatique	
Description	Depuis 2018, l'acquisition de voitures électriques rechargeables (BEV ou, le cas échéant, PHEV) est prescrite pour les services de l'État. L'achat de voitures à moteur thermique est seulement autorisé dans des cas très exceptionnels ou pour des véhicules spécifiques et ce sur base d'une justification détaillée. L'acquisition des voitures BEV et PHEV se fait de façon centralisée sous la compétence du ministère de la Mobilité et des Travaux publics.	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MMTP, MECB	
Référence(s)	Circulaire budgétaire sur l'acquisition de véhicules	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 414 Electrification complète du réseau de bus RGTR jusqu'en 2030	
Description	Le RGTR (Régime général des transports routiers) s'est donné comme objectif d'électrifier (BEV, PHEV ou FCEV) jusqu'en 2030 tous les autobus et autocars de sa flotte. Dans le marché public lancé en 2020 50% des kilomètres seront prestés par des véhicules électriques. A noter que la directive (UE) 2019/1161 modifiant la directive 2009/33/CE relative à la promotion de véhicules de transport routier propres et économes en énergie fixe pour le Luxembourg un taux de 45% d'autobus propres dans les appels d'offres entre 2021 et 2026 et un taux de 65% entre 2026 et 2030. Vu les initiatives déjà entreprises par les différents opérateurs et les objectifs annoncés par ces derniers, les premières étapes sont entamées afin d'atteindre les objectifs fixés par la directive.	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 415 Obligation d'incorporation de biocarburants durables aux carburants routiers
Description	<p>La loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accise et les taxes assimilées sur les produits énergétiques fixe le taux d'incorporation de biocarburants aux carburants routiers, exprimé sur base de la teneur énergétique des carburants. Ce taux est adapté en principe annuellement par le biais de la loi budgétaire. Pour 2022 et 2023, en raison de la crise énergétique, il est fixé à 8,00%, l'article de la loi stipulant que: « Les opérateurs mettant à la consommation de l'essence et du gasoil routier doivent justifier de l'utilisation de biocarburants, au sens de la directive (UE) 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, qui respectent les critères de durabilité y prévus, à raison d'au moins 8,00%, calculé sur base de la teneur énergétique des carburants. L'électricité renouvelable mis à la consommation pour la mobilité électrique par les opérateurs sur leurs stations-services peut être comptabilisée suivant les dispositions de la directive (UE) 2018/2001. La part d'énergie des biocarburants produits à partir de céréales et d'autres plantes riches en amidon, sucrières et oléagineuses, et à partir de cultures cultivées en tant que cultures principales essentiellement à des fins de production d'énergie sur des terres agricoles, ne doit pas dépasser 5 % des biocarburants mis à la consommation, calculé sur base de la teneur énergétique des carburants. » À compter du 31 décembre 2023 et jusqu'au 31 décembre 2030 au plus tard, la limite des biocarburants, bioliquides et combustibles issus de la biomasse présentant un risque élevé d'induire des changements indirects dans l'affectation des sols et dont la zone de production gagne nettement sur les terres présentant un important stock de carbone, doit diminuer progressivement pour s'établir à 0 % fin 2030. La contribution des biocarburants avancés et du biogaz produit à partir des matières premières énumérées à l'annexe IX, partie A de la directive 2018/2001, comme part de la consommation finale d'énergie dans le secteur des transports est d'au moins 0,2 % en 2022 et d'au moins 1 % en 2025 et d'au moins 3,5 % en 2030. La décarbonation du secteur des transports joue un rôle essentiel en vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 et en vue de la décarbonation complète pour 2050.</p> <p>Le Luxembourg vise d'ici pour le secteur des transports une part d'énergies renouvelables d'au moins 25 %, suivant le scénario du PNEC initial qui tient compte des multiplicateurs pour l'électromobilité et les biocarburants dits de « double-comptage », d'un côté grâce à l'incorporation des biocarburants qui demeurent nécessaires jusqu'au remplacement complet du moteur thermique. Il faut préciser, que déjà dans le plan national intégré énergie et climat, l'ambition était nettement supérieure aux 14 % prévus par la refonte de la directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Enfin, le Luxembourg a également instauré une limite de 5 % pour l'utilisation de biocarburants de première génération, afin de promouvoir l'utilisation de biocarburants de deuxième génération considérés comme plus durables. A côté des biocarburants, l'apport d'électricité renouvelable dans le secteur des transports est un atout majeur et les efforts tous azimuts pointent à relever considérablement le pourcentage des voitures électriques dans le parc automobile avec XX% d'ici 2030. Le secteur des transports reste un grand consommateur d'énergie, de sorte que la diminution de la consommation de carburants fossiles est incontournable pour respecter les différents objectifs, tant</p>

	pour la part d'énergies renouvelables et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. A côté des biocarburants et l'électrification, l'hydrogène renouvelable jouera un rôle important pour les moyens de transports ne se prêtant pas à l'électrification. Plus de détails se trouvent dans la mesure sur la stratégie hydrogène. Les mesures pour décarboner le secteur des transports sont multiples et il ne suffira pas de remplacer un vecteur énergétique par un autre, mais passera également via des mesures visant à diminuer le recours au moyen de transport individuel en continuant de promouvoir la mobilité douce et les transports en commun.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2050	adaptation du taux de mélange d'année en année
Entité(s) responsable(s)	MECO, MFIN	
Référence(s)	Loi modifiée du 17 décembre 2010 fixant les droits d'accise et les taxes assimilées sur les produits énergétiques, l'électricité, les produits de tabacs manufacturés, l'alcool et les boissons alcooliques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2010/12/17/n2/jo	

Intitulé de la mesure	N° 416 Biométhane dans le secteur des transports	
Description	Analyse et étude des aspects technico-économiques d'une utilisation de biométhane dans le secteur des transports, notamment le besoin de financement pour l'utilisation à petite échelle, par exemple les tracteurs dans l'agriculture et, à plus grande échelle, dans le domaine des entreprises de transport de personnes et de marchandises permettant de décarboner les véhicules de transport qui sont actuellement difficilement décarbonables.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2024	
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 417 Carburants durables d'aviation à l'aéroport national	
Description	L'initiative ReFuelEU Aviation du paquet FF55 propose qu'en 2025/30/35/40/45/50, tous les aéroports de l'UE accueillant plus d'un million de passagers ou 100.000 tonnes de fret seront obligés d'intégrer dans leur consommation totale de carburant au moins 2%/6%/20%/34%/42%/70% de SAF (Sustainable Aviation Fuels), dont une part de 0%/1,2%/5%/10%/15%/35% composée par des carburants synthétiques.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Adopté	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
01/01/2024 01/01/2025 (art 4, 5, 6, 8 et 10)	2050	LU à désigner des autorités compétentes pour le contrôle (DAC/AEV) ainsi qu'établir des sanctions
Entité(s) responsable(s)	MMTP, DAC, AEV, Société de l'Aéroport de Luxembourg	
Référence(s)	Regulation (EU) 2023/2405 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 on ensuring a level playing field for sustainable air transport (ReFuelEU Aviation)	
Infos complémentaires	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32023R2405	

Intitulé de la mesure	N° 418 Déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs	
Description	<p>Le cadre d'action national pour le développement du marché relatif aux carburants alternatifs et le déploiement des infrastructures correspondantes (version 2019, publiée en janvier 2020), adopté en application de la directive 2014/94/UE sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs, contient un état des lieux du marché des carburants alternatifs au Luxembourg, les objectifs quantifiés concernant le déploiement d'infrastructures ouvertes au public, les mesures permettant d'atteindre ces objectifs. Dans le cadre FF55, le nouveau règlement (UE) 2023/1804 du Parlement européen et du Conseil du 13 septembre 2023 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs et abrogeant la directive 2014/94/UE a été élaboré. Ce règlement prévoit que chaque État membre élabore au plus tard pour le 31 décembre 2024 un nouveau projet de cadre d'action national pour le développement du marché relatif aux carburants alternatifs dans le secteur des transports et le déploiement des infrastructures correspondantes. Ce projet de cadre d'action nation est à remettre à la Commission européenne.</p> <p>Le cadre d'action national doit, entre autres, comporter une évaluation de la situation actuelle et des perspectives de développement du marché en ce qui concerne les carburants alternatifs dans le secteur des transports, ainsi que du développement des infrastructures pour carburants alternatifs, compte tenu de l'accès intermodal aux infrastructures pour carburants alternatifs et, le cas échéant, de la continuité transfrontalière.</p> <p>La Commission évalue les projets de cadres d'action nationaux et peut adresser au plus tard six mois après le transmis des projets des recommandations aux États membres. Au plus tard le 31 décembre 2025, chaque État membre élabore son cadre d'action national définitif et le notifie à la Commission.</p> <p>Au plus tard le 31 décembre 2027 et tous les deux ans par la suite, chaque État membre soumet à la Commission un rapport d'avancement national indépendant sur la mise en œuvre de son cadre d'action national.</p> <p>Au niveau de station-service autoroutières, des concepts seront élaborés pour développer à moyen terme des hubs multi-énergies.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	n.a.	mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 419 Taxe sur les véhicules routiers	
Description	Depuis le 1er janvier 2007, les émissions de CO ₂ sont prises en compte dans le calcul de la taxe sur les véhicules routiers. Pour les véhicules immatriculés à partir du 1er janvier 2001, le calcul se base sur les émissions de CO ₂ (valeur NEDC, valeur combinée) ainsi que le carburant utilisé. Pour les véhicules immatriculés pour la première fois à partir du 1er janvier 2021, le calcul se base sur la valeur WLTP des émissions de CO ₂ (valeur combinée) ainsi que le carburant utilisé.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2007	n.a.	modification de la loi en décembre 2020
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECB	
Référence(s)	Loi modifiée du 22 décembre 2006 promouvant le maintien dans l'emploi et définissant des mesures spéciales en matière de sécurité sociale et de politique de l'environnement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a1001/jo	

Intitulé de la mesure	N° 420 Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée	
Description	<p>Actuellement, au Luxembourg, la taxe d'immatriculation d'un véhicule ne sert qu'à financer la tâche administrative de l'immatriculation par la SNCA. Plusieurs Etats membres, dont la France et la Suède, appliquent une taxe de première immatriculation qui dépend des émissions de CO₂ du véhicule et qui peut être négative ou positive. L'expérience montre que ce système parvient à encourager fortement l'immatriculation de nouvelles voitures à zéro émissions, tout en restant budgétairement neutre.</p> <p>L'opportunité de réviser le système d'immatriculation sur base des régimes existant dans d'autres Etats membres, en vue d'une mise en œuvre éventuelle à partir de 2025, sera étudiée. En rendant les véhicules à zéro émission de roulement de CO₂ plus attractifs par rapport aux véhicules propulsés par des moteurs à combustion, un tel instrument fiscal pourrait accélérer davantage la transition vers des véhicules à zéro émission de roulement de CO₂ avant l'entrée en vigueur, en 2035, de l'interdiction de mise sur le marché de nouveaux véhicules propulsés à carburant fossile dans l'UE. Afin d'assurer la viabilité budgétaire à long terme du système, il conviendrait, lorsque l'électrification du parc automobile sera plus avancée, de réfléchir à une taxation sélective des véhicules électriques en tenant compte de critères environnementaux et sociaux.</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECB	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 421 Avantage fiscal pour les voitures de fonction	
Description	<p>Pour tout nouveau contrat de leasing conclu depuis le 1er janvier 2017, l'avantage en nature est calculé en fonction du type de motorisation (essence, diesel, électrique) et des émissions de CO₂ de la voiture de fonction. Il est échelonné de sorte que les voitures à faibles émissions de CO₂ (BEV ou PHEV) sont favorisées par rapport aux voitures à essence ou diesel. Les voitures à zéro émissions de roulement (BEV et FECV) profitent d'un taux très avantageux. Les voitures à motorisation diesel sont pénalisées par rapport aux autres motorisations. Pour toute voiture immatriculée depuis le 1er janvier 2021, l'avantage en nature est par ailleurs calculé en fonction des valeurs WLTP (au lieu des valeurs NEDC).</p> <p>A partir de 2023, le taux est augmenté de +0,2% pour la majorité des catégories de voitures dont les émissions de CO₂ dépassent 80 g/km. Pour les voitures dont les émissions de CO₂ sont inférieures ou égales à 80 g/km, il n'y a pas d'adaptation des taux applicables. Le taux maximal de 1,8% s'applique aux voitures dont les émissions de CO₂ sont supérieures à 130 g/km (avant 2023 : 150 g/km). Pour les voitures de fonction nouvellement immatriculées à partir du 1er janvier 2025 et pour lesquelles aucun contrat ne sera signé avant le 31 décembre 2024, le régime forfaitaire sera simplifié et particulièrement favorable aux voitures à zéro émission de roulement en CO₂.</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	Modification de la réglementation en mai 2022
Entité(s) responsable(s)	MFIN	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 23 décembre 2016 portant exécution de l'article 104, alinéa 3 de la loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/05/12/a256/jo Règlement grand-ducal du 12 mai 2022 modifiant le règlement grand-ducal modifié du 23 décembre 2016 portant exécution de l'article 104, alinéa 3 de la loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu.	

Intitulé de la mesure	N° 422 Leasing social automobile	
Description	<p>La voiture 100% électrique est aujourd’hui un instrument efficace et éprouvé afin de réduire l’empreinte carbone de la mobilité individuelle motorisée. L’offre de modèles de voitures électriques pures continue de s’agrandir, mais la différence du prix d’acquisition d’un tel véhicule par rapport à une voiture thermique reste importante. Même si les régimes d’aides existants, allant jusqu’à 8.000 euros, arrivent en partie à combler cette différence, un grand nombre de ménages défavorisés ne sont pas en mesure d’acquérir une voiture 100% électrique. Dans l’objectif de faciliter le financement d’un tel véhicule pour les foyers les plus défavorisés, un système de leasing social pour des contrats de leasing de longue durée sera étudié.</p> <p>Il est essentiel de ne laisser personne sur le bas-côté de la transition vers une mobilité plus propre, afin de réussir le défi environnemental qui se pose collectivement à la société. Cette mesure d’ordre social est cohérente avec les mesures du plan national de la mobilité 2035 qui prévoit d’un côté un « modal shift » vers des modes de transport autres que la voiture privée, comme le transport en commun, la mobilité active ou l’autopartage, mais reconnaît néanmoins le rôle de la voiture, surtout en milieu rural pour les déplacements de moyenne et longue distance.</p> <p>L’objectif primaire du leasing social automobile serait d’accorder aux ménages défavorisés la possibilité de remplacer leur voiture à moteur thermique contre une voiture à zéro émission de roulement en CO₂ et de pouvoir ainsi contribuer à l’électrification du parc automobile et à la réduction de l’empreinte carbone du secteur du transport.</p> <p>Il est d’abord proposé de mener une étude en impliquant tous les acteurs concernés, dont notamment les offices sociaux et aussi les entreprises de leasing, dans l’objectif d’identifier le potentiel, les modalités et les opportunités par l’introduction d’un tel régime de leasing social automobile, tout en tenant compte des possibilités offertes par l’autopartage.</p>	
Type d’instrument	Economique	
Etat d’avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MFSVA, MECB, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 423 Régime d'aides pour véhicules à zéro émissions de CO₂	
Description	<p>Pour accélérer la transition vers une mobilité à zéro émission, une prime maximale de 8.000 € est proposée pour les véhicules à zéro émission de CO₂ dont les voitures 100 % électriques (BEV), les voitures à pile à combustible à hydrogène (FCEV) et les camionnettes 100 % électriques et les camionnettes à pile à combustible à hydrogène.</p> <p>Cette prime peut varier en fonction de la consommation en énergie, de la puissance et de la taille du véhicule en question. Le régime actuel est applicable aux commandes passées jusqu'au 30.09.2024.</p> <p>De plus, il existe des aides financières pour les cycles (vélo conventionnel et pedelec25) et les véhicules légers (motocycle, quadricycle et cyclomoteur) 100 % électriques, applicables pour les véhicules achetés au plus tard le 30.09.2024.</p> <p>Le programme de coalition prévoit le maintien des subventions, avec une révision périodique des critères d'attribution et des montants. Ainsi, la graduation des aides financières selon des critères environnementaux et des paramètres sociaux sera adaptée pour les voitures et camionnettes 100% électriques achetés à partir du 1^{er} octobre 2024. Afin d'accroître l'accessibilité sociale des subventions, une nouvelle aide financière pour les voitures d'occasion âgées d'au moins trois années sera introduite. Les primes pour les vélos et pedelec25 seront réservées aux personnes faisant partie d'un ménage bénéficiant de l'allocation de vie chère ou de la prime énergie.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2019	2026	régime d'aides prolongé avec modifications à plusieurs reprises
Entité(s) responsable(s)	MECB, MMTP, MECO/ DG Energie	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2019 portant introduction d'une aide financière pour la promotion des véhicules routiers à zéro ou à faibles émissions de CO ₂	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2019/03/07/a183/jo	

Intitulé de la mesure	N° 424 Régime d'aides pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques	
Description	<p>Pour accompagner le déploiement de l'électromobilité et promouvoir la charge à domicile, une aide financière pour l'installation de bornes de charge dans les maisons unifamiliales et les résidences a été introduite en 2020. Cette mesure soutient l'installation de bornes simples, de bornes dites « intelligentes » et de systèmes de charge intelligents dans les bâtiments plurifamiliaux.</p> <p>Une prolongation du programme est entrée en vigueur en 2023. Cette prolongation apporte également des adaptations notamment pour faciliter l'installation de solutions centralisées dans les copropriétés.</p> <p>Une nouvelle aide financière pour les systèmes collectifs de gestion intelligente de charge et l'équipement d'un immeuble collectif existant en vue de l'installation de bornes de charges intégrées dans ce système sera introduite.</p> <p>D'autres pistes visant à faire évoluer le régime d'aides et les procédures administratives et légales en vue de faciliter d'avantage l'installation de bornes de recharge dans les copropriétés seront analysées, notamment en ce qui concerne les raisons d'opposition à l'installation de bornes dans une copropriété.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	2024	
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO/ DG Energie, MMTP	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 19 août 2020 portant introduction d'une aide financière pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2020/08/19/a702/jo	

Intitulé de la mesure	N° 425 Régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques	
Description	<p>Pour compléter le réseau de charge publique et accompagner la transition des flottes de véhicules dans les entreprises, un régime d'aides proposant trois mesures de soutien financier aux entreprises a été introduit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une aide attribuée à la suite d'une mise en concurrence (appel à projets) en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge accessibles au public ou dans des infrastructures de charge privées d'une certaine envergure (175 kW) ; - une aide en faveur des petites et moyennes entreprises investissant dans des infrastructures de charge privées réservées à leurs activités économiques. - une aide aux propriétaires de l'infrastructure de charge publique (Chargy et SuperChargy). <p>À noter qu'une condition d'éligibilité importante pour les bornes publiques est leur alimentation par des sources 100 % renouvelables.</p> <p>Les installations de stockage font partie des coûts éligibles dans la mesure où le stockage permet de diminuer la capacité de raccordement nécessaire pour le raccordement de l'infrastructure de charge au réseau.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi du 26 juillet 2022 relative au régime d'aides en faveur des entreprises investissant dans des infrastructures de charge pour véhicules électriques	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/07/26/a395/jo	

Intitulé de la mesure	N° 426 Régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds à zéro émission	
Description	<p>Dans le prolongement de l'accord tripartite intervenu le 31 mars 2022, le gouvernement a instauré en avril 2023 une nouvelle aide en faveur des entreprises investissant dans des véhicules utilitaires lourds (catégories N2 et N3) à zéro émissions.</p> <p>À cette fin une étude comparative des différentes technologies de propulsion alternatives a été lancée en automne 2022. Cette étude a permis au gouvernement de prendre une décision éclairée sur le choix de la technologie de propulsion la plus adaptée pour stimuler la décarbonation du secteur logistique au Luxembourg.</p> <p>Le régime d'aides a été introduit en mettant en place une mesure temporaire sous forme de projet pilote, sur la base de la loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement.</p> <p>Les camions de poids moyen et de poids lourd équipés de motorisations zéro émission de gaz à effet de serre, comme les véhicules électriques purs et les véhicules à pile à combustible à l'hydrogène, sont éligibles à cette aide. De plus, les véhicules équipés d'un moteur à combustion interne dont les émissions de CO₂ sont inférieures à 1 g/kWh sont également éligibles, ainsi que les solutions de reconversion de véhicules thermiques existants en véhicules à zéro émission de roulement.</p> <p>Le projet pilote est en place pour une période transitoire en vue de la révision des règles d'aides d'État au niveau européen. L'objectif est d'encourager davantage les entreprises à investir dans des technologies zéro émission de gaz à effet de serre pour réduire l'impact environnemental de leurs activités de transport routier de marchandises. A noter que les camionnettes (catégorie N1) sont déjà éligibles sous le régime d'aides existant pour véhicules à zéro émission de CO₂ (Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2019). La loi modifiée du 15 décembre 2017 fait actuellement l'objet d'une refonte qui, conformément au règlement général d'exemption par catégorie (RGEC), prévoit des aides en faveur de l'acquisition de véhicules à zéro émission de roulement et de la reconversion de véhicules existants.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB,, MMTP, MFIN	

Référence(s)	My Guichet : Aide en faveur de véhicules à zéro émission
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/fr/entreprises/financement-aides/aides-environnement/vehicules-zero-emission/aide-vehicules-zero-emission.html

Intitulé de la mesure	N° 427 Stratégie de décarbonation du transport de marchandises et du secteur logistique	
Description	<p>Le groupe de travail « secteur logistique et transition énergétique » établira une stratégie de décarbonation du secteur logistique, encadrée dans un contexte européen. Il établira un état des lieux des caractéristiques du secteur de la logistique au Luxembourg. Il évaluera l'importance de différents sous-secteurs (tels que le « last mile delivery » au Luxembourg et dans la Grande Région, les flux entrants et sortants des infrastructures dédiées et zones d'activités et l'utilisation du transport combiné rail-route) et les distances parcourues par les différents sous-secteurs. Il élaborera une première évaluation des différentes options d'une stratégie zéro carbone (biocarburants, motorisation électrique ou à l'hydrogène renouvelable, optimisation IT/IA) et des besoins en matière d'infrastructures (p.ex. chargeurs électriques pour camions respectivement aires de services hydrogène) et, le cas échéant, des instruments politiques facilitant le changement vers un secteur logistique zéro carbone.</p> <p>Compte tenu de l'accord Tripartite de mars 2022, il a été décidé de mettre en œuvre un régime d'aides en faveur de l'acquisition de véhicules utilitaires lourds propres (voir mesure 426).</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MECO, MECB, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 428 Eurovignette	
Description	<p>La directive modifiée 1999/62/CE relative à la taxation des poids lourds pour l'utilisation de certaines infrastructures prévoit que tous les véhicules de transport seront taxés en fonction de leur taux de pollution émis en roulant, mais également d'après le nombre de kilomètres effectués au sein de l'UE et non plus sur la durée du trajet. En plus, il est prévu de privilégier les motorisations à zéro et à faibles émissions de roulement. La transposition de cette nouvelle directive Eurovignette au Luxembourg est prévue pour mi-2024.</p> <p>Dans le but de remplacer le régime actuel de droit d'usage Eurovignette, une étude sera menée sur la mise en œuvre d'un modèle pour le transport de marchandises basé davantage sur le principe de l'« utilisateur-payeur ».</p>	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, MFIN	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 429 Faciliter l'installation de bornes de recharge	
Description	Un grand nombre d'initiatives a déjà été prises pour développer une infrastructure de charge qui satisfait les besoins des utilisateurs existants et futurs, tel que la mise en place d'une infrastructure publique de charge (Chargy et SuperChargy), différents régimes d'aide pour l'installation de bornes, ou l'initiative « Stroum beweegt ». Afin d'accélérer encore le développement de l'infrastructure de charge nécessaire, notamment dans les zones d'activité, les bâtiments en copropriété, les résidences ou sur les chantiers, cette mesure va en premier lieu identifier et analyser les obstacles existants. En deuxième lieu, les mesures y correspondantes vont être élaborées visant à lever ces obstacles et à faciliter l'installation de bornes pour ces cas de figure.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 430 Réductions de vitesse du trafic motorisé
Description	<p>Les réductions de vitesse du trafic motorisé ont fait leur preuve, tant du point de vue de la sécurité routière que des nuisances sonores et des émissions de particules fines et à effet de serre. Si, aux heures de pointe, la congestion routière a pour effet de réduire la vitesse effective en-deçà des vitesses maximales autorisées, celles-ci, combinées à des aménagements de l'espace routier et à des contrôles policiers, ont un effet certain sur les vitesses pratiquées en situation non congestionnée.</p> <p>Sur le réseau autoroutier, une limitation à 90 km/h est déjà en place dans les tunnels. Sur certains tronçons de l'autoroute A6, une limitation à 90km/h aux heures de pointe a eu un effet bénéfique sur la sécurité routière et la fluidité du trafic. Cette pratique, répandue sur les autoroutes de type périurbain, qui sont caractérisées non seulement par des charges de trafic importantes, mais aussi par l'inter-distance très faible entre les échangeurs et une sensibilité des riverains aux nuisances sonores, devrait être testée sur d'autres secteurs du réseau autoroutier, en particulier le contournement de la ville de Luxembourg.</p> <p>En règle générale, les limitations de vitesse doivent être compréhensibles pour les conducteurs et doivent pouvoir être contrôlées par les forces de l'ordre, sinon elles n'ont pas le résultat escompté.</p> <p>Ces principes, qui sont préférables à des limitations de vitesse généralisées, valent tant hors localité qu'en milieu urbain.</p> <p>En milieu urbain, la grande majorité des routes au Grand-duché sont déjà limitées à 30 km/h, voire même ponctuellement à 20 km/h. Il s'agit avant tout de voiries communales dans les quartiers résidentiels, qui n'ont pas vocation à porter du trafic de transit. Depuis 2015, des limitations à 30 km/h sont également permis sur des tronçons de routes étatiques en localité. Il est cependant essentiel que ces tronçons, comme d'ailleurs toutes les zones dites apaisées, soient aménagées en conséquence par la commune. Dans ces zones, le conducteur d'un véhicule motorisé devrait avoir l'impression de n'être que visiteur dans un espace urbain qui est surtout destiné à la vie de quartier ou de la localité. Des aménagements physiques de la chaussée, et notamment des rétrécissements ou des surélévations, contraignent le conducteur à réduire sa vitesse. La classification du réseau routier telle que préconisée par le Plan National de Mobilité 2035 distingue entre les routes qui ont vocation à porter des charges de trafic importantes (appelées routes de liaison), celles qui portent un très faible trafic de transit et qui ont surtout un caractère local (appelées routes de distribution) et celles qui ne servent qu'à la desserte locale du quartier lui-même. Sur les premières, en général étatiques, des limitations à 30 km/h restent possibles sur des tronçons de quelque 200 mètres au niveau de centralités ou d'écoles. A la demande des communes et sous condition qu'elles les réaménagent en conséquence, les routes de distribution étatiques pourront être apaisées sur des sections bien plus longues. Enfin, les rues de desserte locale sont en général déjà apaisées.</p> <p>Avec cette approche pragmatique, qui ne se limite pas à réduire les vitesses affichées sur les panneaux de circulation, mais qui vise à réduire les vitesses réellement pratiquées par les conducteurs, le gouvernement apporte sa contribution à la sécurité routière et à la limitation des gaz à effets de serre liés à des vitesses excessives de véhicules à moteur thermique.</p>

Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MMTP	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 431 Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE) - aviation	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat transpose en droit national la directive modifiée 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union européenne (SEQE/ETS). Le SEQE s'applique actuellement aux installations de production d'électricité, aux installations du secteur de l'industrie manufacturière et à l'aviation (vols intra-européens).</p> <p>Avec la réforme de 2023 des règles du SEQE applicables au secteur de l'aviation, les quotas d'émission seront entièrement mis aux enchères à partir de 2026. Le SEQE s'appliquera aux vols intra-européens, tandis que CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) s'appliquera aux vols extra-européens à destination et en provenance des pays tiers participant à CORSIA de 2022 à 2027. Lorsque les émissions des vols extra-européens atteindront des niveaux supérieurs à 85 % des niveaux de 2019, elles devront être compensées par des crédits de carbone correspondants.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2005	2030	directive modifiée à plusieurs reprises
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

3.1.1.4 Industrie

La décarbonation de l'industrie luxembourgeoise va de pair avec le maintien à long terme de la compétitivité des entreprises de ce secteur. Il est important dans ce contexte de voir les entreprises luxembourgeoises face à leur concurrence en Europe et hors Europe, au niveau global.

Les sujets décarbonation, efficacité énergétique et énergies renouvelables sont pris en compte de manière complémentaire et ont chacun son importance.

Vu les efforts exceptionnels nécessaires dans le cadre de la décarbonation, les aides étatiques seront essentielles et les aides à l'investissement (CAPEX) plus conventionnelles seront complétées au futur par des aides au fonctionnement (OPEX) en concordance avec les lignes directrices européennes sur les aides d'état (mesures N° 512 à 520).

L'accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie luxembourgeoise (mesure N° 503) est un outil important pour les grands acteurs du secteur (une cinquantaine d'entreprises) et a fait ses preuves depuis de nombreuses années avec un focus sur l'efficacité énergétique ; cet accord est en cours de révision (mesure N° 504) et mettra dorénavant le focus sur la décarbonation, l'efficacité énergétique et la production et l'utilisation d'énergie renouvelable.

Les entreprises qui ne sont pas ciblées par l'accord volontaire et notamment les PME sont ciblées plus spécifiquement par le nouveau pacte climat pour entreprises (N° 511), les programmes FIT4X de Luxinnovation (N° 513) et les SME Packages Sustainability (N° 514) avec l'objectif d'une concertation et mise en œuvre coordonnée des projets et activités de différents acteurs ainsi que la gestion de certains nouveaux programmes en faveur de l'objectif commun de protection du climat et de transition énergétique par les entreprises. Le pacte climat pour entreprises prévoit un engagement volontaire des entreprises permettant un suivi à long terme de leurs efforts de décarbonation et de transition énergétique.

Intitulé de la mesure	N° 501 Système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE/ETS)	
Description	<p>La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat transpose en droit national la directive modifiée 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union européenne (SEQE/ETS). Le SEQE s'applique actuellement aux installations de production d'électricité, aux installations du secteur de l'industrie manufacturière et à l'aviation (vols intra-européens). L'objectif actuel consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre soumises au champ d'application de 43% d'ici 2030 par rapport à 2005 au niveau de l'Union européenne.</p> <p>Les deux aspects principaux de la réforme de 2023 sont la hausse de l'objectif de réduction passant de 43% à 62% et l'inclusion de nouveaux secteurs, e.a. du transport routier et des bâtiments au sein d'un « deuxième SEQE » dédié à partir de 2027. L'introduction d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières permettra de prévenir le risque de fuite de carbone.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2005	2030	directive modifiée à plusieurs reprises
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo	

Intitulé de la mesure	N° 502 Régime d'aides visant à compenser les surcoûts liés au système ETS pour la période 2021-2030	
Description	Le régime d'aide, qui s'insère dans le système d'échange de quotas de gaz à effet de serre de l'Union européenne, permet de couvrir une partie des coûts des émissions indirectes encourus au titre des exercices 2021 à 2030 par des entreprises exposées à un risque réel de fuite de carbone, et permet ainsi de lutter contre le réchauffement climatique au niveau mondial tout en préservant la compétitivité de l'industrie européenne. Il s'inscrit ainsi pleinement dans le pacte vert pour l'Europe qui fixe un objectif de réduction de 55% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 et dans la nouvelle stratégie industrielle de l'Union européenne qui vise à décarboniser tous ses secteurs de l'économie, en particulier ceux intensifs en énergie. En contrepartie, les entreprises doivent se plier à un audit énergétique tel qu'il est prévu par la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie et mettre en œuvre des mesures réduisant leur empreinte carbone si elles ne se qualifient pas de petites et moyennes entreprises. L'aide vise les entreprises qui exercent une activité industrielle sur le territoire luxembourgeois, dans des secteurs et sous-secteurs considérés comme exposés à un risque significatif de fuite de carbone en raison des coûts liés au système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'UE, répercutés sur les prix de l'électricité.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi du 15 juillet 2022 instaurant un régime d'aides dans le contexte du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour la période 2021-2030	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/07/15/a356/jo	

Intitulé de la mesure	N° 503 Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (jusqu'à 2023 inclus)	
Description	<p>En 2021, le gouvernement a conclu avec la Fédération de l'industrie luxembourgeoise (FEDIL) un accord engageant les entreprises adhérentes à atteindre l'objectif commun consistant en l'amélioration de 4,5 % de l'efficacité énergétique globale de l'ensemble des participants jusqu'à fin 2023. Depuis 1996, cet accord est régulièrement renouvelé pour renforcer l'engagement des différents acteurs adhérents.</p> <p>Dans le cadre de cet accord, les entreprises adhérentes s'engagent à mettre en œuvre un certain nombre d'actions dont la mise en place d'un management énergétique, la réalisation d'un audit énergétique, des formations continues, etc. En contrepartie, le gouvernement propose des avantages notamment dans le cadre de la directive européenne relative à la taxation des produits énergétiques et de l'électricité.</p> <p>Environ 50 entreprises grandes consommatrices d'énergie issues des secteurs industriel et tertiaire participent à la période actuelle.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	2023	renouvellement de l'accord à plusieurs reprises depuis 1996
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, FEDIL, Klima-Agence	
Référence(s)	RGD modifié du 31 mars 2010 relatif au mécanisme de compensation dans le cadre de l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/accord-volontaire-fedil	

Intitulé de la mesure	N° 504 Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (à partir de 2024)	
Description	<p>L'accord volontaire (AV) avec l'industrie est révisé et renouvelé pour la période de 2024 à 2030. Il se déroulera en deux phases. La première phase poursuit la logique des accords précédents.</p> <p>Pour la deuxième phase, le champ d'application sera étendu de sorte à intégrer la dimension de la décarbonation en complément de l'efficacité énergétique. Ainsi, l'indice d'amélioration de l'efficacité énergétique sera complété par un nouvel indice de décarbonation dont l'objectif ainsi que la méthodologie de calcul seront définis et testés pendant la première phase, sur base de cas concrets, tout en considérant les objectifs nationaux de décarbonation. La deuxième phase introduira de nouvelles contreparties dont la base légale sera élaborée pendant la première phase, en concertation avec la FEDIL. La date de début de la deuxième phase sera fixée définitivement avec la publication officielle de la base légale fixant le cadre des futures contreparties.</p> <p>La révision de l'AV sera basée sur une analyse juridique des possibilités concernant les contreparties accordées aux entreprises qui adhèrent à l'AV (et qui respectent leurs engagements) dans le cadre de la réglementation européenne sur les aides d'Etat. Dans ce contexte, l'adaptation de la taxe CO₂ existante en vue de l'introduction d'une taxe CO₂ progressive pour les entreprises non-ETS, adhérentes à l'accord volontaire sera analysée, afin d'accroître l'incitation de ces entreprises à investir dans des projets de décarbonation.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, FEDIL, Klima-Agence	
Référence(s)	RGD modifié du 31 mars 2010 relatif au mécanisme de compensation dans le cadre de l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 505 Audits énergétiques obligatoires pour entreprises	
Description	<p>Sur base de l'article 8 de la directive européenne sur l'efficacité énergétique EED UE/2012/27, une obligation de réaliser un audit énergétique tous les 4 ans a été mise en place pour les grandes entreprises (non-PME) dès 2015.</p> <p>L'idée de cette obligation est de rendre les entreprises attentives aux potentiels d'économie d'énergie, en identifiant les potentiels spécifiques pour l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'entreprise. Les entreprises sont incitées à réaliser les mesures ainsi identifiées, dans la mesure où celles-ci sont rentables et ceci notamment par l'aide « efficacité énergétique » proposée par le ministère de l'Économie dans le cadre des aides à l'investissement en faveur de la protection de l'environnement et, le cas échéant, par des incitatifs financiers et non-financiers proposés par les parties obligées dans le cadre du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique.</p> <p>La première échéance pour la réalisation d'un tel audit était le 10 décembre 2016. Les audits énergétiques sont à réaliser exclusivement par des personnes agréées par le ministre ayant l'Énergie dans ses attributions et doivent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - se fonder sur des données opérationnelles actualisées, mesurées et traçables concernant la consommation d'énergie et, pour l'électricité, les profils de charge ; - comporter un examen détaillé du profil de consommation énergétique des bâtiments ou groupes de bâtiments, ainsi que des opérations ou installations industrielles, notamment le transport ; - s'appuyer, dans la mesure du possible, sur une analyse du coût du cycle de vie plutôt que sur de simples délais d'amortissement pour tenir compte des économies à long terme, des valeurs résiduelles des investissements à long terme et des taux d'actualisation ; - être proportionnés et suffisamment représentatifs pour permettre de dresser une image fiable de la performance énergétique globale et de recenser de manière sûre les possibilités d'amélioration les plus significatives. 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	n.a.	révision planifiée pour 2024/2025 (transposition de la nouvelle EED (UE) 2023/1791, article 11)
Entité(s) responsable(s)	MECO, Klima-Agence	
Référence(s)	Loi du 5 juillet 2016 modifiant la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2016/07/05/n2/jo	

Intitulé de la mesure	N° 506 Audits énergétiques obligatoires pour entreprises (nouvelle EED (UE) 2023/1791)	
Description	<p>L'obligation de réaliser un audit énergétique pour les entreprises respectant certains critères sera révisée sur base de la nouvelle directive sur l'efficacité énergétique (EED - Energy Efficiency Directive. (UE) 2023/1791). Le critère d'éligibilité ne sera plus la classification de l'entreprise sur base de sa taille (PME ou non-PME), mais le niveau de la consommation d'énergie annuelle. Si le niveau dépasse 10 TJ (2,78 GWh) il y a une obligation d'audit et s'il dépasse 85 TJ (23,6 GWh) il y a obligation d'instaurer un système de management de l'énergie. Les EPCs (Energy Performance Contracting) seront pris en considération.</p> <p>La nouvelle directive EED prévoit l'obligation pour les entreprises concernées, de réaliser un plan d'action concret sur base des mesures identifiées dans l'audit énergétique et l'établissement d'un plan de mise en œuvre des mesures dans la mesure où celles-ci sont techniquement et économiquement faisable. Ces plans sont à soumettre à la direction de l'entreprise et les plans ainsi que le taux d'exécution des mesures faisables sont à publier dans le rapport annuel des entreprises et rendus publics sous certaines conditions (protection des données sensibles et confidentielles).</p> <p>Une obligation de réalisation des mesures identifiées dans l'audit énergétique sera introduite, en fonction notamment du seuil de rentabilité ; une méthodologie de calcul et différentes conditions seront définies dans le cadre de cette obligation, tenant compte par exemple des aides et incitatifs financiers applicables lors de la mise en œuvre des mesures.</p> <p>Le contenu de l'audit énergétique sera revu afin d'y inclure notamment l'identification des potentiels de décarbonation de l'entreprise, en complément aux aspects énergétiques (efficacité énergétique et potentiel de production d'électricité renouvelable et autoconsommation).</p> <p>En complément à cette obligation, les entreprises non-obligées à réaliser un audit réglementaire et notamment les PME seront incitées à réaliser des audits énergétiques dans le cadre du nouveau pacte climat pour entreprises (« Klimapakt fir Betriber »).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	transposition de la nouvelle EED (UE) 2023/1791
Entité(s) responsable(s)	MECO Klima-Agence, FEDIL	
Référence(s)	Loi du 5 juillet 2016 modifiant la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 507 Obligation d'audit énergétique et monitoring/optimisation pour bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m²	
Description	<p>Comme suite logique des résultats observés, notamment au niveau des bâtiments fonctionnels, dans le cadre de la campagne nationale d'économie d'énergie « zesumme spueren – zesammenhalen » mise en œuvre à partir de l'automne 2022 et afin de garantir la pérennité des mesures mises en œuvre dans ce cadre (ainsi que de mesures futures avec le même objectif) est introduit une obligation de monitoring et d'optimisation pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m².</p> <p>Bâtiments ciblés et conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'obligation s'applique à tous les propriétaires pour leurs bâtiments fonctionnels > 1.000 m² indépendamment du statut du propriétaire (autorité publique ou acteur privé); - si un bâtiment est couvert par l'obligation de réaliser un audit énergétique sur base de la consommation de l'entreprise (propriétaire) (PaMs #506) alors cette obligation couvre également l'obligation pour les bâtiments > 1.000 m²; - identifier les potentiels d'amélioration (efficacité énergétique, notamment au niveau de l'optimisation des consignes (HVAC) et de décarbonation (bâtiment adapté à la mise en œuvre d'une PAC (température de départ chauffage inférieure ou égale à 55°C, ECS considérée à part); - priorisation de la mise en œuvre des mesures identifiées en fonction de la faisabilité et du retour sur investissement; - obligation de réaliser les mesures d'efficacité énergétique avec un retour sur investissement (ROI - return on invest) de moins de 5 ans (avec prise en compte de toutes les subventions étatiques et incitatifs privés applicables pour la mise en œuvre des mesures) ; - la réglementation concernant la mise en œuvre de cette mesure sera établie après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation, avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire. 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi du 5 juillet 2016 modifiant la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie	

Infos complémentaires	
----------------------------------	--

Intitulé de la mesure	N° 508 Obligation de décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m²	
Description	<p>Obligation de décarbonation par un phase-out fossile accéléré pour les bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure ou égale à 1.000 m² qui sont adaptés pour un remplacement d'un chauffage à base d'énergie fossile par une pompe à chaleur (PAC) sur base de la température de départ du système de chauffage inférieure ou égale à 55°C (production d'eau chaude sanitaire (ECS) considérée à part).</p> <p>Bâtiments ciblés et conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obligation complémentaire à l'obligation d'audit/monitoring PaMs #506 et #507; - l'obligation s'applique à tous les propriétaires pour leurs bâtiments fonctionnels > 1.000 m² indépendamment du statut du propriétaire (autorité publique ou acteur privé); - tous les bâtiments fonctionnels > 1.000 m²; - obligation de remplacer un chauffage à base d'énergie fossile par un chauffage avec une (ou plusieurs) pompe(s) à chaleur pour tout bâtiment fonctionnel qui est conçu/adapté pour être opéré avec une température de départ de chauffage inférieure ou égale à 55°C; - la production d'eau chaude sanitaire (ECS) est considérée à part, la condition de température de départ inférieure ou égale à 55°C ne s'applique qu'au(x) circuit(s) de chauffage du bâtiment ; - obligation de remplacer le chauffage fossile, le cas échéant, par une solution décarbonée à pompe à chaleur endéans 4 ans pour toute chaudière fossile âgée de 5 ans ou plus (par rapport à la date de mise en service de la chaudière existante) ; - la réglementation concernant la mise en œuvre de cette mesure sera établie après concertation avec les secteurs concernés en ce qui concerne l'échéancier de la prise d'effet de l'obligation, avec une priorité sur les bâtiments administratifs du secteur tertiaire <p>Exceptionnellement, il peut être dérogé à une obligation de rénovation énergétique d'un bâtiment ou interdiction de remplacement d'une chaudière fossile par une nouvelle chaudière à base d'énergie fossile découlant d'une mesure du PNEC, lorsque les coûts afférents liés à la complexité des travaux, nécessaires à sa mise en œuvre, sont disproportionnés par rapport au potentiel de réduction des émissions de CO₂. Ces exceptions seront spécifiées dans les législations afférentes aux obligations et interdictions.</p>	
Type d'instrument		
Etat d'avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations

Entité(s) responsable(s)	MECO
Référence(s)	
Infos complémentaires	

Intitulé de la mesure	N° 509 Obligations de monitoring et d'amélioration de l'efficacité énergétique pour centres de données	
Description	<p>Au vu de la forte évolution des besoins en énergie du secteur des centres de traitement de données (data center), une obligation (européenne) de monitoring des consommations énergétiques et de quelques indicateurs de performance pour les centres de données sera introduite avec la transposition de la directive EED (UE) 2023/1791, article 12 et prise en compte du règlement délégué 2024/1364 de la Commission européenne, pour les centres de données à demande en énergie de 500 kW ou plus ; les données seront à renseigner par les opérateurs des centres de données concernés, dans une banque de données (plateforme informatique) européenne.</p> <p>Obligation d'utilisation de chaleur fatale pour les centres de données à demande d'énergie de plus que 1 MW sur base de la directive EED (UE) 2023/1791, article 26, point 6., sous conditions (techniquement et économiquement faisable).</p> <p>Incitation des centres de données de plus que 1 MW à prendre en compte les bonnes pratiques reprises dans la version la plus récente du « European Code of Conduct on Data Center Energy Efficiency ».</p> <p>En complément à cette obligation de monitoring au niveau européen sur base de l'EED et parallèlement aux analyses de la Commission européenne prévues en vue de futures obligations d'amélioration de l'efficacité énergétique et niveaux de performance minimas, le Luxembourg va analyser le potentiel et l'impact de futures obligations européennes sur le secteur au niveau national.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	mise en œuvre lors de la transposition de l'EED (UE) 2023/1791
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 510 Feuille de route de décarbonation de l'industrie	
Description	<p>En coopération étroite avec des entreprises du secteur industriel, une première version d'une feuille de route « Décarbonation de l'industrie luxembourgeoise » est établie en vue de soutenir les entreprises de l'industrie manufacturière à décarboner leurs activités, contribuer aux objectifs climatiques et énergétiques nationaux et satisfaire aux exigences du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE (SEQE/ETS). A cet effet, la feuille de route identifie et évalue les leviers et potentiels de décarbonation dans l'industrie manufacturière (tel que quantifiable à l'heure actuelle). Ensuite, elle propose un ensemble de mesures stratégiques pour faciliter la mise en œuvre des potentiels et la transformation du secteur industriel. A cet égard, les besoins annuels en électricité et hydrogène renouvelables sont estimés. A noter que la feuille de route reflète l'état actuel concernant les projets de décarbonation de l'industrie manufacturière, état qui est amené à évoluer dans le temps. Cette feuille de route évoluera au fur et à mesure de l'identification et de la quantification de nouveaux projets de décarbonation ou de la mise à jour de projets déjà identifiés et sera mise à jour et complétée régulièrement au courant des prochaines années.</p> <p>L'approche « bottom-up » de cette feuille de route (basée sur des projets concrets) sera complétée par une analyse « top-down » des potentiels à l'échéance 2040 / 2050.</p> <p>L'identification de potentiels de décarbonation concrets par entreprise ainsi que l'étude de la faisabilité de leur mise en œuvre sont d'ailleurs un aspect important dans le cadre du nouveau pacte climat pour les entreprises (« Klimapakt fir Betriber »), notamment par le biais du programme Fit4Sustainability.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	mise à jour régulière
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, FEDIL	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 511 Pacte climat pour les entreprises (PME) (Klimapakt fir Betriber)	
Description	<p>Pacte climat pour les entreprises – le Gouvernement soutiendra les entreprises dans leurs efforts de décarbonation et de la transition écologique à travers une approche structurée et coordonnée.</p> <p>Le pacte climat pour entreprises (KPB - Klimapakt fir Betriber), destiné plus spécifiquement aux PME, est une plateforme d'orientation stratégique permettant la concertation et la mise en œuvre coordonnée des projets et activités de différents acteurs ainsi que la gestion de certains nouveaux programmes en faveur de l'objectif commun de protection du climat et de transition énergétique par les entreprises. Il prévoit un engagement volontaire des entreprises permettant un suivi à long terme de leurs efforts de décarbonation et de transition énergétique.</p> <p>Le KPB comprend à la fois des accompagnements existants ou en cours de développement ainsi que des programmes ou des accompagnements encore à créer en fonction des besoins, ceci en ligne avec les règles d'aides d'État.</p> <p>Le KPB offre la vue d'ensemble et assure la cohérence de tous les services disponibles pour aider les entreprises et l'économie dans leur décarbonation et la transition énergétique : le conseil, la mise à disposition d'une boîte à outils, le co-financement des solutions et la mise en relation (d'acteurs clés et d'entreprises ainsi que des entreprises entre elles).</p> <p>Le KPB est piloté par un comité de pilotage et géré par les agences Luxinnovation et Klima-Agence. Le comité de pilotage est composé du MECO, MECB, Klima-Agence, Luxinnovation, FdA, FEDIL, CdM, CdC,CLC.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, Klima-Agence, Luxinnovation	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 512 Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement et du climat	
Description	Le régime d'aides soutient les mesures en faveur de la protection de l'environnement afin d'inciter les entreprises à utiliser les ressources naturelles de manière rationnelle et à réduire l'empreinte environnementale liée à leurs activités de production. Spécifiquement visés sont les mesures visant à aller au-delà des normes environnementales, l'adaptation anticipée aux futures normes environnementales, l'efficacité énergétique, la promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, la cogénération à haut rendement, les réseaux de chaleur et de froid efficaces, l'assainissement des sites contaminés, le recyclage et le réemploi des déchets, les infrastructures énergétiques ainsi que les études environnementales. Les entreprises qui effectuent des investissements dans le domaine des éco-technologies ou dans des procédés respectueux de l'environnement peuvent bénéficier d'aides spécifiques dont le taux d'aide varie en fonction du type d'investissement et de la taille de l'entreprise. Tout investissement affichant un rendement élevé et/ou un temps de retour réduit n'est pas éligible. Les aides sont accordées sous la forme de subventions en capital ou de bonification d'intérêts et s'adressent à toutes les entreprises et personnes physiques disposant d'une autorisation d'établissement.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	Révision prévue en 2024/2025
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/12/15/a1108/consolide/20201221	

Intitulé de la mesure	N° 513 Fit4Sustainability	
Description	Ce programme d'accompagnement et de co-financement offre aux entreprises la possibilité de faire réaliser un bilan de l'impact environnemental de leurs activités, qui sera complété par différentes préconisations permettant d'aboutir à la réduction de cet impact environnemental. Le bilan de l'impact environnemental peut porter sur les volets suivants: décarbonation, eau, circularité. Il s'adresse à toutes les entreprises qui ont un siège social à Luxembourg et qui exercent une activité économique à titre principal. L'aide est accordée sous forme de subvention en capital.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO, Luxinnovation	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/12/15/a1108/consolide/20201221	

Intitulé de la mesure	N° 514 SME Packages Sustainability	
Description	Programme et aides en faveur de l'identification d'une solution concrète pour réduire l'impact environnemental des PME et générer des économies via une réduction des consommations d'énergie ou d'eau, une amélioration de la gestion des déchets ou une diminution de l'empreinte carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022		
Entité(s) responsable(s)	MECO, Chambre de Commerce, Chambre des Métiers, House of Entrepreneurship	
Référence(s)	Loi modifiée du 9 août 2018 relative à un régime d'aides en faveur des petites et moyennes entreprises	
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/fr/entreprises/financement-aides/regime-sme-packages/sme-packages-sustainability.html	

Intitulé de la mesure	N° 515 Aides générales en faveur des PME - Aide à l'investissement (révision)	
Description	<p>Afin de promouvoir et d'encourager le développement durable des PME, le Gouvernement étudiera des adaptations en matière de soutien financier afin de renforcer la transition énergétique et écologique des PME, tout comme des méthodes d'accompagnement adéquates. Le Gouvernement soutiendra les PME dans leurs efforts de décarbonisation à travers le Klimapakt fir Betriber et étudiera l'élargissement de l'offre des SME Packages.</p> <p>A cet effet, le Gouvernement adaptera la loi-cadre relative aux aides étatiques au bénéfice des petites et moyennes entreprises (PME) pour répondre aux défis actuels des PME en tenant compte des spécificités relatives aux investissements lors d'une première création d'entreprise.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en œuvre de la révision planifiée pour 2025
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 9 août 2018 relative à un régime d'aides en faveur des petites et moyennes entreprises	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 516 Régime d'aides en faveur des entreprises - protection de l'environnement et du climat (Révision)	
Description	<p>Afin de réaliser les objectifs de décarbonation des entreprises au Luxembourg, le Gouvernement leur mettra à disposition de nouveaux régimes d'aides. A cet effet, le Gouvernement proposera une révision de la loi du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement, sur la base du règlement général d'exemption par catégories (RGEC).</p> <p>La révision du régime d'aides donne suite à une évaluation des nouvelles possibilités dans le domaine de la décarbonation, du transport et des infrastructures de charge, de la production d'hydrogène, du CCU (captage et utilisation de carbone), des contrats de performance énergétique et de la transition vers une économie circulaire.</p> <p>Les aides pourraient prendre la forme de subvention en capital, d'avance remboursable, de bonification d'intérêts. Certaines aides seront octroyées sur base d'une mise en concurrence afin d'avoir le plus grand impact environnemental grâce aux aides minimums nécessaires.</p> <p>Ce régime d'aides cible également les PME, avec un accent spécial mis sur les méthodes d'accompagnement des PME dans le cadre de leur transition énergétique et écologique par l'intermédiaire du Klimapakt fir Betriber, voir PaM N° 511.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025	n.a.	Dépôt du projet de loi en mai 2024 et entrée en vigueur estimée début 2025
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 517 Régime d'aides au fonctionnement en faveur de projets de décarbonation	
Description	<p>Pour atteindre les objectifs du PNEC, les entreprises, notamment les acteurs industriels, doivent investir dans la décarbonation. Or, certains projets de décarbonation ne sont pas viables économiquement. Ceci est dû aux coûts de fonctionnement élevés d'un projet décarboné par rapport à un projet carboné (p.ex. prix de l'hydrogène est plus élevé que celui du gaz). Pour remédier à ceci, il est envisagé de mettre en œuvre un régime d'aides, en une ou plusieurs étapes, pour inciter les entreprises à investir dans la décarbonation tout en comblant le déficit de financement via une aide étatique. Celle-ci peut prendre la forme d'un contrat d'écart compensatoire (CfDs) ou une autre forme prévue par l'encadrement temporaire de crise et de transition (TCTF) ou des lignes directrices concernant les aides d'État au climat, à la protection de l'environnement et à l'énergie pour 2022 (CEEAG).</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 518 Mécanisme de partage de risques liés aux projets d'efficacité énergétique et de décarbonation des entreprises	
Description	L'instrument de réduction des risques (de-risking) permettra de viabiliser les projets / investissements d'envergure d'amélioration de l'efficacité énergétique et de décarbonation et sera développé ensemble avec les banques commerciales, la SNCI et les fournisseurs d'énergie.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, SNCI, banques commerciales	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 519 Régime d'aides en faveur des entreprises - recherche, développement et innovation	
Description	Le régime d'aides soutient les investissements ou les opérations de recherche, le développement et l'innovation ainsi que les activités connexes (p.ex. projets d'hydrogène ou de CCU (captage et utilisation de carbone)). Le régime permet d'inciter, d'une part, les entreprises à investir dans le développement de nouveaux services ou produits ainsi que dans l'amélioration des processus de production et, d'autre part, la spécialisation multisectorielle dans des axes définis comme prioritaires (p.ex. technologies durables) et favoriser la constitution de capacités d'innovation de pointe dans les domaines d'excellence. De plus, le régime encourage davantage les partenariats entre entreprises du secteur privé et laboratoires de recherche publics. Les entreprises et les organismes de recherche privés porteurs de projets de recherche et développement (R&D) peuvent bénéficier d'une aide sous forme de subvention ou d'avance récupérable. L'aide peut couvrir un pourcentage des coûts éligibles qui varie selon la taille de l'entreprise et le type de projet ou programme. L'aide est destinée aux entreprises et organismes de recherche privés établis au Luxembourg et concerne les activités suivantes : le développement expérimental, la recherche fondamentale et la recherche industrielle.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	n.a.	mise en œuvre de la révision sur base du RGEC planifiée pour 2024
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi du 17 mai 2017 relative à la promotion de la recherche, du développement et de l'innovation	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/05/17/a544/consolide/20201221	

Intitulé de la mesure	N° 520 Modernisation de la bonification d'impôt pour les investissements effectués dans le cadre d'un projet de transition énergétique et écologique	
Description	En exécution de l'accord Tripartite du 28 septembre 2022, le Gouvernement a adapté le cadre existant de la bonification d'impôt pour investissement afin de le moderniser en profondeur, en vue de favoriser notamment les investissements effectués par les entreprises dans le cadre d'un projet de transformation digitale ou de transition énergétique et écologique. Ce réagencement se fait à impact budgétaire constant.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MECO	
Référence(s)	Accord Tripartite du 28 septembre 2022 Loi du 22 décembre 2023 portant modification de la loi modifiée du 4 décembre 1967 concernant l'impôt sur le revenu	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/12/22/a836/jo	

Intitulé de la mesure	N° 521 Révision des textes législatifs en vue d'accélérer les procédures d'autorisation pour les projets de décarbonation	
Description	<p>Les projets de décarbonation étant d'une importance majeure pour contrer le dérèglement climatique, les textes législatifs concernés seront revus dans le but d'identifier des cas de figure pour lesquels une autorisation individuelle n'est pas requise ou pourrait être remplacée par d'autres moyens législatifs ou dans lesquels les procédures pour l'obtention d'une telle autorisation pourraient être allégées ou accélérées voire prioritaires</p> <p>Les analyses susmentionnées seront coordonnées par le MECB. En cas d'adaptation de textes législatifs, les travaux y relatifs seront entamées par les autorités compétentes respectives.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, MT, MAINT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 522 Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	
Description	<p>La surconsommation des ressources par notre société génère des émissions importantes de GES sur toute la chaîne de valeur des produits, à partir de l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination des déchets. L'application intelligente des principes de l'économie circulaire (EC) - la réduction de l'empreinte matière (et donc carbone), la prolongation de l'utilisation et le partage, le réemploi, la réutilisation et le recyclage ou bien l'utilisation en cascades pour les ressources biologiques - est indispensable pour atteindre la neutralité carbone.</p> <p>En 2021, la stratégie « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg » a été présentée, qui décrit les outils et les approches méthodologiques pour définir des feuilles de route EC pour des secteurs clés (programme Fit4Sustainability, initiative « Product Circularity Data Sheet », RGD centres de ressources, etc.). Un portail électronique a été mis en place qui explique la stratégie et la boîte à outils et identifie les acteurs clés pour mettre en œuvre ces feuilles de route, notamment les administrations étatiques et communales, les entreprises, les sociétés d'impact sociétal (SIS) et les citoyens.</p> <p>Dans le cadre de la mise en œuvre de l'économie circulaire, le gouvernement prévoit la création d'une cellule nationale dédiée, dotée de ressources adéquates pour coordonner et initier des projets dans les secteurs clés, en étroite collaboration avec les parties prenantes. De plus, les programmes publics de soutien aux entreprises pour les investissements dans le domaine de l'économie circulaire seront renforcés.</p> <p>Les principes de l'économie circulaire seront intégrés dans les appels d'offres publics afin de promouvoir la construction circulaire et d'encourager l'utilisation de matériaux durables. De plus, les bâtiments publics seront conçus, de façon à permettre leur utilisation en tant que dépôt de matériaux pour favoriser le réemploi des matériaux de construction. Les critères de durabilité seront intégrés dans les appels d'offres publics.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	Développement continu
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MFIN, MT, MA	
Référence(s)	Stratégie pour une économie circulaire Luxembourg, MEA, MECO, MECDD 2021 Accord de coalition 2023-2028	
Infos complémentaires	https://economie-circulaire.public.lu/fr.html https://economie-circulaire.public.lu/dam-assets/publications/2021/Strategie-economie-circulaire-Luxembourg-FR.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 523 Cadre d'action pour le déploiement des technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone	
Description	<p>Pour parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 au plus tard, les technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (« Carbon Capture, Utilisation and Storage », CCUS) sont reconnues comme un levier important pour la décarbonation des industries manufacturières difficiles à décarboner, lorsque l'électrification directe ou le recours à l'hydrogène s'avèrent techniquement ou économiquement non faisables.</p> <p>Selon l'Accord de coalition 2023-2028, le Gouvernement prévoit d'évaluer le potentiel des technologies CCUS au Luxembourg et de créer un cadre pour soutenir leur déploiement dans des conditions et pour des industries spécifiques, telles que l'industrie du ciment.</p> <p>Le cas échéant, une infrastructure de transport de CO₂ adéquate sera développée. A cette fin, une coopération et une coordination à l'échelle nationale, régionale et européenne sont indispensables pour le déploiement des infrastructures de transport du CO₂ vers les sites de stockage et d'utilisation du carbone.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 524 Règlement n° 517/2014 (F-Gas II) pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre fluorés	
Description	<p>Entré en vigueur le 1er janvier 2015, le règlement européen n° 517/2014 (dit F-Gas II) abroge et remplace le règlement n° 842/2006 (« F-Gas »). Il repose sur les dispositions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le renforcement des obligations liées au confinement des équipements (contrôles d'étanchéité, obligations de réparation), à la certification du personnel manipulant les HFC et à l'obligation de récupération lors de la maintenance et du démantèlement des équipements ; - la mise en place d'un mécanisme de réduction progressive des quantités de HFC mises sur le marché de 2015 à 2030 via un système de quotas. En 2030, la quantité totale de HFC mise sur le marché, en CO₂ équivalent, devra correspondre à 21 % du niveau moyen entre 2009 et 2012 ; - des interdictions sectorielles de mise sur le marché de produits et d'équipements contenant des gaz à effet de serre fluorés dépassant un certain PRG ; - l'interdiction de maintenance des installations de réfrigération avec des fluides de PRG supérieur à 2 500 à partir du 1er janvier 2020. Ceci concerne également les pompes à chaleur. (à noter: proposition de révision du règlement (UE) 517/2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés tablée par la Commission européenne en avril 2022) 	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	2030	Loi nationale sans date de fin définie
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	<p>Loi du 22 juin 2016</p> <p>a) portant certaines modalités d'application et les sanctions du règlement (UE) n° 517/2014 du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006;</p> <p>b) mo</p>	
Infos complémentaires	http://data.legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2016/06/22/n1/jo	

Intitulé de la mesure	N° 525 Renforcement de la réglementation relative au contrôle d'étanchéité des équipements frigorifiques, climatiques et thermodynamiques	
Description	Le règlement grand-ducal du 22 juin 2016 relatif a) aux contrôles d'équipements de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur fonctionnant aux fluides réfrigérants du type HFC, HCFC ou CFC; b) à l'inspection des systèmes de climatisation renforce la réglementation luxembourgeoise en matière de contrôle d'étanchéité des équipements frigorifiques, climatiques et thermodynamiques, complétant les dispositions du règlement européen F-Gas II. Il requiert notamment une fréquence renforcée des contrôles d'étanchéité, spécifie des mesures techniques pour la réalisation des contrôles et oblige les grands équipements à être équipés d'un système automatisé de détection des fuites. Cette mesure contribue à limiter les émissions fugitives de ces équipements.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016		
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 22 juin 2016 relatif a) aux contrôles d'équipements de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur fonctionnant aux fluides réfrigérants du type HFC, HCFC ou CFC; b) à l'inspection des systèmes de climatisation.	
Infos complémentaires	http://data.legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2016/06/22/n3/jo	

Intitulé de la mesure	N° 526 Ratification de l'amendement de Kigali	
Description	Le Luxembourg a ratifié le 16 novembre 2017 l'amendement de Kigali au protocole de Montréal. Si l'amendement de Kigali concourt globalement aux mêmes objectifs que le règlement européen F-Gas II, il couvre une période d'engagement plus importante allant jusqu'en 2036 (le règlement F-Gas II allant jusqu'en 2030).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2017	2036	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Loi du 28 juillet 2017 portant approbation de l'amendement de Kigali au protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, adopté à Kigali le 15 octobre 2016.	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/07/28/a705/jo	

Intitulé de la mesure	N° 527 Conseil aux entreprises pour le remplacement de leurs équipements fonctionnant avec des HFC par des équipements sans HFC et action de récupération collective d'appareils discontinués - action SuperDrecksKëscht	
Description	En plus de la récupération des appareils de climatisation et des fluides frigorigènes, l'action SuperDrecksKëscht® conseille les entreprises dans leur conversion à des fluides réfrigérants respectueux de l'environnement. Le conseil se concentre sur la prise en compte de l'interdiction d'utilisation de tous les fluides réfrigérants partiellement halogénés qui diminuent la couche d'ozone (HCFC), conformément au règlement (CE) 1005/2009, ainsi que sur la prévention des gaz fluorés, en accord avec le règlement (CE) 842/2006. En conséquence, il est espéré de contribuer à la réduction du potentiel de réchauffement global significatif des gaz fluorés et d'augmenter la prise de conscience et l'acceptation des alternatives pour les fluides réfrigérant et de climatisation.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV, SuperDrecksKëscht	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://sdk.lu/de/die-behandlung-von-kuhlgeraten/	

Intitulé de la mesure	N° 528 Interdiction de certains gaz fluorés dans les systèmes de climatisation des véhicules à moteur	
Description	La directive 2006/40/CE interdit l'usage de gaz fluorés dont le PRG est supérieur à 150 dans les systèmes de climatisation des véhicules à moteur. Depuis le 1er janvier 2011, la climatisation de tous les nouveaux types de véhicules doit fonctionner avec un fluide frigorigène dont le PRG est inférieur à 150. Depuis le 1er janvier 2017, cette interdiction touche tous les véhicules neufs. Cela implique pour les constructeurs automobiles de remplacer le gaz réfrigérant R-134a (PRG = 430) par le gaz R-1234yf (PRG = 4).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2008	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MMTP, SNCH, SNCA	
Référence(s)		
Infos complémentaires	http://data.europa.eu/eli/dir/2006/40/oj	

Intitulé de la mesure	N° 529 Règlement (UE) 2024/573 du Parlement européen et du Conseil du 7 février 2024 relatif aux gaz à effet de serre fluorés, modifiant la directive (UE) 2019/1937 et abrogeant le règlement (UE) n°517/2014	
Description	<p>Sur la base des conclusions d'une évaluation du règlement, la Commission européenne s'est fixée les objectifs suivants pour le réexamen :</p> <p>(1) Réaliser des réductions supplémentaires des émissions de gaz fluorés pour contribuer à la réalisation de l'objectif de 55% d'ici 2030 et la neutralité carbone nette d'ici 2050.</p> <p>(2) S'aligner pleinement sur le protocole de Kigali amendé.</p> <p>(3) Faciliter le renforcement de la mise en œuvre et de l'exécution en matière de commerce illégal, le fonctionnement du système de quotas et les besoins de formation sur les alternatives aux gaz fluorés.</p> <p>(4) Améliorer la surveillance et l'établissement de rapports afin de combler les lacunes existantes et d'améliorer le processus et la qualité des données pour la conformité.</p> <p>(5) Améliorer la clarté et la cohérence interne pour favoriser une meilleure mise en œuvre et une meilleure compréhension des règles.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Regulation (EU) 2024/573 of the European Parliament and of the Council of 7 February 2024 on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014	
Infos complémentaires		

3.1.1.5 Déchets

Intitulé de la mesure	N° 601 Lois sur les déchets et le plan national de gestion des déchets et des ressources (PNGDR)	
Description	<p>La loi modifiée du 21 mars 2012 relative aux déchets, qui transpose en droit national les directives 2008/98/CE et 2018/851/CE, constitue la base juridique qui définit le cadre légal de la gestion globale des déchets et des ressources au Luxembourg. Outre la protection de la santé humaine et de l'environnement lors de la production des produits et de la gestion des déchets, l'accent est mis sur l'amélioration de l'utilisation efficace des matériaux et des déchets (cf. ordre de priorité de la hiérarchie des déchets, et des principes d'autosuffisance et de proximité et de faciliter la transition vers l'économie circulaire). En même temps, la loi sur les déchets établit des conditions cadres pour la gestion des déchets, y compris l'administration et les responsabilités nationales et locales, ainsi que les aspects techniques et juridiques (principe pollueur-payeur ; filières REP).</p> <p>La base juridique a fait l'objet d'une réforme approfondie en 2022 avec le paquet de cinq lois dit « Paquet économie circulaire » ayant pour objectifs principaux la prévention et la réduction de déchets en visant à garantir que la transition d'une gestion des déchets vers une économie circulaire se reflète dans le cadre juridique. L'interdiction de la mise en décharge des déchets municipaux non traités, qui vise à réduire les gaz de décharge (notamment le méthane) d'ici à 2030, constitue une étape importante de la réforme sur le plan climatique. Un nouvel aspect est l'extension des régimes de responsabilité élargie des producteurs. Dans le but d'améliorer la gestion des ressources, la consommation de produits en plastique jetables est également réévaluée.</p> <p>Le plan national de gestion des déchets et des ressources (PNGDR) en est l'outil opérationnel. Le PNGDR est un document de portée générale qui définit les grands axes de la politique de gestion des déchets. Il précise les objectifs de la gestion des déchets et les mesures permettant de les atteindre. Une révision du PNGDR approuvé en 2018 par le Gouvernement est actuellement en cours et sera terminé probablement en Q3 2024.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	Une révision du PNGDR est en cours et sera terminé probablement en Q3 2024
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV, MECO, MECO	
Référence(s)	Plan national de gestion des déchets et des ressources	
Infos complémentaires	https://environnement.public.lu/dam-assets/documents/offall_a_ressourcen/pngd/plan/PNGD.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 602 Soutien à une économie circulaire « Null Offall Lëtzebuerg »	
Description	La stratégie est liée à la mise en œuvre des directives européennes du paquet économie circulaire et constitue en même temps une initiative stratégique et politique de priorisation des objectifs visés dans le PNGDR. L'objectif en matière de politique des déchets est de promouvoir l'économie circulaire afin de préserver les ressources naturelles. La prévention des déchets, le réemploi et la réutilisation sont à mettre en œuvre prioritairement avant le recyclage. La stratégie met particulièrement l'accent sur la prévention du gaspillage alimentaire.	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Strategie Null-Offall	
Infos complémentaires	https://luxembourg.public.lu/fr/societe-et-culture/developpement-durable/null-offall-strategie-recyclage-economie-circulaire.html	

Intitulé de la mesure	N° 603 Stratégie économie circulaire « Kreeslafwirtschaft Lëtzebuerg »	
Description	Voir mesure 522	
Type d'instrument		
Etat d'avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)		
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 604 Incinération des déchets	
Description	<p>Le Syndicat Intercommunal pour la gestion des déchets en provenance des ménages et des déchets assimilables des communes des cantons de Luxembourg, d'Esch et de Capellen(Sidor), qui regroupe 34 communes du centre et du sud du Luxembourg, valorise énergétiquement les déchets municipaux et récupère l'énergie (chaleur distribuée à Leudelange et Gasperich / Cloche d'Or ; électricité injectée dans le réseaux public). Le changement de la législation nationale relative aux déchets prévoit l'interdiction de la mise en décharge des déchets municipaux à partir du 1er janvier 2030. Jusqu'à présent, la décharge « Muertendall » est exploitée comme la seule décharge destinée à éliminer des déchets municipaux au Luxembourg. Compte tenu de l'interdiction future de la mise en décharge des déchets municipaux, le SIGRE doit se restructurer en engageant des réflexions sur un nouveau concept pour le futur mode de fonctionnement du site « Muertendall » afin de pallier l'absence des fractions provenant des déchets municipaux, qui étaient auparavant acceptés pour être mis en décharge sur le site. Les déchets municipaux provenant du SIGRE et du SIDEC devront être traités thermiquement par le SIDOR. L'installation, modernisée en 2011, nécessitera des travaux de rénovation après 2030, ceci entre autres pour pouvoir accepter ces quantités de déchets supplémentaires. Les groupes cibles sont les déchets municipaux du SIDOR et à moyen terme de la totalité du Luxembourg.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1976	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Statuts du « syndicat intercommunal pour la gestion des déchets en provenance des ménages et des déchets assimilables des communes des cantons de Luxembourg, d'Esch et de Capellen » institué par arrêté grand-ducal du 18 juin 1971	
Infos complémentaires	https://www.sidor.lu/	

Intitulé de la mesure	N° 605 Systèmes de récupération du méthane	
Description	Des systèmes de récupération du méthane ont été installés en 2000 et 2002 dans les décharges de Muertendall (gérée par SIGRE) et de Fridhaff (gérée par SIDEC). Le gaz capté sur site est soit brûlé à la torche, soit utilisé pour la génération d'électricité et de chaleur (combustion dans une installation de cogénération). Depuis un certain temps, le gaz récupéré diminue en qualité de telle façon qu'il doit être brûlé à la torche. La récupération du gaz doit être continuée après la fermeture de la décharge (Fridhaff est fermée depuis 2015, la fermeture de Muertendall est prévue pour 2030).	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2020		
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 606 Valorisation des déchets de verdure	
Description	Les déchets riches en bois sont collectés et stockés séparément pour être valorisés comme source de combustible dans des centrales à copeaux de bois ou des centrales à biomasse. Les polluants produits lors de la combustion sont filtrés dans les gaz de combustion. Le brûlage à l'air libre des déchets verts est interdit pour des raisons de santé et d'environnement et fait l'objet de poursuites judiciaires, fixées par la loi modifiée du 21 mars 2012 relative aux déchets et le règlement grand-ducal du 18 décembre 2015.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 607 Valorisation des déchets organiques	
Description	Les biodéchets sont collectés séparément dans le but de recycler les substances organiques et les nutriments dans des installations de compostage ou de digestion anaérobie (installations de biogaz) avec l'utilisation du biogaz, suivie d'une valorisation matière du compost ou du ferment obtenu. Le réseau d'installations de biogaz a augmenté au cours de la période 2010-2015 pour atteindre 23 installations en 2023. De plus, plusieurs installations, dont Minett-Kompost, ont été raccordées au réseau de distribution de gaz naturel conformément à l'arrêté du 15 décembre 2011. Les taux de la collecte séparée des déchets organiques sont augmentés afin de les traiter dans des installations de fermentation pour augmenter la production de biogaz.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2011	n.a.	Lié à la prime au lisier (agriculture) et à la prime de marché (énergie)
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 608 Réduction des matériaux à usage unique	
Description	La directive (UE) 2019/904 est mise en œuvre dans le cadre du paquet économie circulaire de l'UE. L'interdiction et la réduction de certains produits en plastique à usage unique par l'UE a comme conséquence la réduction des émissions de gaz à effet de serre d'origine fossile lors du traitement de ces produits en plastique à usage unique (par exemple lors de l'incinération de ces produits dans les déchets résiduels ou comme combustible de substitution). A cause de la directive (UE) 2019/904, la fraction en matières plastiques à usage unique est donc diminuée dans les déchets.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)	Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 609 Décharge	
Description	Les exigences modernes relatives aux sites de décharge de la directive 1999/31/CE concernant la mise en décharge des déchets, qui visent à prévenir ou à réduire les dommages environnementaux causés par la mise en décharge des déchets municipaux, ont été transposées dans la législation nationale par le règlement grand-ducal du 24 février 2003, modifié et rectifié par le règlement grand-ducal du 17 février 2006. Afin de diminuer les émissions de méthane, la réforme de la loi nationale sur les déchets prévoit l'interdiction de la mise en décharge à partir de 2030. Mi-temps, conformément à la mise en œuvre nationale de la directive 1999/31/CE relative à la mise en décharge des déchets, les flux de déchets sont soumis à des traitements aérobies avant leur mise en décharge afin d'accélérer leur décomposition. Ce traitement est appliqué systématiquement depuis 1993, par SIGRE à Muertendall. Chez SIDEC à Fridhaff, une installation a été mise en place en 2007 (la décharge de SIDEC est entre temps fermée). La mise en décharge de déchets municipaux est interdite à partir de 2030. Le recyclage des déchets pour réduire la quantité de déchets éliminés est augmenté par incinération avec récupération d'énergie.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1993	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 610 Décharge inertes	
Description	<p>Les décharges, situées au Grand-Duché de Luxembourg, sont soumises aux dispositions du règlement grand-ducal modifié du 24 février 2003 relative à la mise en décharge des déchets. En 2023, le Luxembourg disposait de 14 décharges régionales pour déchets inertes, dont 8 sites sont des remblais de grande envergure à finalité définie (par exemple, le remblayage d'une ancienne carrière), qui sont assimilés aux décharges.</p> <p>Le chapitre 4 de la « Null Offfall Strategie » comprend 4 Axes en faveur de la prévention et de la gestion des déchets de construction: concevoir des bâtiments comme dépôts de matériaux, promouvoir des modes de construction évitant les excavations, prolonger le cycle d'utilité des bâtiments, créer des marchés pour les produits et matériaux de construction</p>	
Type d'instrument	Planification, Réglementaire	
Etat d'avancement		
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 611 Gestion des eaux usées	
Description	Une bonne gestion des eaux urbaines résiduelles nécessite que leur collecte et leur acheminement vers des stations d'épurations soient réalisés dans les meilleures conditions. La construction de réseaux séparés (eaux usées et eaux pluviales) représentera une mesure importante pour les années à venir (SWW 9). A cela s'ajoute la construction d'ouvrages d'assainissement protégeant les cours d'eau lors de périodes de pluie, notamment avec la mise en place de bassins d'orages et de bassins de rétention d'eaux pluviales (SWW 4 et SWW 5).	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2027	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AGE, Communes /syndicats des eaux usées	
Référence(s)	Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau ; Plan de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse (parties Luxembourgeoises) et du programme de mesures (2021-2027)	
Infos complémentaires	https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/3e-cycle-(2021-2027)/elaboration-du-3e-plan-de-gestion-document-final.html	

Intitulé de la mesure	N° 612 Épuration des eaux usées	
Description	<p>La priorisation des mesures de gestion des eaux urbaines a pour objectif premier de raccorder à une station d'épuration biologique publique les localités qui ne sont pas encore, c'est-à-dire celles dont les eaux usées sont rejetées dans le milieu récepteur naturel sans épuration ou uniquement après épuration mécanique. Ici, il peut s'avérer autant nécessaire de construire une nouvelle station d'épuration biologique pour remplacer une ou plusieurs stations d'épuration mécaniques (SWW 1 : Construction de STEP) que de réaliser des mesures sur le réseau d'égout (SWW 9 : et SWW 4 : Bassin d'orage).</p> <p>La modernisation et l'extension des stations d'épuration biologiques en place (SWW 2: Extension/adaptation de STEP) constituent une autre priorité devant permettre d'assurer à l'avenir également une épuration appropriée des eaux usées collectées.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	2021	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AGE, Communes /syndicats des eaux usées	
Référence(s)	Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau ; Plan de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse (parties Luxembourgeoises) et du programme de mesures (2015-2021)	
Infos complémentaires	https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/2e-cycle-(2015-2021)/Plan-de-gestion-des-districts-hydrographiques/La-version-francaise.html	

Intitulé de la mesure	N° 613 Épuration des eaux usées	
Description	La priorisation des mesures de gestion des eaux urbaines vise en premier lieu à raccorder toutes les localités à une station d'épuration biologique publique. Cela nécessite le remplacement de stations d'épurations mécaniques ainsi que leur agrandissement et leur modernisation. (SWW 1 et SWW2) Afin de prendre en compte la problématique des micropolluants, l'équipement d'un niveau de traitement quaternaire sur les principales stations d'épurations est une priorité pour les années à venir. (SWW 11)	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2027	
Entité(s) responsable(s)	MECB, AGE, Communes /syndicats des eaux usées	
Référence(s)	Loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau ; Plan de gestion des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse (parties Luxembourgeoises) et du programme de mesures (2021-2027)	
Infos complémentaires	https://eau.gouvernement.lu/fr/administration/directives/Directive-cadre-sur-leau/3e-cycle-(2021-2027)/elaboration-du-3e-plan-de-gestion-document-final.html	

Intitulé de la mesure	N° 614 Stratégie de valorisation des boues d'épuration	
Description	Une stratégie intégrée pour le traitement des boues d'épuration est élaborée afin de garantir une élimination/valorisation sécurisée et de répondre à l'augmentation constante du volume de celles-ci. Des centrales de traitement à lit fluidifié décentralisées sont planifiées et construites, tout en renforçant la coopération de tous les acteurs pour assurer une gestion au niveau national.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV, AGE, Communes/syndicats des eaux usées	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.1.6 Agriculture

Intitulé de la mesure	N° 701 Aide favorisant la réduction de la charge de bétail	
Description	La présente intervention encourage une réduction du cheptel bovin présent sur l'exploitation. Moins d'animaux signifie également moins d'émissions de méthane lors de la digestion, ainsi que moins de lisier et de fumier. Cette mesure contribue à améliorer l'autonomie fourragère de celle-ci.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2023	n.a.	PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.550 (Mesure 550)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-reduzierung-rinderbestand.html	

Intitulé de la mesure	N° 702 Aide favorisant l'utilisation d'additifs alimentaires pour réduire les émissions de méthane dues à la digestion	
Description	La présente intervention encourage l'utilisation d'additifs alimentaires en premier lieu chez les vaches laitières dans le but de réduire les émissions de méthane dues à la digestion. Les premiers additifs alimentaires devraient être autorisés prochainement. Cependant, avant d'introduire cette mesure, il faut s'assurer que l'utilisation de tels produits soit autorisée et que la réduction soit prouvée, sans toutefois ni avoir une influence négative sur la santé et le bien-être des animaux, ni générer des effets nocifs sur l'environnement.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise en œuvre après 2024
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)		
Infos complémentaires	En février 2022, l'utilisation d'un tel additif a été reconnue dans l'UE pour les vaches laitières (Daily News 23 / 02 / 2022 (europa.eu)).	

Intitulé de la mesure	N° 703 Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique	
Description	L'objectif de l'intervention est de promouvoir et de favoriser la production agricole biologique. Ce type d'agriculture renonce à l'emploi de fertilisants minéraux. La production biologique suit le principe d'un système circulaire. Des rotations étendues avec ensemencement de protéagineuses ou d'herbages, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	Inclus dans PAC depuis 1996 ; ; conditions adaptées à partir de 2021
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.543 (Mesure 543)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agr-ar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-biologische-landwirtschaft.html	

Intitulé de la mesure	N° 704 Aide favorisant l'injection de lisier et le compostage du fumier	
Description	<p>Cette mesure permet des améliorations au niveau des pertes ammoniacales et nitreuses ainsi qu'une meilleure valorisation des matières organiques suite à l'utilisation d'équipements spéciaux de traitement et d'épandage. Par un enfouissement direct, respectivement un compostage préalable, les actions contribuent nettement à une réduction des émissions d'ammoniac et en conséquence du N2O indirect. La technique du compostage des fumiers représente différents avantages environnementaux. Entre autre l'azote uréique et ammoniacal contenu dans le fumier est réincorporé dans la masse microbienne. Les pertes d'épandage sont pratiquement nulles, car l'azote des compostes est presque entièrement présent sous forme organique, non volatile. Bien que cette mesure vise la réduction des émissions atmosphériques, une meilleure valorisation des effluents d'élevage est également une conséquence de cette mesure.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2002	n.a.	PAC: à partir de 2002; conditions adaptées à partir de 2020 ; et conditions réadaptées à partir de 2023/24 après le renforcement de certaines dispositions du règlement « nitrates » (voir N° 709)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.544 (Mesure 544)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-gulle-jaucheausbringung-kompostierung-mist.html	

Intitulé de la mesure	N° 705 Aide favorisant l'incorporation du fumier (Eco-scheme)	
Description	Avec cette mesure, l'agriculteur s'engage à incorporer le fumier endéans quatre heures qui suivent l'épandage. L'incorporation rapide après épandage permet des améliorations au niveau des pertes ammoniacales et nitreuses, et cela surtout au niveau du fumier frais. Elle permet également une meilleure valorisation du fumier et en conséquence une réduction des émissions N2O indirectes. Bien que cette mesure vise la réduction des émissions atmosphériques, une meilleur valorisation des effluents d'élevage est également une conséquence de cette mesure.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.518 (Mesure 518)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/oeko-regelungen/zeitnahe-einarbeitung-mist.html	

Intitulé de la mesure	N° 706 Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement	
Description	Ce programme vise à motiver la grande majorité des exploitants agricoles à mettre en place des éléments de structure du paysage, à appliquer de meilleures pratiques agricoles et à favoriser une agriculture durable. Engagement pour la totalité des surfaces de l'exploitation. La nouvelle prime (applicable à partir de 2023) voit des conditions renforcées comme par exemple une réduction de la charge bovine à 1,8 UGB/ha au lieu de 2 UGB/ha ou l'introduction de la limite d'azote résiduel de 100 kg Nmin après la récolte de maïs.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1996	n.a.	PAC: à partir de 1996; conditions adaptées à partir de 2023
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.540 (Mesure 540)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/foerderpraemie-einstieg-nachhaltige-umweltfreundliche-landwirtschaft.html	

Intitulé de la mesure	N° 707 Aide aux investissements agricoles – Machines et équipement agricoles/viticoles et horticoles	
Description	L'aide est limitée aux machines et équipement innovantes, aux machines qui ont un impact positif sur la protection de l'eau, qui sont économes en énergie ou qui contribuent à la protection de l'environnement. Un exemple pour des machines innovantes est l'équipements spéciaux d'épandage des effluents d'élevages respectueux de l'environnement, qui contribue à réduire l'ammoniac, mais aussi à mieux utiliser les engrais organiques.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1986	n.a.	Aides régulièrement adaptées depuis 1986; conditions adaptées à partir de 2021
Entité(s) responsable(s)	MAAV, ASTA	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.04.712 Loi du 2 août 2023 concernant le soutien au développement durable des zones rurales ; Art 22	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/02/a489/jo Une majoration de 10 points de pourcentage est payée pour l'acquisition d'un véhicule à traction électrique;	

Intitulé de la mesure	N° 708 Aide aux investissements agricoles - Bâtiments et installations fixes & Aide aux investissements de modernisation, d'innovation ou de développement dans la transformation et la commercialisation de produits agricoles	
Description	<p>Agricoles :</p> <p>L'objectif de la mesure est de promouvoir une agriculture multifonctionnelle, durable et compétitive, soucieuse du bien-être animal, de la protection de l'environnement et du climat. Les futurs bâtiments d'élevage doivent être à la pointe de la technologie en matière de bien-être animal et d'environnement. Des étables plus respectueuses de l'environnement contribuent à réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Pour les investissements en biens immeubles une analyse holistique du projet d'investissement est nécessaire (technique, agricole, environnemental, autorisations, financement).</p> <p>Transformation et commercialisation de produits agricoles :</p> <p>L'objectif de la mesure est l'augmentation du taux de transformation de la production locale et l'amélioration de l'efficacité des chaînes de production. Pour les investissements réalisés dans le cadre d'une démarche de réduction des émissions de carbone, le taux d'aide est majoré de 5 points de pourcentage.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1986	n.a.	Aides régulièrement adaptées depuis 1986; conditions adaptées à partir de 2023
Entité(s) responsable(s)	MAAV, ASTA	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.04.712 Loi du 2 août 2023 concernant le soutien au développement durable des zones rurales ; Art 21 Transformation et commercialisation de produits agricoles : Loi du 2 août 2023 concernant le soutien au développement durable des zones rurales ; Art 33	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/02/a489/jo	

Intitulé de la mesure	N° 709 Cadre légal concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture	
Description	<p>Cette mesure prescrit la réduction de l'utilisation des engrais sur les terres arables, les prairies et les pâturages, de même que les techniques d'épandage et de stockage à respecter. Bien que la réglementation vise la réduction de la pollution des eaux, une réduction des émissions atmosphériques est également une conséquence de cette réglementation. Des mesures plus contraignantes sont en vigueur dans les zones de protection eau potable délimitées conformément à l'article 44 de la loi modifiée relative à l'eau et qui couvrent environ 17% du territoire national. Un renforcement de certaines dispositions du règlement « nitrates » notamment en vue de la transposition de la directive NEC (réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques) est en cours.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025	n.a.	Mise en œuvre de la directive nitrate depuis 2000; adaptation de certaines dispositions du règlement « nitrates » planifié pour 2025
Entité(s) responsable(s)	MECB, AGE, AEV, ASTA	
Référence(s)	<p>Règlement grand-ducal modifié du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture Règlement grand-ducal modifié du 9 juillet 2013 a) relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraine ou parties de masses</p>	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2000/11/24/n5/jo	

Intitulé de la mesure	N° 710 Conseil agricole	
Description	<p>Cette mesure a pour but d'aider les agriculteurs à demander de l'aide à des organismes de conseil qui les aident à trouver les meilleures solutions possibles pour leur exploitation grâce à leur expertise. La palette des conseils proposés est très large, allant de l'établissement de plans de fumure, de l'exploitation de cultures arables/de prairies permanentes, de l'alimentation, de l'optimisation des rations alimentaires et de la détention des animaux; ainsi qu'un monitoring de l'exploitation agricole pour atteindre les objectifs climatiques et environnementaux, etc. Moins d'apports d'azote; une alimentation adaptée, resp. une alimentation réduite en azote, une amélioration de la gestion du troupeau sont des exemples qui aident à réduire les émissions de gaz à effet de serre.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2016	n.a.	Conditions adaptées à partir de 2020
Entité(s) responsable(s)	MAAV	
Référence(s)	Règlement ministériel du 28 février 2020 fixant le contenu des modules de conseil dans le domaine de l'agriculture, le taux d'aide et le montant maximal de l'aide ainsi que les qualifications minimales des prestataires	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rmin/2023/03/14/a195/jo	

Intitulé de la mesure	N° 711 Cadre légal concernant le plafonnement du nombre de têtes de cheptel par exploitation	
Description	<p>Cette mesure crée un cadre légal pour plafonner le nombre de têtes de cheptel par exploitation basé sur les UTA (« unités de travail »).</p> <p>Le cheptel animal ayant été identifié comme la principale source des émissions d'ammoniac du secteur agricole, le ministère a l'intention d'éviter un accroissement outre-mesure du cheptel animal. Ainsi, outre les aides mises à disposition pour l'engagement volontaire du secteur agricole visant une réduction des émissions provenant du secteur agricole (ammoniac, gaz à effet de serre, etc.), le législateur a complété cette approche avec un système de régulation du cheptel qui prévoit:</p> <ul style="list-style-type: none"> – de soumettre à autorisation préalable du ministre toute augmentation de cheptel qui a pour effet de porter la production animale sur l'exploitation à plus de deux unités de travail annuel théoriques ; - l'autorisation est soumise au respect de valeurs de référence d'indicateurs spécifiques liés à la gestion de l'azote sur l'exploitation -; et – de refuser une autorisation concernant une augmentation de cheptel qui a pour effet de porter la production animale sur l'exploitation à plus de cinq unités de travail annuel. <p>À court terme, cette mesure signifie que le nombre de têtes de cheptel ne pourra plus augmenter indéfiniment et, à moyen et long terme, elle entraînera une réduction du cheptel national, et en conséquence elle contribuera substantiellement à une réduction des gaz à effet de serres et des émissions atmosphériques, dont notamment l'ammoniac.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MA	
Référence(s)	Loi du 2 août 2023 concernant le soutien au développement durable des zones rurales ; Art 6. – Art. 8	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/02/a489/jo	

3.1.1.7 LULUCF

Intitulé de la mesure	N° 801 Sylviculture - gestion des forêts	
Description	Ce groupe reprend toutes les mesures mises en œuvre ou planifiées pour optimiser la gestion des forêts. (voir détail dans descriptions individuelles).	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Loi du 23 août 2023 sur les forêts ; Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles ; 2ème (2017-2021) et 3ème (2023-2030) plan national concernant la protection de la nature	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 802 Protection de la surface forestière totale	
Description	L'article 13 de la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles vise à protéger les stocks de carbone existants dans les forêts. Il est interdit le défrichement sans autorisation préalable et sans compensation par le boisement de nouvelles zones forestières. Aucun changement d'affectation de fonds forestiers n'est permis, sauf autorisation du ministre, dans l'intérêt public, en vue de sa substitution par la création d'un biotope protégé ou habitat au sens de l'article 17 en vue de la modification de la délimitation de la zone verte, en vue de la restructuration du parcellaire agricole. Compensation de la déforestation par le boisement d'une forêt de même qualité et d'une surface identique.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2018	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/23/a544/jo https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2018/07/18/a771/consolide/20231001	

Intitulé de la mesure	N° 803 Mise en place de forêts en évolution libre sans récolte de bois	
Description	<p>L'article 17 de la loi du 23 août 2023 demande la protection stricte (pas de récolte de bois) de 5% des propriétés forestières publiques de plus de 100 ha. Cela conduira à une protection stricte supplémentaire de 2000 ha de forêt (actuellement 1250 ha). Cette mesure sera mise en place dans le cadre des plans d'aménagement forestier.</p> <p>À court terme, cela entraînera une augmentation du bois mort et donc une augmentation du stock de carbone dans le secteur forestier. D'un autre côté, cette mesure réduit le potentiel total de récolte de bois et l'effet de substitution pour les matériaux de construction ou les sources d'énergie.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Loi du 23 août 2023 sur les forêts	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/23/a544/jo	

Intitulé de la mesure	N° 804 Création de zones strictement protégées dans les forêts publiques avec récolte de bois limitée	
Description	<p>Conformément à la stratégie européenne pour la biodiversité, le PNPN3 vise une protection de 30% du territoire national, dont 10% strictement protégés (y compris toutes les forêts primaires et vierges).</p> <p>Cela signifie que le PNPN3 vise la création d'un réseau de zones protégées forestières (réserves forestières) d'un minimum de 30% de toutes les forêts et de 10% de forêts strictement protégées. L'objectif est d'augmenter la surface des zones forestières non perturbées, avec une exploitation limitée. Le PNPN3 vise à désigner 7.500 ha supplémentaires de réserves forestières (10.000 ha d'ici à 2030). En plus de ces réserves forestières, 10% des forêts sont à protéger sous la forme de réserves forestières intégrales, c'est-à-dire sans aucune intervention.</p> <p>À court terme, cela entraînera une augmentation du bois mort et donc une augmentation du stock de carbone dans le secteur forestier. D'un autre côté, cette mesure réduit le potentiel total de récolte de bois et l'effet de substitution pour les matériaux de construction ou les sources d'énergie. Augmentation des zones protégées d'intérêt national (ZPIN).</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	3ème plan national concernant la protection de la nature (2023-2030)	
Infos complémentaires	https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/documents/natur/biodiversite/pnppn/pnppn-version-3.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 805 Conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort dans les forêts productives	
Description	<p>Pour les propriétaires privés de forêt la conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort est subventionnée à travers le RGD 03/03/2022 dans l'article 19 (préservation des arbres morts au sol) et l'article 17 (préservation des arbres biotopes et des arbres morts sur pied).</p> <p>Pour les forêts publiques la loi du 23 août 2023 sur les forêts dispose dans l'article 33, que les principes de la sylviculture proche de la nature sont à appliquer et comprennent la conservation d'arbres morts, la conservation d'arbres d'intérêt biologique et la conservation d'îlots de vieillissement. Augmentation de la conservation des arbres à grande biodiversité et du bois mort.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forestiers	
Infos complémentaires	RGD 03/03/2022: https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/03/03/a111/jo	

Intitulé de la mesure	N° 806 Limitation des niveaux de récolte dans les écosystèmes forestiers naturels publics vulnérables	
Description	Le PNPN3 et les règles de gestion des forêts publiques exigent la limitation de la récolte de bois dans les forêts feuillues publiques à 80 % de l'accroissement en vue de la séquestration et du stockage du carbone et à 60 % dans les peuplements feuillus climaciques des forêts publiques en vue de renforcer leur résilience. Cette limitation s'applique actuellement à toutes les hêtraies publiques, représentant 22% de la surface forestière totale du Luxembourg (18.500 ha). Cela conduira à une augmentation de 3 m ³ de bois par hectare et par an dans ces forêts et devrait au moins compenser la dégradation naturelle par les impacts du changement climatique.	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	2030	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	3ème plan national concernant la protection de la nature (2023-2030)	
Infos complémentaires	https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/documents/natur/biodiversite/pnppn/pnppn-version-3.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 807 Valorisation accrue du bois, issu des forêts luxembourgeois, comme matériau de construction	
Description	<p>L'article 38 de la loi du 23 août 2023 dispose qu'un règlement grand-ducal définit les règles applicables à la vente de bois provenant des forêts publiques. Le RGD du 25 septembre 2023 définit toutes les mesures applicables à la vente des bois issus des forêts publiques.</p> <p>Par ailleurs une plateforme dénommée e-Holzhaff est mise en place qui vise à faciliter la mise en relation de l'offre et de la demande des acteurs relevant du secteur du bois au Luxembourg.</p> <p>Seule la vente de bois au Luxembourg et qui reste au Luxembourg peut être considérée. Une étude du cluster bois a estimé que 25% du bois vendu est utilisé comme matériau. Ce pourcentage pourrait atteindre 50 % au maximum.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 25 septembre 2023 concernant la vente des bois provenant des forêts publiques https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2023/09/25/a615/jo Plateforme: e-Holzhaff (luxinnovation)	
Infos complémentaires	https://www.e-holzhaff.lu/de/produits	

Intitulé de la mesure	N° 808 Gestion forestière durable des forêts publiques	
Description	L'article 19 de la loi du 23 août sur les forêts que la gestion des forêts publiques est basée sur les principes de la gestion durable des forêts. Le RDG du 25 septembre 2023 définissant les principes de la sylviculture proche de la nature à appliquer dans les forêts publiques définit ces principes et remplacera la circulaire ministérielle du 3 juin 1999. L'administration de la nature et des forêts applique cependant déjà depuis plus de 15 ans les principes d'une sylviculture proche de la nature décrits dans le RGD du 25 septembre 2023. Ces principes comprennent entre autres la préservation d'arbres matures et morts, éviter la monoculture et la coupe à blanc etc.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1999	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Résolution d'Helsinki (ligne directrice H1) 1993 Loi du 23 août 2023 sur les forêts https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2023/08/23/a544/jo Règlement grand-ducal du 25 septembre 2023 définissant les principes de la sylviculture proche de la nature à appliquer dans les forêts publiques https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2023/09/25/a618/jo	
Infos complémentaires	https://www.europarl.europa.eu/workingpapers/agri/eurfo146_fr.htm https://www.foresteurope.org/docs/MC/MC_helsinki_resolutionH1.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 809 Régimes d'aides pour la gestion durable des forêts privées	
Description	<p>Des subsides sont accordés aux propriétaires privés de fonds forestiers dans le règlement grand-ducal du 16 avril 2021 instituant une prime pour la fourniture de services écosystémiques en milieu forestier. Dans ce règlement une prime, appelée « Klimabonus Bësch », est instituée pour la gestion de surfaces pourvues de biotopes protégés forestiers ou d'habitats d'intérêt communautaire.</p> <p>Des subsides sont également prévus dans le règlement grand-ducal du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forestiers. Des subsides sont accordés pour la régénération naturelle, l'entretien des jeunes peuplements, la première éclaircie sélective, le débardage des bois à l'aide du cheval ou par câble, la conversion en forêt en libre évolution, la préservation des arbres de biotope et des arbres morts sur pied, la conservation des îlots de vieillissement en forêt, la restauration de l'écosystème forestier par le boisement de terres agricoles, la préservation des arbres morts au sol et le reboisement par sélection des espèces et le mélange d'espèces.</p> <p>La part du bois mort augmentera de 20% par rapport à 2020 en 2040.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF	
Référence(s)	Règlement grand-ducal du 3 mars 2022 instituant un ensemble de régimes d'aides pour l'amélioration de la protection et de la gestion durable des écosystèmes forestiers	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2022/03/03/a111/jo	

Intitulé de la mesure	N° 810 Aide favorisant l'agroforesterie sur les terres agricoles	
Description	Cette mesure vise à développer l'agroforesterie sous toutes ses formes : intra-parcellaire, bocage, sylvo-pastoralisme, etc. Elle est constituée de 3 axes d'actions: Production de bois et arbres fruitiers en interculture, culture ligneuse à courte rotation en interculture, bandes de structure ligneuse. La mesure est accompagnée par des actions, suivi de conseil et de recherche sur l'agroforesterie.	
Type d'instrument	Réglementaire, Economique, Information, Education, Recherche	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2024	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MAAV, MECB, SER, ANF, Parc naturel de l'Our	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/foerderpraemie-entwicklung-agroforst-systeme	

Intitulé de la mesure	N° 811 Aide à l'installation de cultures dérobées et sous-semis	
Description	Cette mesure a des effets favorables sur la gestion des sols et une grande influence sur l'évolution des taux de nitrates dans le sol, car il permet de lutter contre l'érosion et le lessivage des nitrates, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2002	n.a.	Inclus dans PAC depuis 2002 ; conditions adaptées (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.515 (Mesure 515)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/oeko-regelungen/anbau-zwischenfruechten-untersaaten.html	

Intitulé de la mesure	N° 812 Aide favorisant la transformation d'une terre arable en prairie permanente	
Description	L'effet primaire de cette intervention est d'éviter au minimum le lessivage des nitrates et l'érosion des sols. Un effet secondaire est la séquestration du carbone dans le sol (Conversion arable en prairie pendant 5 ans (maintien du statut arable)).	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
1997	n.a.	Inclus dans PAC depuis 1997; conditions adaptées (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.551 (Mesure 551)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agr-ar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-umwandlung-ackerland-dauergruenland.html	

Intitulé de la mesure	N° 813 Aide favorisant la rotation et la diversification des cultures sur terres arables	
Description	L'introduction d'une aide pour favoriser la rotation des cultures avec possibilité d'intercalation de prairies temporaires est envisagée. Les prairies temporaires sont particulièrement efficaces à la séquestration du carbone organique dans les sols.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2015	n.a.	Conditions adaptées (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	Code intervention: 3.02.548	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-fruchfolge-diversifizierung-ackerkulturen.html	

Intitulé de la mesure	N° 814 Prime pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement (Viticulture)	
Description	La mesure vise à favoriser la production intégrée de la vigne, notamment de diminuer les impacts de la culture de la vigne sur l'eau, l'environnement et le climat. (dans le passé: entretien du paysage et de l'espace naturel (PEEN) - secteur Viticole). Ainsi, l'interrang enherbé est promu, ce qui représente un engagement pour la totalité des surfaces de l'exploitation.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1996	n.a.	Inclus dans PAC depuis 1996 ; conditions adaptées (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.542 (Mesure 542)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/foerderpraemie-einstieg-nachhaltigen-umweltfreundlichen-weinbau.html	

Intitulé de la mesure	N° 815 Aide favorisant le travail du sol réduit	
Description	L'intervention vise le soutien du semis direct ou le travail réduit du sol afin d'influencer de façon positive la structure du sol, la prévention de l'érosion et la fertilité biologique du sol. Comme ces pratiques sont en outre plus économes en matière d'énergie que d'autres pratiques de travail du sol, elles contribuent aussi à la réduction des émissions de CO ₂ .	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2002	n.a.	Inclus dans PAC depuis 2003
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.549) (Mesure 549)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agr-ar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-reduzierte-bodenbearbeitung.html	

Intitulé de la mesure	N° 816 Aide favorisant la conversion et le maintien de l'agriculture biologique (MAE)	
Description	L'objectif de l'intervention est de promouvoir et de favoriser la production agricole biologique. Ce type d'agriculture renonce à l'emploi de fertilisants minéraux. La production biologique suit le principe d'un système circulaire. Des rotations étendues avec ensemencement de protéagineuses ou d'herbages, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	PAC: à partir de 1997; conditions adaptées à partir de 2021
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 2.02.543 (Mesure 543)	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/agrar-umwelt-und-klimamassnahmen/beihilfe-biologische-landwirtschaft.html	

Intitulé de la mesure	N° 817 Aide à l'installation de surfaces non-productives	
Description	L'objectif de la mesure est de promouvoir un développement durable et une gestion efficace des ressources naturelles telles que l'eau, le sol et l'air. Cette mesure a des effets favorables sur la gestion des sols et une grande influence sur l'évolution des nitrates dans les sols en luttant contre l'érosion et le lessivage des nitrates, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2023	n.a.	PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.512 (Mesure 512))	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/oeko-regelungen/anlage-nicht-produktive-flaechen.html	

Intitulé de la mesure	N° 818 Aide à l'installation de bandes non-productives	
Description	L'objectif de la mesure est d'encourager la mise en place de bandes extensives le long d'éléments structurels du paysage, ainsi que d'autres biotopes, à des endroits critiques en termes d'érosion et le long des cours d'eau. Cette mesure a des effets favorables sur la gestion des sols et une grande influence sur l'évolution des nitrates dans les sols en luttant contre l'érosion et le lessivage des nitrates, ainsi que l'apport de matière organique dans le sol contribuent à la séquestration du carbone.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
1997	n.a.	PAC: à partir de 1997; conditions adaptées PAC (2023-2027)
Entité(s) responsable(s)	MAAV, SER	
Référence(s)	PSN - Code intervention: 1.02.513 (Mesure 513))	
Infos complémentaires	https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/oeko-regelungen/anlage-nicht-produktive-streifen.html	

Intitulé de la mesure	N° 819 Terres urbanisées - Amendement des sols urbains, supports de végétation, en carbone organique stable visant à maximiser leurs stocks de carbone	
Description	<p>Cette mesure vise à utiliser les sols des espaces verts urbains comme réservoir de carbone organique en augmentant leur teneur en carbone organique, sans compromettre leur qualité, ni engendrer de problèmes environnementaux. Pour atteindre cet objectif, il est suggéré de réaliser un amendement significatif en carbone organique stable dans les sols existants ou lors de la mise en place de nouveaux espaces verts.</p> <p>Cette mesure s'appuie sur trois axes complémentaires : (I) inciter les gestionnaires et installateurs d'espaces verts urbains publics et privés à amender les sols existants ou à construire de nouveaux sols enrichis en carbone organique stable, (II) mettre à disposition des gestionnaires et créateurs d'espaces verts un cadre technique permettant de maximiser les stocks de carbone des sols tout en maximisant les co-bénéfices environnementaux et (III) encadrer la production et la commercialisation de formes stables de carbone organique (p.ex. biochar, certains déchets organiques) compatibles avec les objectifs de la mesure : intérêts climatiques, intérêts agronomiques et innocuités environnementale et sanitaire.</p> <p>L'axe I pourrait prendre la forme d'une nouvelle mesure incluse dans le Pacte Climat, plus particulièrement dans la partie 3.3 Approvisionnement durable en eau et gestion des espaces verts, sous-partie 3.3.2 Gestion des espaces verts, donnant droit à un certain nombre de points lorsqu'une certaine quantité de carbone est stockée dans des sols d'espaces verts.</p> <p>L'axe II pourrait prendre la forme d'un guide technique à destination des gestionnaires et créateurs d'espaces verts portant les dispositions techniques à respecter pour atteindre les objectifs de la mesure.</p> <p>L'axe III pourrait prendre la forme d'une adaptation de la législation sur les déchets et/ou les amendements organiques pour autoriser et réguler l'utilisation des matières organiques stables à employer (biochar, déchets organiques stables).</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire, Recherche, Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 820 Terres urbanisées - Interdiction de la mise en place de couverts minéraux à but esthétique (« jardins de graviers ») et incitation à la conversion des jardins de graviers existants	
Description	<p>L'objectif de la mesure est d'empêcher une artificialisation jugée inutile du point de vue de l'aménagement, des sols des parcelles d'accompagnement des bâtiments privés ou publics, en maintenant ou en installant un sol fonctionnel ainsi qu'une couverture végétale pérenne. Les sols fonctionnels et végétalisés seront alors capables de fournir de façon beaucoup plus efficace comparativement aux sols sous couvert minéral, les services écosystémiques de régulation du climat global (séquestration du carbone organique) et local (lutte contre les îlots de chaleurs urbains) et de support de biodiversité dans et sur le sol. La mise en place d'un sol fonctionnel peut se faire en respectant la mesure 819.</p> <p>L'interdiction de la mise en place de couverts minéraux serait considérée comme respectée lorsque la surface du couvert minéral d'une parcelle d'accompagnement de bâtiment est inférieure à une surface ou un pourcentage à définir de la parcelle d'accompagnement, hors zone dédiée au stationnement des véhicules. La mesure pourrait s'intégrer dans les PAG ou PAP ou encore dans le règlement des bâtisses des communes et s'appliquerait lors d'un aménagement ou d'un réaménagement nécessitant un permis de bâtir.</p> <p>L'incitation à la conversion des couverts minéraux vers un couvert végétal pérenne pourrait prendre la forme d'une nouvelle mesure incluse dans le Pacte Climat, plus particulièrement dans la partie 3.3 Approvisionnement durable en eau et gestion des espaces verts, sous-partie 3.3.2 Gestion des espaces verts, ou dans le Pacte Nature, donnant droit à un certain nombre de points. Elle pourrait aussi prendre la forme de subside distribué par la commune. La mesure serait considérée comme respectée lorsque la surface du couvert végétal pérenne est supérieure à un pourcentage à définir de la parcelle d'accompagnement, hors zone dédiée au stationnement des véhicules.</p> <p>La mesure devrait favoriser la mise en place du couvert végétal le plus important possible, à savoir au minimum un couvert végétal herbacé et au maximum un couvert végétal arboré, avec un niveau intermédiaire constitué d'un couvert végétal arbustif.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV, Communes	
Référence(s)		

Infos complémentaires	
----------------------------------	--

Intitulé de la mesure	N° 821 Terres urbanisées - Mettre en production des zones délaissées urbaines dans le but de produire de la biomasse non alimentaire (paysage productif)	
Description	<p>L'objectif de la mesure est triple : (a) planter un couvert végétal pérenne arbustif (p.ex. miscanthus) ou arboré (haies, taillis à très courte rotation de saules, peupliers) sur les zones délaissées urbaines (p.ex. parcelles d'accompagnement d'installations industrielles, commerciales ou de transport, friches industrielles et urbaines, anciennes décharges recouvertes) pour verdir les zones urbaines et péri-urbaines (mesure 2.7. du PNPN3), (b) produire de la biomasse végétale via l'entretien et l'exploitation extensive de ces zones sur la base d'une gestion cohérente à l'échelle du paysage, (c) utiliser la biomasse végétale produite pour produire de l'énergie (centrale biomasse) et, si possible, de l'H₂ vert et du biochar via le procédé de pyrolyse. Le biochar pourrait alors être utilisé pour mettre en application la mesure 819.</p> <p>La mise en place de cette mesure se base sur 3 axes : (I) identifier les zones délaissées ayant un potentiel significatif pour la mise en application de cette mesure, (II) lever les contraintes réglementaires ainsi que les contraintes techniques pour mettre en production les zones délaissées, et (III) inciter les gestionnaires des zones délaissées à les mettre en production.</p> <p>L'axe I pourrait prendre la forme d'une carte localisant les zones délaissées et leur potentiel de mise en production.</p> <p>L'axe II pourrait prendre la forme d'un règlement grand-ducal dédié ou d'une modification de la législation en vigueur pour le volet réglementaire et d'un guide technique permettant d'apporter des solutions techniques.</p> <p>L'axe III pourrait prendre la forme d'une nouvelle mesure incluse dans le Pacte Climat.</p>	
Type d'instrument	Recherche, Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECB, AEV, ANF, MECO, Communes	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 822 Régimes d'aides pour les services écosystémiques des marais et autres zones humides des propriétaires privés (« Klimabonus-Mouer »)	
Description	<p>Différents écosystèmes jouent un rôle essentiel pour l'environnement et les services écosystémiques profitent largement à la société en tant que solutions fondées sur la nature. Les marais, marécages, roselières, prairies et autres zones humides absorbent et stockent beaucoup de carbone et sont un berceau de biodiversité. Comme prévu dans l'accord de coalition 2023-2028, le Gouvernement introduira un programme supplémentaire de subventions pour soutenir les propriétaires privés à mettre en œuvre des mesures visant à renforcer la biodiversité sur leur terrain, comme par exemple la capture et séquestration organique du CO2. En soutenant activement les propriétaires de terrains pour la préservation et la création de marais, marécages, roselières, prairies et autres zones humides par la mise en place d'un système de subvention, le Gouvernement contribuera à améliorer la connectivité écologique. Les zones humides pourront ainsi pleinement fournir leurs services écosystémiques en régulant le régime hydrique, contribuant ainsi à la protection face aux inondations et limitant les effets des sécheresses.</p> <p>A l'instar des subsides accordés aux propriétaires privés de fonds forestiers via règlement grand-ducal, une prime, appelée « Klimabonus-Mouer », sera instituée pour la conservation de surfaces pourvues de biotopes protégés ou d'habitats d'intérêt communautaire liés à ces zones humides.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2025/2026	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECB, ANF, AEV, AGE	
Référence(s)	Accord de coalition 2023-2028	
Infos complémentaires		

Concernant la situation et les progrès à accomplir pour assurer les renforcements vers des niveaux supérieurs/des ensembles de données géolocalisées, le Luxembourg utilise l'approche 3 pour la représentation des terres, basée sur des données géolocalisées de changement d'affectation des terres. Le pays dispose d'un ensemble important de données sur l'utilisation des terres, avec une première carte sur l'occupation et l'utilisation des sols déjà disponible pour l'année 1989. Des mises à jour ultérieures ont été effectuées en 1999, 2007, 2012, 2015, 2018 et 2021, assurant ainsi une série temporelle dense. Le Luxembourg a prévu un cycle de mise à jour triennal des cartes nationales sur l'occupation et de l'utilisation des sols.

La méthodologie d'exploitation des données géographiquement explicites a été développée par space4environment (Kleeschulte et al. 2021, <https://download.data.public.lu/resources/changement-d'affectation-des-terres/20220520-151041/lulucf-final-report-i1.0.pdf>). Cette méthode implique l'utilisation d'un point de grille de 50 m décrivant la catégorie UTCATF pour les années de référence de 2021 jusqu'à 1989. L'approche fonctionne bien avec les données disponibles et est ouverte à l'inclusion d'informations auxiliaires supplémentaires, telles que celles mentionnées à l'annexe V du règlement (UE) 2018/1999.

De plus, le Luxembourg est en train de développer une méthodologie pour inclure les pratiques de gestion agricole dans son prochain inventaire. Les données sur les pratiques de gestion agricole sont extraites du système d'identification des parcelles agricoles (FLIK) et sont également explicites d'un point de vue géographique.

3.1.2 Energies renouvelables

Le Gouvernement souhaite renforcer la dynamique du développement des énergies renouvelables avec un objectif passant de 25 à 37% à l'horizon 2030 suite aux initiatives au niveau européen que ce soit le « Green Deal », le « Fit for 55 », le « REPowerEU » ou encore la révision de la directive relative aux énergies renouvelables, pour diminuer d'avantage la dépendance aux énergies fossiles.

La présente rubrique reprend par conséquent les politiques et mesures visant à concrétiser cet objectif ambitieux en se basant en particulier sur deux technologies clés à savoir l'éolien (mesure 224) et le photovoltaïque (mesures 205 à 213) mais également en créant un cadre favorable au déploiement des énergies renouvelables (mesures 201 et 202), que ce soit par une facilitation des procédures (mesures 203 et 204) ou la promotion des autres sources d'énergie renouvelable telles que le biogaz (mesures 214 et 215), l'hydrogène (mesures 216, 217 et 218), sans oublier la biomasse qui tout au long des dernières années a su contribuer à l'essor des énergies renouvelables sur le territoire national.

Dans le domaine de la chaleur et du froid renouvelable, un certain nombre de mesures sont planifiées, tels que la facilitation de réseaux de chaleur/froid renouvelables (mesure 222) et de la géothermie (mesure 223) ou encore la promotion de l'hydrogène renouvelable (mesures 216 à 218).

A côté des efforts nationaux, il faut également mentionner la coopération européenne qui se traduit par le mécanisme européen de financement des énergies renouvelables (mesure 220) et les transferts statistiques (mesure 221) qui reste un pilier incontournable dans l'atteinte de l'objectif de 2030.

Intitulé de la mesure	N° 201 Rémunérations pour l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables	
Description	<p>L'objectif principal de cette mesure est la création d'un cadre favorable pour le déploiement continu des énergies renouvelables en vue des objectifs repris dans la directive 2018/2001, respectivement sa modification par la nouvelle directive 2023/2413 via différents instruments d'aides opérationnelles, afin d'augmenter la part des sources d'énergie renouvelables dans le secteur de l'électricité et de la chaleur en vue de la décarbonation du système énergétique. Le cadre réglementaire est le règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables qui détermine e.a. le raccordement au réseau électrique et la fourniture d'électricité, le système des garanties d'origine et les rémunérations garanties (aides opérationnelles) sous forme de tarifs d'injection ou primes de marché pour l'électricité produite à partir d'énergie éolienne, solaire ou hydroélectrique, de biogaz, gaz de stations d'épuration d'eaux usées, biomasse solide et bois de rebut. Les niveaux des rémunérations varient en fonction de la source d'énergie renouvelable et de la puissance électrique de l'installation. Ils sont garantis pour une période de 15 ans à compter de la date de première injection dans le réseau électrique. En complément, des primes de chaleur pour la chaleur commercialisée cogénérée et une prime de lisier, qui sera réformée via la stratégie biogaz en mettant l'accent sur les effluents d'élevage (mesure 215), sont prévues. Le règlement prévoit également l'organisation d'appels d'offres pour les installations photovoltaïques de grande envergure (mesure 206). Les dernières adaptations importantes du règlement ont été : a) L'élargissement du cercle des bénéficiaires des tarifs pour centrales photovoltaïques d'une puissance comprise entre 30 et 200 kW à toutes les personnes physiques et morales (avant seulement sociétés coopératives et civiles ; en 2020) ; b) Adaptation des tarifs pour grandes centrales à biomasse et bois de rebut à cause des évolutions de marché (2022) ; c) Pour 2023: suspension de la dégression des rémunérations à cause de la flambée des prix (2022) ; d) Augmentation prévue des tarifs pour centrales biogaz pour redynamiser la filière. Les coûts des aides opérationnelles des énergies renouvelables sont compensés par le biais du mécanisme de compensation. A l'avenir il convient de sonder différentes pistes pour répercuter ces coûts non seulement sur les consommateurs d'électricité mais également sur les consommateurs d'énergies fossiles comme le gaz naturel et le mazout.</p> <p>En ce qui concerne ce règlement grand-ducal, le gouvernement procède par des adaptations ponctuelles et ciblées (p.ex. biogaz, mesure 215). Dans ce contexte, une étude sur le « contrat d'écart compensatoire bidirectionnel » a été finalisée et un échange régulier avec la Commission européenne a lieu en vue d'une éventuelle implémentation.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations

2014	n.a.	révisions régulières du règlement
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2014/08/01/n1/jo	

Intitulé de la mesure	N° 202 Sensibilisation, information et services de conseil en matière de sources d'énergie renouvelables	
Description	Les services de la Klima-Agence accompagnent et facilitent le déploiement de projets d'énergies renouvelables, notamment par le moyen d'instruments tels que le conseil en énergie gratuit, une plateforme et un site internet regroupant toutes les informations nécessaires sur les énergies renouvelables, le cadastre solaire, le cadastre thermique, le pacte climat 2.0 avec les communes, un pacte climat pour les PME ensemble avec Luxinnovation, un manuel des procédures informant sur les différentes procédures d'autorisation à entamer pour les différentes technologies d'énergies renouvelables et l'Accord volontaire conclu avec le secteur industriel et qui compte la participation d'environ 50 entreprises grandes consommatrices d'énergie issues des secteurs industriel et tertiaire du Luxembourg,	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		mise en oeuvre continue
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, Autre(s) : Klima-Agence, Luxinnovation	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://www.klima-agence.lu/fr/accueil	

Intitulé de la mesure	N° 203 Révision des textes législatifs en vue de supprimer, réduire ou faciliter ou accélérer les procédures d'autorisation	
Description	<p>Certains facteurs limitent l'accélération du déploiement des énergies basées sur des sources renouvelables, telles que les procédures administratives dans le cadre des demandes d'autorisations, raison pour laquelle le Luxembourg compte identifier et éliminer les obstacles au développement rapide des énergies renouvelables, réduire considérablement les délais d'approbation et simplifier les procédures administratives, comme indiqué dans l'accord de coalition 2023-2028. Un manuel des procédures a déjà été élaboré qui guide les développeurs des projets d'énergies renouvelables à travers les procédures d'autorisation. À l'aide de ce manuel, les majeurs obstacles peuvent être identifiés. La DG Energie en concertation avec Klima-Agence s'est chargé d'organiser des réunions plénières régulières avec tous les acteurs compétents en matière d'octroi d'autorisations visant à éliminer ces obstacles.</p> <p>En cas d'absence de délais dans les textes législatifs concernés, il est visé de fixer des délais pour les autorités compétentes pour la procédure d'instruction des demandes et autorisations et la prise de décision de l'autorité compétente. De plus, les textes législatifs concernés seront revus dans le but d'identifier des cas de figure pour lesquels une autorisation individuelle n'est pas requise ou pourrait être remplacée par d'autres moyens législatifs, comme p.ex. un règlement grand-ducal dans lequel la procédures pour l'obtention d'une telle autorisation pourrait être allégée ou accélérée voire priorisée. Les délais prévus par le règlement (UE) 2022/2577 du Conseil du 22 décembre 2022 établissant un cadre en vue d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables, valable pour une période de 18 mois, fixe des délais pour les procédures dans le domaine de l'énergie éolienne, solaire et des pompes à chaleur. Ces délais serviront de critères de base minima pour l'analyse susmentionné.</p> <p>En ce qui concerne les autorisations environnementales, les analyses susmentionnées seront coordonnées par le MECB. En cas d'adaptation de textes législatifs, les travaux y relatifs seront entamées par les autorités compétentes respectives.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MAINT, MT	
Référence(s)	Accord de coalition 2023-2028	
Infos complémentaires	https://www.consilium.europa.eu/media/60326/st15176-en22.pdf	

<p>https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483 Manuel des procédures : https://www.klima-agence.lu/fr/manuel-des-procedures-dautorisation-de-projets-denergies-renouvelables</p>
--

Intitulé de la mesure	N° 204 Coordination des procédures relatives aux décisions concernant les énergies renouvelables	
Description	<p>Les procédures d'autorisation peuvent se révéler longues à cause de la complexité des projets, dont l'élaboration prend en partie un certain temps, et le nombre élevé de demandes de tout type confondu, qui sont en principe traités selon le principe du first-in, first-out. Comme c'est la dernière des décisions qui détermine le moment des commandes et des travaux de construction, il est souhaitable que toutes les procédures s'achèvent de façon rapprochée. Il est créé un groupe de coordination, sous la direction du MECB, avec des membres de ministères et administrations concernés afin de garantir un traitement en parallèle et coordonné des demandes en la matière, pour lesquels une telle concertation s'impose ou est sollicitée.</p> <p>Afin d'identifier les obstacles relatifs aux procédures d'autorisations, un manuel des procédures a été élaboré qui sert de guide aux développeurs de projets d'énergies renouvelables. Les obstacles identifiés seront discutés avec tous les acteurs compétents en matière d'octroi d'autorisations dans des réunions plénières organisées par la DG Energie du MECB en concertation avec Klima-Agence.</p>	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MECB, MECO, MAINT	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 205 Installer un système photovoltaïque sur tous les bâtiments résidentiels	
Description	<p>L'Etat renforcera l'obligation pour la bâtisse nouvelle afin que tout nouveau bâtiment soit équipé d'une installation photovoltaïque recouvrant une partie maximale de la toiture.</p> <p>En ce qui concerne la bâtisse existante et pour les cas où les personnes n'ont pas les moyens financiers pour faire l'investissement dans une installation photovoltaïque, l'Etat prendra en charge le coût de l'installation photovoltaïque. Cette mesure a un bénéfice double : les personnes qui n'ont pas les moyens financiers peuvent bénéficier de cette mesure et leur facture d'électricité sera réduite par l'autoconsommation. Une fois amortie, l'installation est offerte au(x) propriétaire(s) du bâtiment. D'un autre côté les bâtiments qui en temps normaux ne seraient pas équipés d'installations photovoltaïques, participeront à la transition énergétique. Le ministère de l'Économie élaborera les pistes pour la mise en œuvre de la mesure et la prise en charge des coûts d'investissement. Avant la mise en œuvre, différentes questions d'ordre juridique restent néanmoins à clarifier.</p> <p>Le Gouvernement introduira en outre la possibilité de mettre à disposition de l'État des toits d'immeuble résidentiels afin d'y installer des panneaux photovoltaïques, par exemple via la création d'un registre où des propriétaires (de toitures adaptées à accueillir une installation photovoltaïque) peuvent s'inscrire. Les modalités, les contraintes y relatives et l'organisation de ce registre ainsi que l'éventuelle désignation d'un concessionnaire sont en train d'être examinés.</p> <p>Un standard pour l'installation photovoltaïque pour les nouveaux bâtiments sera introduit. Les coûts seront préfinancés par l'État si les personnes concernées ne sont pas en mesure de financer l'installation.</p> <p>Afin de pousser davantage le déploiement des installations photovoltaïques, le système du préfinancement sera introduit dans le cadre des aides « Klimabonus Wunnen » pour les installations photovoltaïques (mesure 309). Ainsi le client ne devra payer que la différence entre le prix total de l'installation et la subvention accordée. Le système prévoit que l'installateur déduit le montant de la subvention sur la facture et sera remboursé dans les plus brefs délais par l'État. Un remboursement rapide pourra être assuré par la digitalisation de la procédure et un haut degré d'automatisation numérique.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Budgétaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB (mesure 309)	

Référence(s)	Discours du PM sur l'Etat de la nation 2022 ; Règlement grand-ducal du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments ; Discours du PM sur l'Etat de la nation 2024
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/discours/2022/10-octobre/12-etat-de-la-nation.html

Intitulé de la mesure	N° 206 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques de grande puissance	
Description	<p>Depuis 2018, cinq appels d'offres (AO) ont été lancés pour les centrales photovoltaïques > 500 kW (respectivement > 200 kW), moyennant l'attribution d'un contrat de prime de marché. Ceci conformément aux lignes directrices en matière d'aides d'Etat, qui préconisent la mise en concurrence comme moyen le plus approprié de promouvoir les sources d'énergie renouvelables en ce qui concerne le rapport coût/efficacité. Pour ces cinq appels d'offres, environ 81 MW ont pu être attribués. Les deux instruments (AO « régulier » et AO « autoconsommation ») seront évalués et suivant les résultats, les deux systèmes continueront à fonctionner parallèlement ou un appel d'offres combinant les deux approches sera mis en place. D'autres options/lots pourront être ajoutés comme l'autoconsommation avec stockage, les ombrières avec bornes de charge, ou le photovoltaïque léger ou en façade. Suite au premier appel d'offres « AO autoconsommation », force est de constater que ce dernier a connu un franc succès. De plus amples détails se trouvent dans la mesure 208. Un deuxième appel d'offres « AO autoconsommation » a été lancé en juillet 2023 avec un très bon succès également.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2019		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	<p>Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables</p> <p>Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement</p>	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2017/04/24/a481/jo	

Intitulé de la mesure	N° 207 Obligation « PV ready » pour bâtiments industriels et agricoles	
Description	<p>Les bâtiments d'habitation et les bâtiments fonctionnels se dirigent vers une obligation implicite d'installer des panneaux photovoltaïques au vu des dispositions du règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments (mesures 204 et 301). Il importe dès lors de prévoir également un instrument visant les nouveaux bâtiments industriels et agricoles, présentant un potentiel important, tout en mettant l'accent sur les deux points suivants et primordiales et qui sont la statique de la toiture et la puissance du transformateur. Il est prévu d'inscrire cette obligation dans la refonte de la loi modifiée du 5 août 1993 concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie.</p> <p>Ainsi, à partir du 1^{er} janvier 2024 tout bâtiment industriel et agricole soumis à une autorisation de construire doit être conçu de la manière à pouvoir accueillir une installation photovoltaïque sur sa toiture.</p> <p>Cette mesure concerne les bâtiments fonctionnels et agricoles qui ne sont pas couverts d'office par le RGD modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments (mesure 301).</p> <p>En outre, il appartient encore à l'Etat de prendre un rôle exemplaire. L'Etat installe sur tous ses nouveaux bâtiments des panneaux photovoltaïques en vue notamment de l'autoconsommation. A l'horizon 2030 l'Etat vise ainsi à couvrir majoritairement la consommation électrique de son patrimoine immobilier par des installations photovoltaïques sur le territoire national. Cet objectif inclut le projet d'équiper tous les parkings publics d'ombrières photovoltaïques jusqu'en 2030 (à l'exception d'éventuels cas d'impossibilité techniques ou réglementaires).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		mise en œuvre, planifiée pour 2024/25
Entité(s) responsable(s)	MECO, MAAV	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 208 Appels d'offres pour centrales photovoltaïques en mode autoconsommation	
Description	<p>Face à la situation de crises multiples, un instrument déjà envisagé mais pas encore mis en pratique, a été avancé dans sa réalisation : aider et favoriser l'autoconsommation auprès des entreprises et dans l'industrie. A cet effet, un appel d'offres visant spécialement l'autoconsommation et attribuant l'aide étatique moyennant une aide à l'investissement (et non pas moyennant une aide opérationnelle comme l'appel d'offres « régulier ») a été lancé en novembre 2022. Cet instrument a été mis en œuvre dans le cadre d'un paquet de mesures datant d'automne 2022 pour faire face à la crise énergétique. Cet instrument devrait permettre aux entreprises de sécuriser au moins une partie de leur facture d'électricité.</p> <p>L'appel d'offres séparé pour l'autoconsommation a été doté d'un budget de 30 millions d'euros. Ce budget est réparti en trois lots à 10 millions d'euros chacun, différenciés selon la puissance des centrales (30-200 kW, 200-500 kW, 500 kW – 5 MW) et avec des intensités d'aide maximales différentes (60-55-50 %). L'attribution des projets se fait sur le prix exprimé en €/kWc, dont les montants ont également été plafonnés (810-620-530 €/kWc).</p> <p>Cet appel d'offres a connu un franc succès avec quelques 46 MW pouvant être attribués, nécessitant quelques 16 millions d'euros d'aides étatiques. Devant ce succès, un deuxième appel avec un budget de 20 millions d'euros a été lancé en juillet 2023. Cet appel ajoutait un 4^e lot, réservé aux carports (ombrières sur parking), les 3 lots initiaux restant les mêmes. Les intensités maximales par lot se présentaient comme suit : 55-50-45-40% ; et les montants maximaux comme suit : 745-565-480-745 €/kW. Le résultat était de 33,4 MW de puissance attribuée avec un budget utilisé d'environ 12,4 millions d'euros d'aides étatiques. Par rapport aux appels d'offres réguliers, on peut constater que l'instrument de l'aide à l'investissement était attractif, respectivement que la sensibilisation auprès des entreprises était accrue en cette année de crise énergétique 2022 – et déjà un peu moins important en 2023 au vu du résultat.</p> <p>Courant 2024/25, l'évaluation ainsi que l'optimisation des deux instruments (AO « régulier » et AO « autoconsommation ») continuera donc.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement	

Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/fr/entreprises/financement-aides/aides-environnement/appel-projets-photovoltaique/appel-photovoltaique-aides-investissements.html
------------------------------	---

Intitulé de la mesure	N° 209 Projet d'appel d'offres pour installations photovoltaïques au sol (agri-PV)	
Description	<p>Le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire a lancé le 22 octobre 2022 un appel d'offres pilote qui porte sur la réalisation et l'exploitation de nouvelles centrales dites agrivoltaïques de production d'électricité à partir de l'énergie photovoltaïque. Le but recherché est que ces centrales (agri-PV) présentent trois avantages, à savoir, la production d'électricité renouvelable, le maintien de la production agricole qui reste l'objectif principal et une amélioration de la biodiversité visant la protection de la nature. En ce qui concerne la production d'électricité, le but est de mobiliser des terrains vagues où des puissances installées plus grandes que sur des toitures (et autres surfaces scellées) sont possibles. L'attribution se fait moyennant une aide opérationnelle, un contrat de prime de marché pour l'injection de l'électricité produite.</p> <p>Pour ce premier appel d'offres « agri-PV » 22 offres ont été déposés et 14 ont été retenus pour une puissance de 53 MW, un très bon résultat. C'était le premier appel d'offres PV au Luxembourg à être sur-souscrit.</p> <p>Sur base des résultats de l'appel d'offres des projets pilotes, une évaluation est actuellement en cours et sera finalisée à courte échéance en vue de décider d'une future stratégie pour l'« agri-PV ».</p> <p>Une analyse menée en fin 2023 a montré que les objectifs ambitieux en matière de photovoltaïque seront difficiles à réaliser sans ces grandes installations au sol.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée, Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022		
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MAAV	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://guichet.public.lu/dam-assets/catalogue-pdf/appel-offres-electricite/appel-offre-agripv.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 210 Cadre de promotion de l'autoconsommation, des communautés et des coopératives énergétiques	
Description	<p>Le gouvernement a progressivement mis en place un cadre législatif pour accompagner les différentes facettes de l'autoconsommation et des communautés (Loi modifiée du 1^{er} août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité). Cette loi est en train d'être modifiée à nouveau, pour tenir compte de retours d'expérience en ce qui concerne les volets mentionnés et pour adapter ces concepts encore mieux à la pratique.</p> <p>En ce qui concerne la promotion de ces concepts, la préparation d'éléments facilitateurs (modèles de statuts, conventions-types, explication des démarches pour la création d'un groupe de partage, etc.) est en cours dans le cadre d'une collaboration étroite entre Klima-Agence, les ministères, le régulateur et les gestionnaires de réseau, le tout piloté par Klima-Agence. Quand ces instruments seront finalisés, la promotion sera intensifiée par des campagnes ciblées.</p> <p>Auprès de la Klima-Agence ainsi que du régulateur ILR, les pages suivantes avec des outils ont été mises en ligne entretemps : https://www.klima-agence.lu/fr/autoconsommation-collective ; https://www.klima-agence.lu/fr/communaut%C3%A9-%C3%A9nerg%C3%A9tique ; https://www.weshareenergy.lu/.</p> <p>De plus, Klima-Agence encourage et accompagne de façon générale les acteurs de la société luxembourgeoise au travers de campagnes de sensibilisation et de son service de conseil de base en énergie et mobilité (voir aussi mesure 317).</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, Autre(s) : Klima-Agence, ILR, gestionnaires de réseau	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2007/08/01/n14/jo	

Intitulé de la mesure	N° 211 Cadastre solaire sur le géoportail luxembourgeois	
Description	Le cadastre solaire, prévu par l'accord de coalition du gouvernement 2018-2023, a été mis en place courant en 2020, et sert d'outil à la « Klima-Agence » pour les démarches auprès des citoyens. Le cadastre est un dispositif interactif permettant d'identifier et de calculer la capacité maximale des toitures. Ce cadastre, accessible à tous, permet aux personnes privées, acteurs du marché, gestionnaires de réseau, administrations etc. de planifier les projets de manière plus efficace ou l'intégration dans le réseau. Il tient compte d'informations telles que le type de toit (toit plat, etc.) et les hauteurs des bâtiments de sorte que l'utilisateur n'a qu'à sélectionner son toit pour obtenir une première évaluation quant à la faisabilité et de la puissance pouvant être installée.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, Klima-Agence	
Référence(s)		
Infos complémentaires	https://map.geoportail.lu/theme/energie?version=3&zoom=17&X=682156&Y=6379591&lang=lb&rotation=0&layers=1813&opacities=1&bgLayer=streets_jpeg&time= https://www.klima-agence.lu/fr/les-etapes-de-mon-projet/etapes-cles/produire-electricite-propre	

Intitulé de la mesure	N° 212 Obligation de déclarer les revenus d'une centrale PV : limite relevée de 4 kW à 30 kW	
Description	La vente d'électricité étant une activité commerciale, les revenus générés par une centrale PV doivent également être déclarés par les personnes physiques. Dans un souci de simplification et par tolérance administrative, le seuil de la puissance installée à partir duquel la déclaration est obligatoire est passé de 4 à 10 kW à partir de l'année fiscale 2021. Par une décision du comité tripartite en mars 2023 (voir circulaire du directeur des contributions du 5 juin 2023), ce seuil est relevé de 10 à 30 kW à partir de l'année fiscale 2023. La production d'électricité endessous de ce seuil est considérée comme activité d'amateur et les personnes physiques sont donc dispensées de l'obligation de déclaration.	
Type d'instrument	Fiscal	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MFIN	
Référence(s)	Circulaire du directeur des contributions L.I.R. n° 14/2 du 5 juin 2023 https://impotsdirects.public.lu/dam-assets/fr/legislation/legi23/lir-14-2-du-562023.pdf	
Infos complémentaires	https://impotsdirects.public.lu/dam-assets/fr/legislation/legi21/2021-09-22-LIR-14-2-du-2292021.pdf	

Intitulé de la mesure	N° 213 Baisse du taux de TVA pour les installations photovoltaïques à 3 %	
Description	Baisse du taux de TVA (initialement 17 %) sur la livraison et l'installation de panneaux photovoltaïques au taux super-réduit de 3 % à partir du 1 ^{er} janvier 2023. Ceci vaut pour les installations montées sur des logements et bâtiments utilisés pour des activités d'intérêt général. Les éléments éligibles sont les modules, les onduleurs, le câblage, les fixations, etc.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MFIN, MECO	
Référence(s)	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2022/12/23/a649/jo	
Infos complémentaires	https://pfi.public.lu/fr/publications.html	

Intitulé de la mesure	N° 214 Rémunérations pour le biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel	
Description	Le cadre réglementaire relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel fixe e.a. l'organisation de l'injection du biogaz dans le réseau de gaz naturel ainsi que sa répartition et commercialisation. Le mécanisme de soutien permet de garantir au producteur une rémunération pour le biogaz injecté pendant une période de 15 ans à partir de la date de la première injection. Dans le cadre de la stratégie nationale biogaz (mesure 215), il est prévu de réviser les rémunérations pour l'injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel en incitant la valorisation des effluents d'élevage dans les centrales existantes et les nouvelles centrales.	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2011		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Règlement grand-ducal modifié du 15 décembre 2011 relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2011/12/15/n5/jo	

Intitulé de la mesure	N° 215 Stratégie biogaz et nouveaux incitatifs (financiers et autres) pour le biogaz	
Description	<p>La stratégie nationale biogaz, approuvée par le Conseil de Gouvernement le 15 juillet 2022, a été élaborée par le ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire en concertation avec le ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable et le ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural. Elle se base sur les résultats d'une étude de 2021 sur le potentiel et les aspects environnementaux du biogaz. Le gouvernement s'est fixé comme objectifs de valoriser 50 % du gisement des effluents d'élevage avec un maximum de 1 million de tonnes par an, de mobiliser 75 % du potentiel des biodéchets et des déchets de verdure et limiter la surface utilisée pour la production de cultures dédiées à 1.500 ha. Ces objectifs permettent d'augmenter la production brute de biogaz à 330 GWh par an. Pour la mise en œuvre de la stratégie, les mesures suivantes ont été définies: a) Révision des rémunérations pour la production d'électricité à partir du biogaz en incitant la valorisation des effluents d'élevage dans les centrales existantes et les nouvelles centrales par une modification du règlement grand-ducal modifié du 1er août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables ; b) Révision des rémunérations pour l'injection de biométhane en incitant la valorisation des effluents d'élevage dans les centrales existantes et les nouvelles centrales par une modification du règlement grand-ducal modifié du 15 décembre 2011 relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz; c) Transposition des critères de durabilité et de réduction des gaz à effet de serre prévus dans la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables en droit national; d) Augmenter le taux de collecte séparé des biodéchets et le traitement anaérobie; e) Révision des conditions d'exploitation des centrales existantes afin de réduire les émissions atmosphériques et augmenter la sécurité des centrales ; f) Exclusion des effluents d'élevage en provenance de l'étranger dans le calcul de la quote-part pour la prime de lisier ; g) Mise en place d'une filière robuste et durable de gestion des digestats pour optimiser leur valorisation agricole et limiter leurs impacts sur l'environnement; h) Promotion de la construction de bâtiments d'élevage « biogaz ready »; i) Promotion de projets innovants permettant de réduire davantage les émissions de gaz à effet de serre.</p>	
Type d'instrument	Planification, Economique	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, MAAV	

Référence(s)	Nationale Strategie für den Ausbau der Biogasproduktion in Luxemburg
Infos complémentaires	https://meco.gouvernement.lu/dam-assets/le-ministere/fonctions/energie/energie-renouvelable/res-nationale-strategie-biogasproduktion-luxemburg-de-2023.pdf

Intitulé de la mesure	N° 216 Stratégie hydrogène	
Description	<p>Description du contexte de la décarbonation par le biais de l'hydrogène dans le cadre de l'ambition d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050; état des lieux et estimation du potentiel de décarbonation par l'emploi de l'hydrogène; sept mesures clés pour la promotion de la production, de l'importation et de l'utilisation de l'hydrogène renouvelable: 1. Contribuer à la définition du cadre légal, réglementaire et régulateur au niveau de l'UE, 2. Coopérer avec les États membres de l'UE et des pays tiers, 3. Identifier les opportunités au Luxembourg - Recherche et innovation, 4. Passer au concret - Des projets phares à étudier et à réaliser, 5. Prioriser les actions - Vers une décarbonation ciblée par l'hydrogène renouvelable, 6. Développer les instruments pour un marché de l'hydrogène renouvelable, 7. Implémenter et améliorer en continu. Un comité de pilotage « Taskforce H2 Luxembourg » a été instauré assurant le suivi de la stratégie. Après l'élaboration prévue dans le PNEC de 2020 et la publication de la stratégie hydrogène du Luxembourg en septembre 2021, l'implémentation des sept mesures énumérées ci-dessus se fait également sous coordination de la direction générale Energie du ministère de l'Économie et en concertation étroite avec les autres ressorts concernés ainsi qu'avec les acteurs.</p> <p>Une mise à jour de cette stratégie, en concertation avec tous les ministères concernés et en consultation avec les acteurs, est prévue pour début 2025.</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021	n.a.	
Entité(s) responsable(s)	MECO, Autre(s): MECB	
Référence(s)	Stratégie hydrogène du Luxembourg, MEA 2021	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2021/09-septembre/27-turmes-hydrogene.html	

Intitulé de la mesure	N° 217 Rémunération pour la production d'hydrogène renouvelable	
Description	<p>Une des priorités de la stratégie hydrogène est de développer un concept de soutien financier afin de faciliter la réalisation de projets pilotes de production d'hydrogène renouvelable au Luxembourg. A court terme (avant 2030) la production domestique d'une certaine quantité d'hydrogène est importante, il s'est avéré qu'une demande significative émergera avant qu'une infrastructure européenne de transport d'hydrogène, répondant à cette demande, soit mise en place.</p> <p>Une première étape-clé sera l'organisation d'un appel d'offre pilote pour des projets à caractère démonstrateur qui sera lancé en fin d'été 2024. Ainsi des premiers retours sur expérience sont attendus qui s'intégreront dans le développement d'un instrument de soutien qui permettra l'organisation régulière d'appels d'offres.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Stratégie hydrogène du Luxembourg, MEA 2021	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2021/09-septembre/27-turmes-hydrogene.html	

Intitulé de la mesure	N° 218 Connexion à une infrastructure européenne de transport d'hydrogène	
Description	<p>Vu le potentiel limité de production d'hydrogène sur le territoire luxembourgeois, le potentiel intéressant de transit d'hydrogène à travers le Luxembourg, et en raison de la demande susceptible d'évoluer plus rapidement que prévu dans le secteur industriel, il est important de positionner le Luxembourg dans une perspective de sécurité d'approvisionnement essentielle pour la décarbonation de procédés non-électrifiables dans l'industrie et de modes de transports difficiles à électrifier (à court et moyen terme) et d'investir de manière substantielle dans le développement de l'infrastructure de réseau. Le gouvernement luxembourgeois, en concertation avec les autorités des pays voisins, œuvre pour mettre en service un hydrogénéoduc interconnecté (idéalement avec les trois pays voisins) fournissant de l'hydrogène renouvelable en volumes suffisants et à prix compétitif. Un projet de loi est en procédure législative en vue de définir une procédure d'autorisation afin qu'un gestionnaire de réseau hydrogène puisse être mandaté pour mettre en place un tel réseau au Luxembourg. Des subsides pour de tels projets d'envergure en matière d'infrastructure énergétique sont prévus dans un projet de loi introduit dans la procédure législative en mai 2024 qui implémente le cadre européen du RGEC (Règlement général d'exemption par catégorie). A l'occasion de la visite d'Etat en Belgique, le gestionnaire de réseau de transport de gaz naturel du Luxembourg a signé une lettre d'entente avec le gestionnaire de réseau de transport d'hydrogène en Belgique en avril 2024 pour la planification d'un réseau transfrontalier .</p>	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Stratégie hydrogène du Luxembourg, MEA 2021	
Infos complémentaires	https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiques/2021/09-septembre/27-turmes-hydrogene.html	

Intitulé de la mesure	N° 219 Facilitation du recours aux contrats de fourniture d'électricité renouvelable à long terme par un instrument de réduction des risques	
Description	<p>Facilitation du recours aux contrats de fourniture d'électricité renouvelable à long terme, les « long-term renewable power purchase agreements (RES PPA) », notamment transfrontalier, par des instruments de réduction des risques (de-risking), afin de promouvoir l'électrification à base de sources d'énergies renouvelables des grands consommateurs au Luxembourg (grandes entreprises et industrie); de tels contrats sont un moyen pour sécuriser des prix d'électricité d'origine renouvelable stables et planifiables à moyen et long terme. L' instrument susmentionné visera une réduction de risque du côté de l'offre (c.à.d. production et fourniture d'énergie renouvelable)).</p> <p>Une première réelle demande du marché pour de tels contrats peut être attendue avec les premiers projets démonstrateurs de production d'hydrogène renouvelable, car il est probable que les électrolyseurs soient du moins pour une partie alimentés avec de l'électricité renouvelable produite à l'étranger.</p>	
Type d'instrument	Economique	
Etat d'avancement	Planifiée, Mise en oeuvre	
Début de mise en oeuvre	Fin de mise en oeuvre	Observations
2023		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 220 Coopération transfrontalière : Mécanisme européen de financement des énergies renouvelables (REFM)	
Description	<p>La participation financière à des projets de production d'énergie renouvelable dans d'autres États membres de l'Union européenne, voire des pays tiers, vise à augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix européen, générer des statistiques en énergies renouvelables pour le bilan luxembourgeois. Le mécanisme de financement des énergies renouvelables (REFM) de l'Union européenne où trois appels à candidatures ont déjà été organisés par la Commission européenne et auxquels le Luxembourg a à chaque fois participé en tant qu'État membre contributeur. Après un premier appel à candidatures (<i>expression of interest</i>) infructueux, faute de projets probants, un État membre, en l'occurrence la Finlande, s'est porté candidat en tant qu'hôte au deuxième appel avec 8 projets photovoltaïques à réaliser. Les premières démarches au sujet du troisième appel semble également être prometteuses. Le Luxembourg y participera et pourra bénéficier des statistiques d'énergies renouvelables générées par ces projets pendant les 15 années à venir. Le Luxembourg est le premier pays à participer à ce mécanisme novateur, portant plus loin l'idée d'une coopération européenne dans le domaine des énergies renouvelables et pour le renforcement d'un instrument pouvant à moyen et long terme augmenter l'indépendance de l'Europe en matière énergétique.</p> <p>A terme le Luxembourg défend l'idée, dans divers comités internationaux, que cet instrument permettra non seulement l'atteinte de nos objectifs en matière d'énergies renouvelables, mais si d'autres États membres le découvriront également, il pourra catalyser la réalisation de projets d'envergure, tels des projets éoliens en mer du Nord.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire, Budgétaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 221 Mesures de coopération avec des Etats membres de l'UE en matière d'énergie renouvelable: Transferts statistiques	
Description	La Directive 2018/2001 donne la possibilité aux États membres de recourir à différents mécanismes de coopération afin de contribuer de la manière la plus efficace à l'objectif commun contraignant des énergies renouvelables de l'Union d'ici 2030 et de contribuer également à leurs objectifs nationaux. En raison du paquet Fit for 55 et du plan RepowerEU, les objectifs de l'Union ont été revus à la hausse et repris dans la directive 2023/2413. Le potentiel en énergie renouvelable étant limité sur le territoire luxembourgeois, il sera de plus en plus important de se tourner vers ces mécanismes de coopération européens. Actuellement différents instruments sont envisageables et d'ores et déjà poursuivis et mis exécution par le Luxembourg comme les transferts de statistiques d'énergies renouvelables : instrument utilisé dans le passé avec l'Estonie et la Lituanie pour la période 2018-2020 Un accord a été conclu le 3 octobre 2022 avec le Danemark pour couvrir la période 2021 – 2025. D'autres accords sont à envisager en vue de couvrir la période de 2026 à 2030.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 222 Promotion de réseaux de chaleur et de froid efficaces	
Description	<p>Le Gouvernement a l'ambition de mettre à disposition des citoyens et entreprises un large éventail de solutions faciles à mettre en œuvre et coordonnées au niveau national, régional et local comme alternatives aux systèmes de chauffage à base d'énergies fossiles et vise notamment le développement massif des réseaux de chaleur décarbonés, en collaboration avec les communes. Le Gouvernement restera ouvert aux développements technologiques et soutiendra les technologies les plus efficaces dans leur domaine respectif, cela en tenant compte de tous les facteurs et notamment des facteurs environnementaux. La production, la distribution et l'utilisation de chaleur seront décarbonées en favorisant la géothermie qui sera dotée d'un cadre légal ainsi que les réseaux de chaleur et l'hydrogène. Cette transition énergétique sera soutenue par des investissements substantiels dans le développement de l'infrastructure de réseaux de chaleur.</p> <p>La mise en place d'un cadre légal pour les réseaux de chaleur est en cours d'analyse juridique et les points suivants seront abordés dans ce contexte :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un cadre légal pour les réseaux de chaleur et de froid visant la construction de ce type de réseaux et fixant les conditions et modalités pour les opérateurs ; - Définition des tâches de l'opérateur de réseau d'énergie et désignation d'une autorité de supervision (cf. domaine de l'électricité et du gaz) ; - Obligation de raccordement pour tous les bâtiments situés dans la zone d'approvisionnement du réseau de chaleur ; - Analyse pour la mise en place d'aides à l'investissement spécifiques pour la construction de réseau de chaleur à très basse température. <p>Le Gouvernement promouvra l'extension des réseaux de chauffage urbain et des raccordements individuels et étudiera la création d'une société nationale pour la propriété, la construction et l'opération de réseaux de chauffage urbains, dans le respect du droit de la concurrence. Surtout pour les secteurs existants, la mise en place d'un réseau de chaleur est liée à des risques économiques, vu que l'opération rentable d'un réseau de chaleur est en corrélation directe avec le nombre de raccordements. Les raccordements ne se feront prévisiblement pas immédiatement lors de la mise en place du réseau mais en cas de renouvellement des systèmes de chauffages individuels.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, Communes, Klima-Agence (Pacte climat)	
Référence(s)		

Infos complémentaires	
----------------------------------	--

Intitulé de la mesure	N° 223 Promotion de la géothermie moyenne et profonde	
Description	<p>La géothermie est une technologie pour fournir de la chaleur renouvelable et sert à décarboner le secteur du chauffage. Le potentiel de la géothermie peut être exploité à travers des installations proche de la surface (< 15 m), les sondes peu profondes (15 – 400 m) et la géothermie moyennement profonde (> 400 m). La géothermie peu profonde sert principalement à fournir de la chaleur aux maisons unifamiliales et résidences tandis que la géothermie moyennement profonde pourra contribuer à la fourniture de chaleur aux bâtiments ou quartiers à besoin de chaleur élevé.</p> <p>Afin d’explorer le potentiel de la géothermie moyenne et profonde au Luxembourg, plusieurs études ont été lancées. Ces études montrent un potentiel élevé au Sud du pays, notamment dans les régions à forte densité du besoin énergétique. Tandis qu’il y a des instruments de subsides en place pour promouvoir l’exploitation de la géothermie proche de surface et peu profonde, le gouvernement vise à développer des instruments d’aides économiques pour soutenir le déploiement de la géothermie moyennement profonde.</p> <p>Différents projets-pilotes ont été initiés notamment pour faire des premières expériences afin d’exploiter ce potentiel et en parallèle afin d’identifier les obstacles au Luxembourg.</p> <p>Une analyse sismique de réflexion a été menée fin 2023 au Sud du Luxembourg. Cette analyse permettra l’identification des différentes couches géologiques et les attribuer à certaines profondeurs. Les données résultantes peuvent être utilisées pour développer et affiner la carte 3D de la géologie du Luxembourg. Pour réduire le risque des projets de géothermie au Luxembourg au maximum, le gouvernement prévoit une série de forages de reconnaissance (à des profondeurs et endroits au Luxembourg qui restent à déterminer) qui fourniront des résultats clés (les températures exactes à différentes profondeurs ou le débit qui est déterminant pour la chaleur qui peut être extraite).</p> <p>Finalement, un modèle trois-dimensionnel de la géologie au Luxembourg est développé par le Service géologique de l’Etat pour préparer et accélérer la prise de décisions au niveau des procédures d’autorisation et fournir aux planificateurs les paramètres géologiques servant à un calcul de pré-dimensionnement des forages géothermiques. Ce pré-dimensionnement sert en outre à déterminer les aspects économiques du projet en question.</p>	
Type d’instrument	Economique	
Etat d’avancement	En analyse, Mise en oeuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, Service géologique	

Référence(s)	
Infos complémentaires	

Intitulé de la mesure	N° 224 Facilitation des autorisations de nouveaux sites pour l'implantation d'éoliennes	
Description	<p>En raison de la superficie nationale limitée et des objectifs ambitieux pour les énergies renouvelables, il est indispensable de faciliter l'autorisation de différents (nouveaux) sites pour l'implantation d'éoliennes par différentes mesures et technologies.</p> <p>Il est par exemple envisagé de réduire, en s'inspirant par exemple des critères définis en Belgique et aux Pays-Bas, le périmètre d'implémentation entre les éoliennes et les axes autoroutiers et de rendre possible l'installation d'éoliennes dans les zones industrielles. La faisabilité de ces mesures est actuellement étudiée et discutée avec les autorités compétentes.</p> <p>De plus, le progrès technologique et la puissance installée grandissante des éoliennes permettent d'augmenter les heures de productions annuelles. Des technologies novatrices permettent la détection automatique de la faune avoisinante (oiseaux, chauve-souris), de sorte qu'une désactivation rapide et ciblée de l'éolienne est engagée.</p>	
Type d'instrument	Règlementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, ITM	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 225 Evaluation du potentiel de la biomasse forestière disponible pour la production d'énergie	
Description	Vu le potentiel limité de la biomasse forestière, il est procédé à une évaluation de l'approvisionnement national en biomasse forestière disponible à des fins énergétiques pour la période 2021-2030. Cette évaluation tient compte de la source de biomasse durable disponible pour des utilisations énergétiques et non énergétiques, de l'entretien des puits de carbone et écosystèmes forestiers nationaux et du principe de l'économie circulaire, du principe d'utilisation en cascade de la biomasse, et de la hiérarchie des déchets. Conformément au principe d'utilisation en cascade de la biomasse, la biomasse ligneuse sera utilisée en fonction de sa valeur ajoutée économique et environnementale la plus élevée. Lors de cette évaluation, la compatibilité de l'utilisation prévue de la biomasse forestière pour la production d'énergie avec les objectifs et budgets pour la période 2026-2030 sera analysée. Sur base des résultats de cette évaluation des mesures garantissant la compatibilité avec les objectifs nationaux et les budgets seront identifiés.	
Type d'instrument	Réglementaire, Planification, Economique	
Etat d'avancement	n.a.	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024		
Entité(s) responsable(s)	MECO, MECB, ANF	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.1.3 Autres éléments de la dimension

Le Luxembourg a introduit quelques aides d'urgence dans le cadre des accords tripartite « Solidaritéitpak » (mars 2022, septembre 2022 et mars 2023) en réponse à la crise énergétique, visant à alléger les coûts d'énergie des ménages à court terme et à limiter l'inflation, tel une limitation de la hausse des prix de gaz, une subvention pour les clients raccordés à un réseau de chauffage urbain, une stabilisation du prix de l'électricité, une subvention accordée sur les bornes de charge accessibles au public, une subvention du prix du gasoil utilisé comme combustible et une subvention pour le gaz de pétrole liquéfié (propane en vrac ménager) et quelques-unes de ces aides visaient aussi les combustibles fossiles. Toutes ces aides étaient temporaires et vont venir à échéance au plus tard à la fin 2024.

Lors de la conférence des Nations unies sur le climat à Dubaï (COP28), le Luxembourg a adhéré à une coalition internationale visant à supprimer progressivement les subventions en faveur des combustibles fossiles (<https://www.government.nl/topics/climate-change/news/2023/12/09/cop28-netherlands-launches-international-coalition-to-phase-out-fossil-fuel-subsidies>). Dans une déclaration commune les signataires se sont notamment engagés à faire preuve de transparence d'ici la COP29 sur leurs propres subventions aux combustibles fossiles en publiant un inventaire. Un objectif est de progresser conjointement vers un cadre méthodologique complet. Les signataires établiront également un dialogue international pour partager les connaissances, développer des stratégies nationales de suppression progressive des subventions et s'efforcer d'agir conjointement pour minimiser les fuites de carbone et maintenir des conditions de concurrence équitables. Ce dialogue international peut avoir lieu chaque année lors des réunions de la COP.

3.2 Dimension "efficacité énergétique"

Le principe de la primauté de l'efficacité énergétique (« *energy efficiency first* ») ancré dans la législation européenne est indispensable à la réalisation des objectifs énergétiques et climatiques du pays, étant donné son évolution démographique et son économie dynamique, caractérisée par une importante croissance. Dans le domaine des nouveaux bâtiments, le Luxembourg a une place de leader pour ce qui est de la mise en œuvre des exigences en matière d'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels et des bâtiments fonctionnels avec une consommation d'énergie quasi nulle. Toute nouvelle construction (bâtiments d'habitation et bâtiment fonctionnels) doit respecter les exigences du Règlement grand-ducal modifié du 9 juin 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments, qui définit le niveau « nZEB » (nearly Zero Energy Building).

Grâce à l'évolution continue des ambitions au niveau réglementaire depuis l'entrée en vigueur de la première réglementation sur la performance énergétique des bâtiments d'habitation en 2007 et des bâtiments fonctionnels en 2010, et surtout aussi à l'évolution en parallèle des compétences du secteur de la construction au Luxembourg, le nZEB luxembourgeois est aujourd'hui un des plus ambitieux en Europe et garantit que toute nouvelle construction pour laquelle s'applique cette réglementation est d'office très performante au niveau de l'efficacité énergétique et d'office décarbonisée en ce qui concerne la consommation d'énergie pendant l'utilisation du bâtiment, dû au fait que la pompe à chaleur est la technologie de référence pour l'installation de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire.

Conformément au principe européen de l'« efficacité énergétique avant tout » (*energy efficiency first*), le Luxembourg a consacré une attention particulière à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le domaine des bâtiments et compte continuer sur ce chemin.

L'amélioration de l'efficacité énergétique et la décarbonation du stock de bâtiments existants constitue le plus grand défi sur les prochaines années. En augmentant le taux de rénovation énergétique des bâtiments et en utilisant toutes les technologies intelligentes disponibles, ce secteur peut contribuer de manière significative à une économie compétitive et avec un impact neutre sur le climat. Étant donné que le secteur industriel est à l'origine de 50 % de la consommation d'électricité, cet aspect sera également au centre de la politique d'efficacité énergétique. L'efficacité de la mobilité (transition des moteurs à combustion interne vers des moteurs électriques énergétiquement beaucoup plus efficaces) doit, elle aussi, être augmentée. D'une manière générale, il est tenu compte de l'impact social de ces mesures d'efficacité énergétique et veillé à intégrer socialement les nouvelles règles.

3.2.i. Mécanisme national d'obligations en matière d'efficacité énergétique et mesures de politique publique alternatives conformément aux articles 7 bis et 7 ter et à l'article 20, paragraphe 6, de la directive 2012/27/UE

Le Luxembourg a transposé l'article 7 de la directive 2012/27/UE dans le droit national en introduisant en 2015 un mécanisme d'obligations en matière d'économie d'énergie EEOS. Depuis sa création, l'instrument a été réformé et optimisé à plusieurs reprises, d'un côté pour transposer des modifications de la directive sur l'efficacité énergétique et de l'autre pour apporter des améliorations et rendre le mécanisme plus efficace et mieux adapté aux besoins du secteur.

La nouvelle directive sur l'efficacité énergétique EED ((UE) 2023/1791 prévoit dans son article 8 (ancien article 7) un niveau d'obligation en matière d'économies d'énergies à réaliser jusqu'en 2030 encore plus ambitieux que celui prévu par la révision de la directive de 2018. Pour atteindre ce niveau d'obligation revu à la hausse, le Luxembourg compte maintenir le mécanisme d'obligations EEOS avec le même niveau d'économies d'énergie cumulées à réalisées tel que prévu par la réforme du mécanisme en 2021. Cette contribution du EEOS correspond à une économie d'énergie nouvelle à réaliser par l'ensemble des parties obligées de 250.000

MWh par année. En termes d'économie d'énergie cumulée sur la période 2021-2030, le EEOS est programmé d'atteindre 13.750 GWh, ce qui correspond à 32% de l'objectif cumulé global (42.538 GWh) à réaliser par le Luxembourg concernant l'obligations en matière d'économies d'énergie (article 8 de l'EED (UE) 2023/1791).

Les mesures suivantes (reprises avec leur numéro de référence) donnent plus de détails sur l'instrument politique EEOS :

Mesure N° 120 : Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS), descriptif du mécanisme en place depuis 2015, pour la première période (2015 à 2020).

Mesure N° 121 : Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS), révision 2021 pour la deuxième période (2021 à 2030).

Le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique EEOS est complété par des mesures de politique publique alternatives. D'après les calculs de modélisation, la part restante de l'objectif cumulé global ou 28.788 GWh (68% de l'objectif global) pourra être presque entièrement fournie par la mesure alternative suivante :

Mesure # 105 : Taxe CO₂ sur les carburants liquides

Cette mesure a le plus grand impact sur la réduction des consommations en énergie à l'horizon 2030, encore avant l'impact du mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) et fournira des réductions de consommation de carburants, représentant une économie cumulée d'énergie finale entre 2021 et 2030 qui s'élève à 27.970 GWh (66% de l'objectif global).

Quelques autres mesures d'efficacité énergétique remplissant les critères d'éligibilité concernant l'obligation en matière d'économies d'énergie (anciennement article 7 EED) pour être qualifiées comme mesures alternatives de politique publique, contribuent également à l'amélioration de l'efficacité énergétique ; ces mesures pourront, le cas échéant, être prises en compte pour l'accomplissement de l'objectif cumulé global. Ces mesures sont reprises dans le Tableau 33 au chapitre 2.2. Le potentiel de contribution vers l'accomplissement de l'objectif global pour ces mesures est estimé dans une fourchette de valeurs, après corrections des effets de chevauchement avec la mesure EEOS N° 121 ou la mesure alternative N° 105 Taxe CO₂ sur les carburants liquides.

Liste des mesures alternatives avec leur numéro de référence :

Mesure N° 307 : Régime d'aides Klimabonus Wunnen (bâtiments d'habitation)

Mesure N° 311 : Régime d'aides individuelles au logement

Mesure N° 313 : Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements

Mesure N° 314 : Régime d'aides en faveur des communes

Mesure N° 405 : Promotion des transports publics

Mesure N° 406 : Promotion de services de mobilité innovants

Mesure N° 410 : Promotion de l'électrification du parc automobile immatriculé au Luxembourg

Mesure N° 420 : Taxe d'immatriculation sur les véhicules routiers révisée

Mesure N° 423 : Régime d'aides pour véhicules à zéro émission de CO₂

Mesure N° 503 : Accord volontaire relatif à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (jusqu'à 2023 inclus).

Mesure N° 504 : Accord volontaire relatif à la décarbonation et à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie (à partir de 2024).

Intitulé de la mesure	N° 120 Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)	
Description	<p>Un cadre législatif a été mis en place en 2015 pour créer un mécanisme d'obligations pour les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel (les parties obligées) afin de les inciter à générer des économies d'énergie auprès des consommateurs au Luxembourg. Ce mécanisme, basé sur l'article 7 de la directive européenne 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, oblige certains acteurs à mettre à profit de l'efficacité énergétique et in fine des consommateurs, leur connaissance du marché et leur expertise dans le domaine de l'énergie.</p> <p>La première période du mécanisme d'obligation couvre les années de 2015 à 2020, pour un objectif global cumulé exprimé en termes de consommation d'énergie finale de 5.993 GWh équivalent à une nouvelle économie annuelle moyenne de 285 GWh.</p> <p>L'objet de ce mécanisme est d'initier et de promouvoir des projets d'économies d'énergie par les parties obligées, notamment par le biais d'incitatifs financiers ou non-financiers pour des investissements dans l'efficacité énergétique du secteur industriel, des bâtiments et des transports. À cette fin, tous les consommateurs, à savoir les entreprises, les communes et les particuliers sont ciblés. Le mécanisme est mis à jour régulièrement, notamment sur base des révisions de la directive européenne relative à l'efficacité énergétique.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	dernier renouvellement et renforcement en 2021
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité; Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel; Règlement grand-ducal modifié du 7 août 2015 relatif au fonctionnement du mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/06/03/a419/jo	

Intitulé de la mesure	N° 121 Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS) : révision 2021	
Description	<p>Le mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique, mis en place en 2015 pour une première période couvrant les années 2015 à 2020, est révisé en 2021 pour la deuxième période couvrant les années 2021 à 2030. Les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel sont toujours les parties obligées dans ce mécanisme.</p> <p>Afin de faciliter le respect des obligations aux « petits » fournisseurs, la révision introduit une option de rachat (« buy-out ») permettant aux parties obligées de s'acquitter d'une partie (jusqu'à concurrence de 1.500 MWh par année au maximum) de leurs obligations annuelles d'économies d'énergie par le paiement d'un montant équivalent aux investissements requis pour remplir lesdites obligations.</p> <p>La révision de 2021 renforce également l'obligation par l'introduction d'une pénalité nettement plus dissuasive que l'amende d'ordre prévue dans le mécanisme pour la première période. Les parties obligées qui n'auront pas réalisé leurs volumes annuels d'économies d'énergie seront contraintes à payer une pénalité (libératoire) prononcée par le régulateur.</p> <p>Le niveau d'ambition (nouvelles économies d'énergie à réaliser chaque année par les parties obligées) a été maintenu au niveau (moyen) sur la première période. L'objectif global cumulé exprimé en termes de consommation d'énergie finale pour la période de 2021 à 2030 est de 13.750 GWh équivalent à une nouvelle économie annuelle moyenne de 250 GWh.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2015	n.a.	dernier renouvellement et renforcement en 2021
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité; Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel; Règlement grand-ducal modifié du 7 août 2015 relatif au fonctionnement du mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique	
Infos complémentaires	https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/06/03/a419/jo	

3.2. ii. Stratégie sur le long terme pour favoriser la rénovation du parc national de bâtiments résidentiels et non résidentiels, tant publics que privés (1), y compris les politiques, mesures et actions visant à stimuler une rénovation en profondeur rentable, ainsi que les politiques et les actions visant à cibler les segments les moins performants du parc immobilier national, conformément à l'article 2 bis de la directive 2010/31/UE

Augmenter de manière significative le taux de rénovation annuel avec un accent sur la rénovation profonde (deep renovation), qui se traduit par une importante quantité d'énergie réellement économisée par rapport à la situation avant rénovation, est l'ambition commune des toutes les stratégies, politiques, mesures, actions phares actuelles, en cours de développement ou à développer.

Les mesures suivantes reprises avec leur numéro de référence donnent plus de détails sur les divers instruments soutenant les ambitions de la rénovation :

Mesures transversales en relation avec la rénovation

- Mesure N° 106 : Pacte Climat 2.0 avec les communes
- Mesure N° 113 : Formation professionnelle au niveau de l'enseignement secondaire dans le cadre de la transition énergétique
- Mesure N° 114 : Sensibilisation, information et conseil des citoyens promouvant le changement comportemental et cadre favorable à l'engagement citoyen
- Mesure N° 301 : Réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments
- Mesure N° 302 : Phase-out chauffages fossiles
- Mesure N° 306 : Régime d'aides PRIMe House 2017
- Mesure N° 307 : Régime d'aides Klimabonus Wunnen
- Mesure N° 308 : Digitalisation régime d'aides Klimabonus
- Mesure N° 309 : Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen
- Mesure N° 310 : Régime d'aides « prêts climatiques »
- Mesure N°311 : Régime d'aides individuelles au logement
- Mesure N°312 : Régime d'aides à la pierre
- Mesure N°313 : Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements
- Mesure N°314 : Régime d'aides en faveur des communes
- Mesure N°315 : Promotion de la construction durable
- Mesure N°316 : Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments
- Mesure N°317 : Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments
- Mesure N°318 : Formation d'une main d'œuvre qualifiée et suffisante dans le secteur des bâtiments
- Mesure N°319 : Rôle précurseur des communes en matière de bâtiments
- Mesure N°322 : Réduction des impacts environnementaux de la construction
- Mesure N°323 : Décarbonation de chantiers de construction
- Mesure N°326 : Harmonisation des règles urbanistiques

Mesures spécifiques aux bâtiments résidentiels

L'amélioration de l'enveloppe thermique d'un bâtiment est la mesure la plus importante pour réduire le besoin en énergie d'un bâtiment → travaux de rénovation énergétique (isolation thermique).

Le Luxembourg ne prévoit pas d'obligation de rénovation pour les bâtiments résidentiels, mais mise sur une forte incitation à la rénovation par des aides financières et autres incitatifs pour les copropriétés et pour les propriétaires de logements mis en location. Afin de cibler spécifiquement les bâtiments d'habitation les moins performants et intensifier davantage leur rénovation énergétique, ces bâtiments pourront bénéficier prochainement d'un accompagnement sur mesure par une entité d'accompagnement nationale.

La décarbonation par l'électrification des bâtiments par le moyen d'une pompe à chaleur signifie également une forte réduction de la consommation en énergie finale (hors chaleur ambiante) → passage aux pompes à chaleur, idéalement combiné avec une production d'électricité photovoltaïque (et autoconsommation).

La directive européenne EPBD ((UE) 2024/1275), prévoit, pour les bâtiments résidentiels : « ... chaque État membre établit une trajectoire nationale de rénovation progressive du parc immobilier résidentiel conformément à la feuille de route nationale, aux objectifs pour 2030, 2040 et 2050 figurant dans le plan national de rénovation des bâtiments de l'État membre et à la transformation du parc immobilier national en un parc immobilier à émissions nulles à l'horizon 2050. ». Le Luxembourg sera obligé d'atteindre les résultats au niveau de l'amélioration de la consommation **moyenne** d'énergie primaire en kWh/(m².an) sur base des exigences de la directive EPBD, mais cette obligation ne signifie pas automatiquement une obligation de rénovation pour les propriétaires. Une obligation de rénover des bâtiments résidentiels n'est pas envisagée au Luxembourg, mais l'accent est mis sur une sensibilisation et un accompagnement à la rénovation énergétique, par des politiques et mesures incitatives.

Mesures N°120, 121 :	Mécanisme d'obligations en matière d'efficacité énergétique (EEOS)
Mesure N°302 :	Phase-out chauffages fossiles
Mesure N°306 :	Régimes d'aides « PRIME House » (2017) et « Klimabonus » (2022)
Mesure N°310 :	Régime d'aides « prêts climatiques »
Mesure N°313 :	Incitations fiscales en faveur de la rénovation énergétique de logements
Mesure N°324 :	Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)
Mesure N°325 :	Facilitation de travaux énergétiques dans les bâtiments en copropriété
Mesure N°327 :	Entité nationale d'accompagnement « rénovation énergétique » et « installations photovoltaïques » pour bâtiments résidentiels
Mesure N°328 :	Projet pilote « rénovation de quartiers – Differdange »

Mesures spécifiques aux bâtiments fonctionnels

La rénovation énergétique des bâtiments fonctionnels est davantage régie par des volontés nationales et obligations européennes. Plusieurs types d'obligations seront introduits, notamment au niveau du secteur public et aussi au niveau privé, sur base des exigences des directives européennes EED (directive européenne sur l'efficacité énergétique, (UE) 2023/1791) et EPBD (directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments, (UE) 2024/1275).

La directive européenne EPBD ((UE) 2024/1275), prévoit, pour les bâtiments fonctionnels : « Les États membres établissent des normes minimales de performance énergétique des bâtiments non résidentiels qui garantissent que ces bâtiments ne dépassent pas le seuil maximal pour la performance énergétique spécifié.

... Les seuils maximaux sont établis sur la base du parc immobilier non résidentiel au 1^{er} janvier 2020. ... Les normes minimales de performance énergétique garantissent, au minimum, que tous les bâtiments non-résidentiels se trouvent en-dessous : a) du seuil de 16% à compter de 2030 ; et b) du seuil de 26% à compter de 2033. ». Le Luxembourg sera obligé d'atteindre les résultats au niveau de l'amélioration de la consommation moyenne d'énergie primaire en kWh/(m².an) sur base des exigences de la directive EPBD et notamment **tous** les bâtiments non résidentiels concernés devront respecter les seuils maximaux aux dates indiquées. Cette obligation de rénovation/décarbonation des bâtiments non résidentiels sera transposée sur base d'une approche volontaire avec incitatifs (politiques et mesures), suivie d'une phase obligatoire pour les propriétaires.

- Mesure N°303 : Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments publics (dont le propriétaire est un organisme public)
- Mesure N°304 : Obligation de rénovation énergétique pour les bâtiments fonctionnels
- Mesure N°319 : Rôle précurseur de l'Etat en matière de bâtiments
- Mesure N°320 : Rôle précurseur du secteur public en matière d'efficacité énergétique
- Mesure N°507 : Obligation d'audit énergétique et monitoring/optimisation pour bâtiments fonctionnels d'une surface supérieure à 1.000 m²
- Mesure N°508 : Obligation de phase-out fossile « accéléré » pour les bâtiments fonctionnels (surface supérieure à 1.000 m²) qui sont adaptés pour un remplacement du chauffage fossile par une pompe à chaleur (système de chauffage à température de départ inférieure ou égale à 55°C (ECS considérée à part))

3.3 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"

Les politiques et mesures mises en place par le ministère portent principalement sur l'amélioration de la sécurité d'approvisionnement dans les secteurs de l'électricité, du gaz, du pétrole et à l'avenir également de l'hydrogène. Il s'agit notamment de veiller à ce que le cadre soit développée de manière appropriée et sûre pour atteindre les objectifs climatiques ambitieux décrits au chapitre 2 en gardant un très haut niveau de sécurité d'approvisionnement énergétique au Luxembourg.

Intitulé de la mesure	N° 901 Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'électricité au Luxembourg	
Description	Le ministère de l'Économie du Grand-Duché de Luxembourg, conformément à l'article 11(3) de la loi relative à l'organisation du marché de l'électricité, entrée en vigueur en août 2007, est chargé de rédiger tous les deux ans un rapport sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en électricité.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 2 ans
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 902 Rapport sur la sécurité d'approvisionnement dans le secteur de gaz au Luxembourg	
Description	Le ministère de l'Économie (MECO/ DG Energie) du Grand-Duché de Luxembourg se voit confier par l'art. 16 de la loi sur l'organisation du marché du gaz, entrée en vigueur en août 2007, la tâche de présenter tous les deux ans un rapport sur la sécurité et la qualité de l'approvisionnement en gaz naturel.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 2 ans
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché du gaz naturel	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 903 Plan de préparation aux risques du Luxembourg pour le secteur de l'électricité	
Description	Le Règlement 2019/941 de l'Union Européenne sur la préparation aux risques dans le secteur de l'électricité établit les règles régissant la coopération entre États membres en vue de prévenir et de gérer les crises électriques. En vertu de l'article 10 dudit règlement, le ministère ayant l'Énergie dans ses attributions en tant qu'autorité compétente luxembourgeoise, et en collaboration avec différents services nationaux et les États voisins, établit un plan de préparation aux risques dans le secteur de l'électricité pour le Grand-Duché de Luxembourg	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 4 ans
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Règl UE 2019/941	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 904 Plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg	
Description	Le règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2017 concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en gaz naturel (ci-après le « Règlement (UE) 2017/1938 ») impose à travers son article 8 à chaque État membre de l'UE l'élaboration d'un plan d'urgence contenant les mesures à prendre pour éliminer ou atténuer l'impact des ruptures de l'approvisionnement en gaz et d'assurer l'approvisionnement en gaz des clients dits « protégés ».	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	Adoptée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 4 ans
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Règl UE 2017/1938	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 905 Plan d'action préventif	
Description	Le règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2017 concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en gaz naturel (ci-après le « Règlement ») impose à travers son article 8 à chaque État membre de l'UE l'élaboration d'un Plan d'Action Préventif (ci-après le « PAP ») contenant les mesures nécessaires pour éliminer ou atténuer les risques identifiés dans les évaluations communes et nationales des risques, y compris les effets des mesures d'efficacité énergétique et des mesures axées sur la demande.	
Type d'instrument	Planification	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
		Mise à jour tous les 4 ans
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Règlement UE 2017/1938	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 906 Réserve de pétrole	
Description	<p>Cette mesure porte sur le suivi des réserves de pétrole. En tant que membre de l'Union européenne et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), le Luxembourg est tenu de disposer d'une réserve de pétrole correspondant à une moyenne de 90 jours d'importations de l'année précédente. Les importateurs de produits pétroliers sont d'ailleurs soumis à l'obligation légale nationale de stockage de huit jours sur le territoire national, de 37 jours sur le territoire régional en dehors du Luxembourg et des quantités restantes dans le reste de l'UE.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	En analyse	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Loi modifiée du 10 février 2015 relative à l'organisation du marché des produits pétroliers	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 907 PLEF Support Group « Security of Supply »	
Description	Le Forum pentalatéral de l'énergie est un cadre de coopération régionale en matière d'énergie qui a initié plusieurs actions pour une plus grande intégration du marché de l'électricité et une meilleure sécurité d'approvisionnement en Europe. La présidence luxembourgeoise en 2022 a été marquée par la guerre en Ukraine et la crise énergétique. Le réseau de confiance existant entre les autorités et les ministres des différents pays s'est avéré très utile pour renforcer la coordination sur le stockage du gaz, pour échanger sur les campagnes d'économie d'énergie et pour comparer et améliorer les évaluations respectives de la sécurité d'approvisionnement tant au niveau du gaz que de l'électricité.	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	https://benelux.int/files/7216/3845/2580/PENTA_MoU_def.pdf	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 908 BeLux Crisis Group for natural gas	
Description	<p>Compte tenu de la zone de marché commune belgo-luxembourgeoise, la collaboration entre la Belgique et le Luxembourg est un élément-clé pour la gestion de crises. Ainsi, une étroite collaboration a eu lieu lors de l'élaboration des plans d'urgence afin d'aligner certaines parties telle que la définition des clients protégés et la structure et logique des mesures. Dans le cas d'une crise nationale ou européenne, les autorités compétentes du Luxembourg et de la Belgique, ensemble avec les GRT des deux pays, se concertent sur une base régulière afin de faire un état des lieux commun sur l'approvisionnement en gaz dans la zone de marché commune belgo-luxembourgeoise et de décider le cas échéant des mesures à prendre.</p> <p>Il existe un accord politique pour approfondir la coopération moyennant la signature d'un accord de solidarité dûment détaillé dans les meilleurs délais.</p>	
Type d'instrument	Accord volontaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 909 Groupe de coordination UE pour l'électricité	
Description	Le groupe offre une plate-forme d'échanges stratégiques entre les États membres, les régulateurs nationaux, l'ACER, l'ENTSOE et la Commission sur la politique de l'électricité. Le groupe peut être convoqué de manière flexible lorsqu'un besoin de discussions stratégiques se fait sentir et il complétera l'échange technique entre les experts des États membres qui a lieu au sein du comité transfrontalier.	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 910 Groupe de coordination UE pour le gaz	
Description	<p>Le groupe de coordination pour le gaz devrait jouer le rôle de conseiller auprès de la Commission afin de faciliter la coordination des mesures de sécurité de l'approvisionnement en cas d'urgence au niveau de l'Union ou régionale. Il est également le principal organe consulté par la Commission dans le cadre de l'établissement des plans d'action préventifs et des plans d'urgence. Le groupe de coordination pour le gaz devrait surveiller l'adéquation et le caractère approprié des mesures à prendre en vertu du règlement (UE) no 994/2010 et échanger toutes les informations pertinentes pour la sécurité de l'approvisionnement en gaz aux niveaux national, régional et de l'Union.</p> <p>Le groupe a été créé par le règlement 994/2010 du Parlement et du Conseil qui est désormais remplacé par le règlement 2017/1938. Sa composition et ses modalités de fonctionnement sont établies par la décision 2006/791/CE de la Commission.</p>	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 911 Sécurité d'approvisionnement dans le secteur de l'hydrogène au Luxembourg	
Description	Analyse de la sécurité d'approvisionnement de la future filière hydrogène pour permettre un développement sûr et sécurisé du marché de l'hydrogène au Luxembourg.	
Type d'instrument	Information	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2028		
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 912 Plans de développement des réseaux	
Description	Mis en place des plans de développement du réseau pour les réseaux de distribution, afin de soutenir l'intégration d'installations de production utilisant des sources d'énergie renouvelables, de faciliter la mise en place d'installations de stockage d'énergie et l'électrification du secteur des transports, et de fournir aux utilisateurs du réseau des informations appropriées sur les extensions ou améliorations prévues du réseau.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	Gestionnaires de réseau	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.4 Dimension "marché intérieur de l'énergie"

La mise en œuvre de l'ensemble du paquet « Énergies propres » (Clean Energy Package) contribue de manière significative au renforcement global du marché intérieur européen. Elle met entre autres à jour les règles qui régissent le fonctionnement du marché intérieur de l'électricité et des réseaux de transport et de distribution.

3.4.1 Infrastructures électriques

Afin de continuer à disposer de capacités d'interconnexion suffisantes pour affronter la transition énergétique, que ce soit du côté de la consommation ou de la production décentralisée d'électricité sur base d'énergies renouvelables, différents projets seront mis en œuvre. A part les efforts pour mettre à niveau les capacités de transport permettant d'acheminer la production d'électricité renouvelable du nord du pays vers les centres de consommation du centre et du sud du pays en modernisant les lignes existantes, le projet 380 assurera les interconnexions nécessaires pour l'accès à la zone de marché commune avec l'Allemagne.

Intitulé de la mesure	N° 1001 Projet 380	
Description	En coopération avec le gestionnaire de réseau de transport allemand Amprion, Creos prévoit de construire une ligne à très haute tension de 380 kV de Bertrange à Aach (Allemagne) en passant par Bofferdange ainsi qu'un poste de transformation 380/220/110-65-kV aux alentours de Bofferdange/Altlinster. À terme, l'infrastructure existante, qui date des années 60, ne sera plus en mesure de couvrir de façon sécurisée les besoins sans cesse croissants en électricité, dus au fort développement économique et démographique du pays. Ce nouveau projet de construction permettra de moderniser le réseau, de garantir la sécurité d'approvisionnement nationale et d'améliorer la qualité de vie de l'ensemble de la population.	
Type d'instrument	autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	2028	
Entité(s) responsable(s)	Autre(s) : Creos	
Référence(s)	https://www.creos-net.lu/creos-luxembourg/projets/380/projet-380.html	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1002 Renforcement du réseau nationale haute tension	
Description	Afin de faciliter l'intégration de davantage de production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables particulièrement au nord du pays, Creos prévoit de renforcer son réseau haute tension et de remplacer, à terme les lignes 65 kV par des lignes 110 kV.	
Type d'instrument	Autre	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	Autre(s) : Creos	
Référence(s)		
Infos complémentaires		

3.4.2 Infrastructures de transport de l'énergie

Le démantèlement de l'ancienne centrale turbine gaz-vapeur (TGV) TwinErg a considérablement fait baisser la demande de gaz en période de pointe. L'infrastructure gazière existante reste donc en mesure de couvrir les besoins d'approvisionnement actuels et prévisibles. Par conséquent, aucune autre mesure d'expansion de l'infrastructure gazière n'est prévue. La capacité d'importation sera améliorée grâce à d'autres mesures, telles que la coopération transnationale.

Bien qu'aucune autre mesure de développement ne soit prévue dans les infrastructures classiques du gaz naturel, une étroite collaboration est en cours avec les pays voisins en vue d'une utilisation optimale de l'infrastructure gazière existante, notamment en cas de crise. Cette coordination continue à se faire à la fois de manière bilatérale, régionale (surtout au sein de la Plateforme Gaz du Forum pentalatéral de l'énergie) et européenne (REGRT-G).

L'infrastructure gazière est financée à l'aide des redevances de réseau correspondantes, approuvées par l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR). L'utilisation de fonds européens n'est pas prévue actuellement.

La proposition de directive concernant des règles communes pour les marchés intérieurs des gaz naturel et renouvelable et de l'hydrogène présentée en décembre 2021, établit des règles pour le transport, la fourniture et le stockage du gaz naturel ainsi que pour la transition du système de gaz naturel vers un système fondé sur les gaz renouvelables. Elle fixe des règles communes pour le transport, la fourniture et le stockage de l'hydrogène au moyen du système d'hydrogène. Elle définit les modalités d'organisation et de fonctionnement de ce secteur, l'accès au marché, les critères et les procédures applicables en ce qui concerne l'octroi d'autorisations pour les réseaux, la fourniture et le stockage de l'hydrogène ainsi que l'exploitation des systèmes. Elle établit des règles aux fins de la mise en place progressive d'un système d'hydrogène interconnecté à l'échelle de l'Union qui contribue à la réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre dues aux secteurs difficiles à décarboner, favorisant de ce fait la décarbonation du système énergétique de l'Union.

Cette proposition de directive, qui suit actuellement encore la procédure législative européenne, jettera la base pour la modélisation du marché de l'hydrogène dans lequel le Luxembourg se positionnera activement. Un premier pas dans cette direction consistera donc dans l'étude sur les besoins futurs en infrastructure dédiée à l'hydrogène au sein de la région Benelux et les interconnexions avec les régions voisines, qui sera finalisée prochainement.

3.4.3 Intégration du marché

L'introduction du marché commun du gaz « BeLux » avec la Belgique en 2015 constitue l'une des mesures clés en vue de l'amélioration de l'intégration du marché gazier luxembourgeois. Ce marché commun du gaz permet aux fournisseurs luxembourgeois d'accéder plus facilement à la plateforme de négoce des terminaux de gaz naturel liquéfié de Zeebrugge, et, au-delà, aux infrastructures de stockage de gaz. Cela favorise la concurrence sur l'ensemble du marché commun et garantit un approvisionnement plus sûr à moindre coût aux consommateurs de gaz.

Au sein du Forum pentalatéral de l'énergie, le groupe de soutien « Intégration des marchés » développera davantage l'intégration accrue des marchés de l'électricité dans la région. En effet, ce forum est un pionnier européen qui exploite pleinement le potentiel de capacité de transport en basant ses méthodes d'allocation de capacité sur les flux de charge. Cela permettra d'améliorer davantage la liquidité du marché et d'assurer une gestion efficace de la congestion et, de manière plus générale, garantir un marché efficace à l'échelle régionale. Des opportunités de participation transfrontalière aux marchés de capacités en France et en Belgique font également l'objet de discussions. Le Forum pentalatéral de l'énergie est un cadre de coopération

régionale en matière d'énergie qui a initié plusieurs actions pour une plus grande intégration du marché de l'électricité

Dans le cadre de la zone de marché commune avec l'Allemagne, le Luxembourg soutient activement la fusion des marchés de l'électricité. Le développement ultérieur de la méthode de calcul de capacité et de la gestion de la congestion au sein de la région « Core » constitue une priorité absolue pour le marché à un jour. Pour le marché intrajournalier, on notera à la fois la participation active à la plateforme intégrée XBID et l'harmonisation des conditions pour les utilisateurs du réseau luxembourgeois par rapport aux conditions-cadres allemandes (notamment *Gate Closure Times*). L'ouverture de l'accès aux marchés d'équilibrage allemands et européens aux usagers du réseau luxembourgeois a partiellement été effectuée et reste à parfaire. Un défi particulier, car, même si le réseau de transport de Creos constitue une « zone de planification » (Scheduling Area) propre, le réglage fréquence-puissance (Load-frequency control) pour l'ensemble de la zone commune est pris en charge par l'entreprise allemande Amprion. L'accès des usagers du réseau luxembourgeois au marché d'équilibrage allemand et européen va permettre de dynamiser la production d'électricité décentralisée au Luxembourg et de créer de nouvelles opportunités de commercialisation pour les ménages, les entreprises, ainsi que l'industrie dans le domaine de la gestion de la demande. Par conséquent, le Luxembourg participe également activement aux plateformes européennes d'échanges d'énergie correspondantes (MARI, PICASSO). Dans ce contexte, il convient également de mentionner la centrale hydraulique de pompage de Vianden, qui est directement connectée au réseau de transport allemand et contribue de manière significative à la stabilité du système et à la sécurité de l'approvisionnement dans la Grande Région.

3.4.4 Facilitation de l'intégration de nouvelles technologies et flexibilisation du système énergétique

La transition énergétique nécessite une augmentation de la flexibilité aux différents niveaux du système énergétique et mène en particulier dans le secteur de l'électricité à un comportement plus actif des utilisateurs du réseau.

En vue de créer une base pour cette participation active des consommateurs d'électricité sur le marché, le Luxembourg avait obligé légalement les gestionnaires de réseaux à remplacer au moins 95 % de tous les compteurs électriques par des compteurs intelligents (*smart meter*) d'ici fin 2020. L'obligation a été remplie et aujourd'hui plus de 98% des compteurs ont été remplacés par des compteurs intelligents. Les bases techniques sont donc jetées pour par exemple l'introduction de tarifs variables dans le temps.

Intitulé de la mesure	N° 1003 Smart Meter Rollout	
Description	L'installation de compteurs intelligents (<i>smart meter</i>) sur l'ensemble du territoire contribuera à l'efficacité du système énergétique et à la sécurité de l'approvisionnement. La législation nationale prévoit un déploiement de compteurs intelligents de l'ordre de 95 % dans le secteur Électricité et de 90 % dans le secteur Gaz d'ici fin 2020. Les compteurs actuels ayant une durée de vie d'une douzaine d'années, une prochaine génération de compteurs intelligents commencera à être déployée dans la deuxième moitié des années 2020. Une analyse des fonctionnalités requise pour cette nouvelle génération de compteurs dans le contexte du système électrique future sera effectuée en amont de ce déploiement.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	2020	
Entité(s) responsable(s)	Autre(s)	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

De plus, les compteurs intelligents fournissent une base technique qui améliore la transparence, la qualité du service et l'efficacité et offre des possibilités de services énergétiques innovants. Ceci comprend par exemple un accès transparent aux données de consommation propres, des processus de communication commerciale améliorés, la dynamisation de la flexibilité des consommateurs ou encore une exploitation plus efficace du réseau. Afin de tirer pleinement parti de ces possibilités, il est toutefois nécessaire de développer davantage l'infrastructure de données. Ainsi la modifiée du 1^{er} août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité a prévu le développement d'une plateforme de données énergétiques permettant notamment aux utilisateurs autorisés (à savoir, l'utilisateur final lui-même) d'accéder à des données pertinentes sur leur

consommation d'électricité en tenant compte de tous les aspects de protection des données qui constituent une priorité absolue. Cette plateforme s'entend comme outil central d'une stratégie de développement de la flexibilité dans le secteur de l'électricité. Ensemble avec les compteurs intelligents, cette plateforme facilite la création de produit innovants autour de la flexibilité et de la production décentralisée.

Intitulé de la mesure	N° 1004 Plateforme de données énergétiques	
Description	Mise en œuvre d'une plateforme informatique nationale de données énergétiques qui permettra une meilleure transparence et efficacité du marché d'électricité et de gaz naturel, facilitera des nouveaux services comme celle de la participation active de la demande à l'équilibrage du système, et aidera au marché à tirer parti des gains d'efficacité sur le plan technique et économique, notamment pour les gros clients d'énergie. Elle permettra également le respect de la protection de données en tant que caractéristique intégrale des traitements effectués sur la plateforme. Ainsi, le cadre légal précise notamment les finalités de la plateforme, les modalités d'application, les données à saisir, la protection des données, ainsi que les règles d'accès à la plateforme et prévoit entre autres que la communication de marché est gérée par cette plateforme.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	2026	
Entité(s) responsable(s)	Autre(s)	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1005 Cadre réglementaire pour l'agrégation	
Description	Un encadrement réglementaire pour l'activité d'agrégateur sera introduite suite à une modification de la loi relative à l'organisation du marché de l'électricité. Ce cadre à dont les détails seront à élaborer par le régulateur visera à clarifier le rôle d'agrégateur, y compris ses droits et responsabilités envers le client et d'autre acteur du marché, afin d'activer ce marché, qui vise à permettre aux clients de valoriser leur flexibilité et d'ainsi devenir des acteurs plus actifs dans la transition énergétique. La possibilité de valoriser la flexibilité permettra aux clients de développer leur potentiel de flexibilité.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, ILR	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1006 Nouvelle structure tarifaire pour les tarifs d'utilisation du réseau	
Description	<p>L'ILR prévoit de revoir la structure des tarifs d'utilisation du réseau pour les clients de tous les niveaux de tension en vue de mettre en place une structure tarifaire équitable propice au développement des services qui participent aux objectifs de politique énergétique, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'assurance de la fiabilité et de la qualité de l'approvisionnement en électricité, • le niveau proportionné des coûts en fonction de la performance, • l'encouragement de l'innovation et de la croissance économique, • le développement de technologies énergétiques propres • et, de manière générale, l'encouragement de toutes les mesures et comportements contribuant à la décarbonation de nos sociétés. <p>Par sa réflectivité plus forte des coûts réelles infligés au réseau par les différents utilisateurs, cette nouvelle méthode tarifaire sera un élément permettant le développement du potentiel de flexibilité aujourd'hui peu exploité tant chez les clients résidentiels que professionnels et industriels.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
	1 ^{er} janvier 2025	
Entité(s) responsable(s)	ILR	
Référence(s)	Projet de modification du Règlement E20/22/ILR du 26 mai 2020 fixant les méthodes de détermination des tarifs d'utilisation des réseaux	
Infos complémentaires	https://web.ilr.lu/FR/Professionnels/Electricite/Commun/Consultations/layouts/15/ILR.Internet/ConsultationsDetails.aspx?cid=117&wid={B85F1184-06D2-4B8E-9A21-0C545B8D293C}&Source=https://web.ilr.lu/FR/Professionnels/Electricite/Commun/Consultations	

Intitulé de la mesure	N° 1007 Prix dynamiques d'électricité	
Description	Une obligation d'offrir des prix dynamiques sera introduite pour tout fournisseur desservant plus de 15 000 clients. Les prix dynamiques sont des formules de prix qui reflète les variations de prix sur les marchés au comptant, y compris les marchés journaliers et intrajournaliers, à des intervalles équivalant au moins à la fréquence du règlement du marché. La possibilité pour les clients finals de s'exposer à de tels prix leur ouvrir la possibilité de valoriser leur flexibilité	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
Entité(s) responsable(s)	MECO, Autre(s)	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Les réglementations existantes ont été adaptées en vue de créer le cadre approprié pour la participation active des consommateurs sur le marché.

La mise en œuvre du paquet « Énergies propres » (Clean Energy Package) en vertu de la loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité permet d'augmenter la flexibilité électrique des consommateurs. Les amendements à cette loi, dernièrement en 2022, ont permis de réglementer et de promouvoir l'autoconsommation basée sur les énergies renouvelables qu'elle soit individuelle ou collective. De plus la notion de communautés énergétiques a été introduite qui permet à cette dernière de produire, consommer, stocker et vendre l'électricité produite par les unités de production dont elle ou ses membres sont propriétaires, d'organiser le partage, au sein de la communauté énergétique, de l'énergie électrique produite par les unités de production dont ladite communauté énergétique ou ses membres ou actionnaires ont la propriété, d'accéder à tous les marchés de l'énergie pertinents directement ou par agrégation et de fournir des services liés à l'efficacité énergétique, des services de recharge pour les véhicules électriques ou d'autres services énergétiques à ses membres ou actionnaires.

L'ILR publie des rapports annuels sur le marché de l'électricité et du gaz. Ces rapports analysent notamment la situation concurrentielle des marchés en se basant sur le nombre de fournisseurs opérant au Luxembourg et les taux de changement de fournisseurs chez les clients dans différents segments. De plus, l'ILR rédige un rapport annuel sur la conformité des prix de l'approvisionnement en électricité et en gaz par rapport aux obligations de service public.

Intitulé de la mesure	N° 1008 Facilitation de partage d'électricité et de communautés énergétiques	
Description	Prévus par la loi depuis février 2021, les communautés énergétiques et l'autoconsommation collective seront encouragées par le cadre légal et des mesures accompagnantes. Le partage d'électricité est facilité par une plateforme gérée par les gestionnaires de réseau permettant l'allocation de quantités d'énergie selon les besoins d'un groupe de partage. Le Klima-Agence conseillera les citoyens souhaitant créer de communautés énergétiques et mettra à disposition des conventions types facilitant cette création.	
Type d'instrument	Réglementaire, information	
Etat d'avancement	Mise en œuvre	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2021		
Entité(s) responsable(s)	MECO, Klima-Agence, Gestionnaires de réseau	
Référence(s)	Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1009 Soutien aux contrats à long terme (power purchase agreements PPA)	
Description	<p>Tel que fixé dans le Solidaritéits Pak 2.0 du 28 septembre 2022, cette mesure va encourager les entreprises à s'approvisionner en énergie directement auprès de fournisseurs d'énergie renouvelable à travers des « <i>power purchase agreements</i> » (PPA).</p> <p>Les PPA favorisent essentiellement la consommation d'énergie produite à partir de ressources renouvelables et ceci à des prix stables qui se situent actuellement en-dessous des prix du marché. Ils contribuent ainsi autant à la compétitivité des entreprises dans le contexte de la crise actuelle qu'à la transition énergétique à travers la décarbonation des processus de production.</p> <p>Dans ce contexte, le Gouvernement élaborera de nouveaux instruments de de-risking destinés à certains secteurs particulièrement exposés au risque d'un désavantage concurrentiel en raison du coût de l'énergie dû à la crise de l'énergie. Par le biais de ces instruments, ces entreprises pourront bénéficier d'aides qui couvriront la différence entre le prix du marché et le prix de l'énergie payé dans le cadre d'un PPA dans l'hypothèse où les prix de l'énergie sur le marché passeront en-dessous des prix des PPA.</p> <p>Ces modifications seront introduites sous réserve de leur approbation par les services compétents de la Commission européenne.</p>	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Mise en œuvre, Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2022	2024	
Entité(s) responsable(s)	MECO	
Référence(s)	Solidaritéits Pak 2.0	
Infos complémentaires		

Intitulé de la mesure	N° 1010 Mécanisme de support explicite pour la flexibilité	
Description	La flexibilité du côté de la demande d'électricité est un élément clé pour permettre le déploiement à très grande échelle de production renouvelable décentralisée dans le système électrique. Bien que des mesures telles qu'une nouvelle structure tarifaire (cf. mesure N°1006), ou l'introduction de prix dynamiques pour l'énergie (mesure N°1007) visent à inciter au développement de la flexibilité, ces mesures ne garantissent pas que suffisamment de flexibilité soit déployé sur cette base. A cette fin, le règlement 2024/XXXX visant à améliorer la conception du marché de l'électricité de l'Union prévoit une évaluation des besoins en flexibilité à effectuer par le régulateur sur base d'une méthodologie à développer au niveau européen avec la participation des gestionnaires de réseau et de l'agence européen pour la coopération des régulateurs de l'énergie (ACER). Si cette évaluation, à effectuer la première fois en 2027 montre un besoin, un mécanisme explicite pour le support de la flexibilité sera introduit.	
Type d'instrument	Réglementaire	
Etat d'avancement	Planifiée	
Début de mise en œuvre	Fin de mise en œuvre	Observations
2024	2027	
Entité(s) responsable(s)	MECO, ILR	
Référence(s)	Règlement 2024/XXXX visant à améliorer la conception du marché de l'électricité de l'Union	
Infos complémentaires		

3.4.5 Précarité énergétique

La prévention et la diminution des besoins énergétiques est la clé pour atténuer autant que possible le risque que des personnes ne disposent pas de suffisamment de moyens pour chauffer leur logement ou qu'elles ne puissent pas payer leurs factures d'électricité, de gaz, d'eau et de chauffage.

Des mesures spécifiques sont ciblées aux ménages en précarité énergétique et/ou à faible revenus.

Mesure **N°317** : Sensibilisation, information, guides et services de conseil en matière de bâtiments

Mesure **N°311** : Régime d'aides individuelles au logement

Mesure **N°312** : Régime d'aides à la pierre

Mesure **N°329** : Assistance aux ménages en précarité énergétique

Ces mesures sont complémentaires aux mesures transversales :

Mesure **N°310** : Régime d'aides « prêts climatiques »

Mesure **N°316** : Stratégie de rénovation à long terme des bâtiments

Mesure **N°309** : Préfinancement dans le cadre du régime d'aides Klimabonus Wunnen

Mesure **N°324** : Exigences minimales de performance énergétique pour logements mis en location (incitatifs propriétaires)

Mesure **N°405** : Promotion des transports publics

Dans le cas où ces mesures ne seraient pas suffisantes, la législation actuelle en matière d'aide sociale stipule que toute personne remplissant les conditions d'éligibilité à l'aide sociale a droit à un approvisionnement minimum en énergie domestique dans des conditions spécifiées, si elle n'est pas en mesure de couvrir le coût de son énergie domestique.

3.5 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"

3.5.1 Mesures spécifiques RDI

Les stratégies et outils en place ainsi que l'échantillon des activités RDI publiques et privées mises en évidence dans le chapitre 2.5 montrent la grande latitude des thématiques. Il s'avère que malgré les stratégies existantes, les capacités RDI en matière de transition énergétique sont souvent trop fragmentées et pas assez coordonnées, ne permettant pas d'un côté de produire des réponses efficaces face aux défis interdisciplinaires, et d'un autre côté d'activer ces réponses et de mettre en œuvre des solutions. Le FNR a également reconnu ce déficit de coordination et lancé début 2023 un nouveau projet NCER (National Centre of Excellence in Research) ayant pour objet la transition énergétique et l'action climat (repris comme Mesure N° 115 ci-dessous)⁴⁸.

Une partie des mesures proposées directement en lien avec les acteurs RDI et reprises de manière transverse dans le chapitre 3.1 – Dimension « décarbonation » visent donc à renforcer les collaborations interdisciplinaires sur toute la chaîne de maturité (de la recherche fondamentale vers l'implémentation technologique ou réglementaire) et d'accélérer ainsi l'implémentation de solutions produites par l'écosystème RDI public et privé au Luxembourg. Elles contribueront à augmenter l'attractivité du pays face aux talents et acteurs innovants dans toutes les disciplines scientifiques et technologiques et à renforcer la compétitivité des acteurs. Deux types de mesures sont priorisés à ces fins, des mesures pour 1) fournir des incitations pour des collaborations inter- et transdisciplinaires à travers des financements fédérateurs et 2) renforcer les capacités d'enseignement de recherche de l'Université du Luxembourg à travers des chaires de professeurs, qui contribueront également à étoffer les écosystèmes académiques existants. Mesures spécifiques à la RDI:

Mesure N° 115 : National Centre of Excellence in Research (NCER) pour la transition énergétique et l'action climat

Mesure N° 116 : Programme RDI stratégique pour la gouvernance de la transition énergétique et de l'action climat

Mesures N° 117 : Soutenir la mise en place de chaires de recherche et de partenariats public-privé ou public-public auprès de l'Université du Luxembourg et auprès des centres de recherche publics

La mesure N° 117 reflète l'importance de la création, diffusion et vulgarisation du savoir et savoir-faire scientifique et technologique au niveau de la formation initiale (y inclus formation académique) et continue, voire de la société dans sa globalité. Les changements systémiques requis pour réussir la transition énergétique nécessitent avant tout son appropriation par tous les acteurs de la société. Il importe de noter que la mise en place de ces chaires sera conditionnée par des financements tiers à long terme pour garantir l'implication des parties prenantes publiques et privées, que les chaires devront s'intégrer dans la stratégie de développement thématique de l'Université et qu'elles seront à valider, in fine, par les organes de gouvernance de l'Université.

Ces mesures sont en ligne avec les mesures RDI proposées dans la 1^{ère} édition du PNEC pour la période 2021 à 2030 reprises ci-dessous et contribuent à les rendre plus opérationnelles, à savoir :

- La refondation d'une infrastructure de recherche impliquant tous les acteurs concernés du domaine de la recherche et de l'innovation
- L'augmentation continue des investissements dans la recherche et le développement énergétiques

⁴⁸ Le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et le Fonds national de la recherche lancent le programme National Centres of Excellence in Research - gouvernement.lu // Le gouvernement luxembourgeois (https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2023/01-janvier/24-meisch-pgprogramme-recherche.html)

- Le renforcement des efforts et des capacités des instituts de recherche nationaux
- Le Luxembourg comme « hub » international pour les « climate solutions »

3.5.2 Autres mesures du PNEC en lien avec des activités RDI

Au-delà des mesures spécifiques RDI maintes autres mesures du PNEC peuvent s'appuyer sur des compétences RDI publiques et privées et vice-versa alimenter des activités RDI. En effet la mise en œuvre des objectifs ambitieux du PNEC repose largement sur une innovation technologique et socio-économique accélérée. Citons à titre d'exemples :

Mesures N° 106, 107, 108, 110 ou 112, qui proposent des approches alternatives de développement du territoire et de l'organisation urbanistique et supportent notamment les communes à les mettre en place,

Mesures N° 215, 216, 222 ou 223, visant le développement des filières de production et de stockage des énergies renouvelables,

Mesures N° 316, 322 ou 323 en relation avec la construction et rénovation durables et les besoins de mettre en place des méthodologies d'analyse de cycle de vie pour évaluer les impacts climatiques globaux des bâtiments,

Mesures N° 427, 510, 513, 514 ou 523 en relation avec la décarbonation d'activités de transport, de logistique et de production industrielle ou artisanale, y inclus les technologies de captage, de stockage et d'utilisation du carbone,

Mesures N° 522, 602 et 603 visant une gestion plus économe des ressources et une réduction de l'empreinte carbone associée à travers les principes de l'économie circulaire.

A noter que la panoplie de politiques et mesures contenues au chapitre 3.1.1.4 vise à favoriser le développement de projets « zéro net » utiles aux industries à forte intensité énergétique.

3.5.3 Financement et coopérations

Les objectifs et moyens de financement des activités RDI sont décrits dans le chapitre 2.5, aussi bien au niveau national qu'au niveau européen. Au vu de la taille du pays et des liens organisationnels très forts avec le Grande-Région et l'Europe, des collaborations avec des acteurs RDI au-delà des frontières nationales sont cruciales pour développer des solutions communes. Ces collaborations sont notamment supportées avec succès par Luxinnovation : le rapport d'activités 2022 du MESR renseigne ainsi que 150 nouveaux contrats Horizon Europe impliquant des participants luxembourgeois ont été signés en 2022.⁴⁹ Le maintien du Luxembourg de la 7^{ème} place dans le tableau européen de l'innovation en 2022, avec une position en tête du classement des systèmes de recherche les plus attractifs⁵⁰, reflète également l'importance accordée aux coopérations internationales.

Deux mesures du PNEC contribuent de manière spécifique à étoffer les moyens de financement disponibles pour des activités RDI en relation avec la transition énergétique et l'action climat, à savoir :

Mesure N° 103 : Fonds Climat et Énergie, établi par la loi relative au climat (Mesure N° 101)

⁴⁹ Rapport d'activité 2022 du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (<https://gouvernement.lu/dam-assets/fr/publications/rapport-activite/minist-enseignement-superieur-recherche/2022-rapport-activite-mesr/mesr-rapport-annuel-2022.pdf>)

⁵⁰ Les trois indicateurs de la rubrique « attractivité du système de recherche » sont les co-publications scientifiques internationales, les citations des publications scientifiques et la part des doctorants étrangers, voir aussi https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en#european-innovation-scoreboard-2022.

Mesure N° 104 : Fonds pour une transition juste, nouvel instrument financier de la politique de cohésion de l'Union européenne.

Un certain nombre de mesures financières du PNEC contribue également à garantir des prix d'énergie abordables pour les entreprises, facteur de compétitivité important, et tout aussi important, d'aider les entreprises à accomplir la décarbonation de leurs propres activités. Il s'agit notamment d'un paquet de mesures de soutien financier, décrit dans le chapitre 3.1.1.4 (dimension décarbonation industrie) et dans le chapitre 3.4 (dimension marché intérieur de l'énergie). S'y ajoutent des mesures pour une mobilité et logistique décarbonée (N° 425, 426 et 427). Les effets de ces mesures en termes de prix d'énergie compétitifs au niveau national sont illustrés dans le chapitre 4.5.3 - Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie.

4 État actuel et projections sur la base des politiques et mesures existantes

Afin de créer une base analytique solide en vue de l'analyse de la politique énergétique et climatique du Luxembourg, la modélisation a été confiée à un groupe d'experts nationaux. Les projections de long terme ont été élaborées par le STATEC en collaboration avec l'Administration de l'environnement (AEV), le Service d'économie rurale (SER) et les experts des différents ministères concernés. Le STATEC a été chargé de modéliser la consommation et la production d'énergie ainsi que les émissions de GES issues de la combustion, alors que le SER a traité le secteur de l'agriculture et l'AEV celui des déchets.

Tel que demandé par le règlement (UE) 2018/1999 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat, deux scénarios ont été dégagés :

- Le **scénario WEM** (« With Existing Measures ») est **basé sur les politiques et mesures existantes, ayant été adoptées jusqu'au 31 décembre 2021**. Il consiste essentiellement en une prolongation des tendances observées dans les données historiques et est présenté au **chapitre 4**.
- Le **scénario WAM** (« With Additional Measures ») **intègre des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées)**, telles que décrites au chapitre 3. Il est présenté au **chapitre 5**.

Les projections ont été établies à l'aide de plusieurs outils complémentaires. Les principaux modèles du STATEC sont au nombre de trois :

- Le modèle économétrique Modux est utilisé pour élaborer les projections macroéconomiques servant de base à la mise à jour annuelle du programme de stabilité et de croissance dans le cadre du « semestre européen ». Les principaux résultats concernent la croissance économique et démographique, ainsi que les ventes de carburants à l'horizon 2028.
- Le modèle d'équilibre général ThreeME est utilisé pour les projections macroéconomiques à l'horizon 2050. Il réplique les projections de moyen terme de Modux et est couplé au modèle énergétique NEAM. Contrairement à ce dernier, ThreeME permet d'évaluer l'impact de mesures fiscales telles que la taxe CO₂.
- Le modèle énergétique NEAM permet de projeter les consommations d'énergie et les émissions de GES en intégrant notamment toutes les informations disponibles sur les flux et les stocks des bâtiments et des véhicules. Ainsi, il permet entre autres d'évaluer l'impact de mesures concernant les bâtiments, ou encore l'impact des voitures électriques ou du choix modal.
- Un modèle macro-démographique du STATEC qui considère l'attraction de travailleurs étrangers en fonction de déterminants économiques et détermine par la suite la structure d'âge de la population. Les scénarios macro-démographiques qui en résultent sont ensuite répliqués par les modèles ThreeME et NEAM.

Les deux scénarios (WEM et WAM) reposent sur un ensemble d'hypothèses en ce qui concerne les principaux facteurs exogènes. D'une manière générale, il convient de noter que les projections servent certes d'orientation, étant donné qu'elles prennent en compte les données les plus actuelles et les spécificités du Luxembourg, mais que toute projection de long terme est toujours liée à des incertitudes inhérentes. Ceci est particulièrement vrai pour un petit système économique ouvert comme le Luxembourg. Par conséquent, des décisions prises dans les pays partenaires ou au niveau européen, voire des développements au niveau mondial, peuvent entraîner des changements considérables des hypothèses qui sous-tendent les scénarios présentés dans le présent plan.

4.1 Évolution projetée des principaux facteurs exogènes

Dans le scénario WAM, une évolution plus dynamique des éléments de la demande nationale liée à la transition énergétique aurait une incidence faible mais positive sur la croissance. Par conséquent, le PIB, la population, l'emploi et le nombre de frontaliers sont légèrement plus élevés dans le scénario WAM que dans le WEM.

4.1.1 Prévisions macroéconomiques

D'après les projections du STATEC, la population luxembourgeoise passera dans le scénario WAM d'environ 635 000 habitants en 2020 à environ 751 000 en 2030, puis à environ 844 000 en 2040 et 930 000 en 2050. Cela équivaut à une croissance moyenne de 1,7% par an jusqu'en 2030, qui diminuera ensuite à 1,2% par an entre 2030 et 2040 et à 1,2% par an entre 2040 et 2050. Au total, la population luxembourgeoise augmentera d'environ 18% d'ici 2030 par rapport à 2020, d'environ 33% d'ici 2040 et 47% d'ici 2050.

Tableau 37 : Croissance démographique et produit intérieur brut (PIB) dans les scénarios WEM et WAM

WEM	Unités	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Population	Milliers d'habitants	635	695	747	795	840	884	926
PIB	Taux de croissance annuel en %	-0,9	3,0	2,0	2,1	2,3	2,1	2,0

WAM	Unités	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Population	Milliers d'habitants	635	699	751	798	844	888	930
PIB	Taux de croissance annuel en %	-0,9	2,9	2,0	2,0	2,4	2,1	2,1

Source : Statec (2024)

Selon les projections de court terme de Modux (jusqu'en 2025), la modélisation du STATEC table sur un taux de croissance annuel du produit intérieur brut de 2,9% dans le scénario WAM en 2025.

4.1.2 Hypothèses concernant les prix de l'énergie

En ce qui concerne les hypothèses relatives aux tendances des prix sur les marchés de l'énergie mondiaux et européens, la recommandation de la Commission européenne⁵¹ a été suivie.

Tableau 38 : Hypothèses concernant l'évolution des prix des sources d'énergie fossiles

	Unité	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Pétrole	€2023/toe	320	520	582	645	663	718	825
Gaz naturel (PCI)		155	394	377	344	422	412	403
Charbon		80	172	169	161	160	166	166

Source : Commission européenne (2024)

⁵¹ European Commission (2024), Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025

4.2 Dimension "décarbonation"

4.2.1 Émissions et absorptions de GES

4.2.1.1 Evolution des émissions annuelles de GES pour la période de 2005 à 2022

L'évolution des émissions annuelles de GES de 2005 à 2022 est présentée au Tableau 39. En 2022, au total 8,19 millions t CO_{2eq} étaient émises, correspondant à une **réduction de 37% par rapport à 2005**. 86% des émissions de 2022 (7,06 millions t CO_{2eq}) sont attribuées au Luxembourg au titre du règlement sur le partage de l'effort (« Effort Sharing Regulation »)⁵², dont le périmètre est identique à celui de la loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat pour la période 2021-2030 (**émissions ESR / loi climat**). 14% (1,13 millions t CO_{2eq}) sont comptabilisées sous le système d'échange de quotas d'émissions (« Emission Trading System »)⁵³ (**émissions ETS**). Finalement, en 2022, le bilan des émissions et absorptions de GES résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (« Land Use, Land Use Change and Forestry »)⁵⁴ s'élevait à -0,65 millions t CO_{2eq} (**LULUCF**).

En ce qui concerne les **émissions ESR / loi climat**, les émissions de l'année **2022** étaient en baisse par rapport à 2021 (-12,5%) et se situent 23,6% en dessous du niveau de 2019, respectivement 30,2% en dessous du niveau de l'année de référence 2005. Elles sont par ailleurs 9,2% inférieures à l'allocation d'émissions pour 2022 fixée au titre du règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (voir aussi Figure 1). **L'objectif national de réduction des émissions pour l'année 2022 a donc été respecté, tout comme pour l'année 2021.**

Tableau 39 : Émissions et absorptions historiques de GES

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2005*	2019	2020	2021	2022
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	442	539	540	614	566
Transports	7164	6171	4618	4919	4217
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1630	1608	1587	1621	1395
Agriculture et sylviculture	696	710	721	717	689
Traitement des déchets et des eaux usées	184	207	194	193	192
EMISSIONS ESR / loi climat	10116	9235	7661	8065	7058
EMISSIONS ETS	2919	1496	1377	1317	1134
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	13035	10731	9037	9383	8192
LULUCF	-572	-367	-451	-608	-648

* Les données de 2005 sont les chiffres arrêtés pour déterminer l'objectif climatique national à l'horizon 2030 ainsi que les objectifs sectoriels, sur la base de l'inventaire vérifié de 2021 et en tenant compte du champ d'application actuel du système d'échange de quotas d'émissions de l'UE (EU-ETS).

Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024)

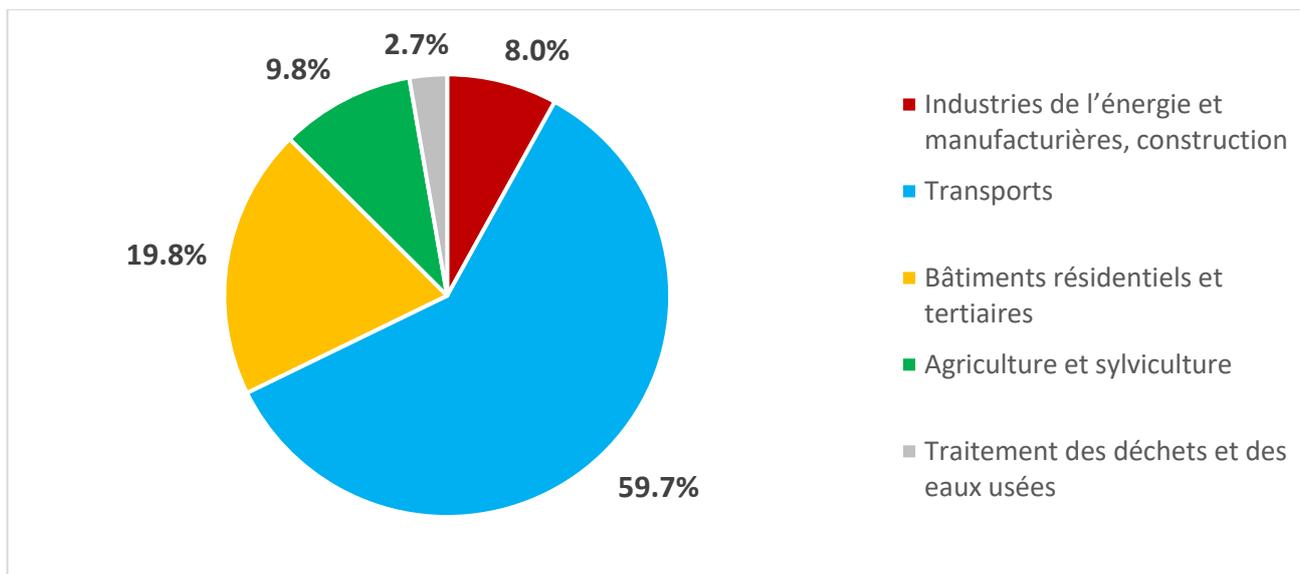
Par ailleurs, en 2022, les émissions ESR / loi climat étaient dominées par le secteur des transports (59,7%), suivi des bâtiments (19,8%), de l'agriculture (9,8%), de l'industrie (8,0%) et des déchets (2,7%), telles que illustrées à la Figure 20.

⁵² R(UE) 2018/842 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de GES par les Etats membres de 2021 à 2030. Ce règlement a pris la relève de la Décision n° 406/2009/CE relative à l'effort à fournir par les États membres pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (« Effort Sharing Decision »).

⁵³ Directive 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'Union

⁵⁴ R(UE) 2018/841 relatif à la prise en compte des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie

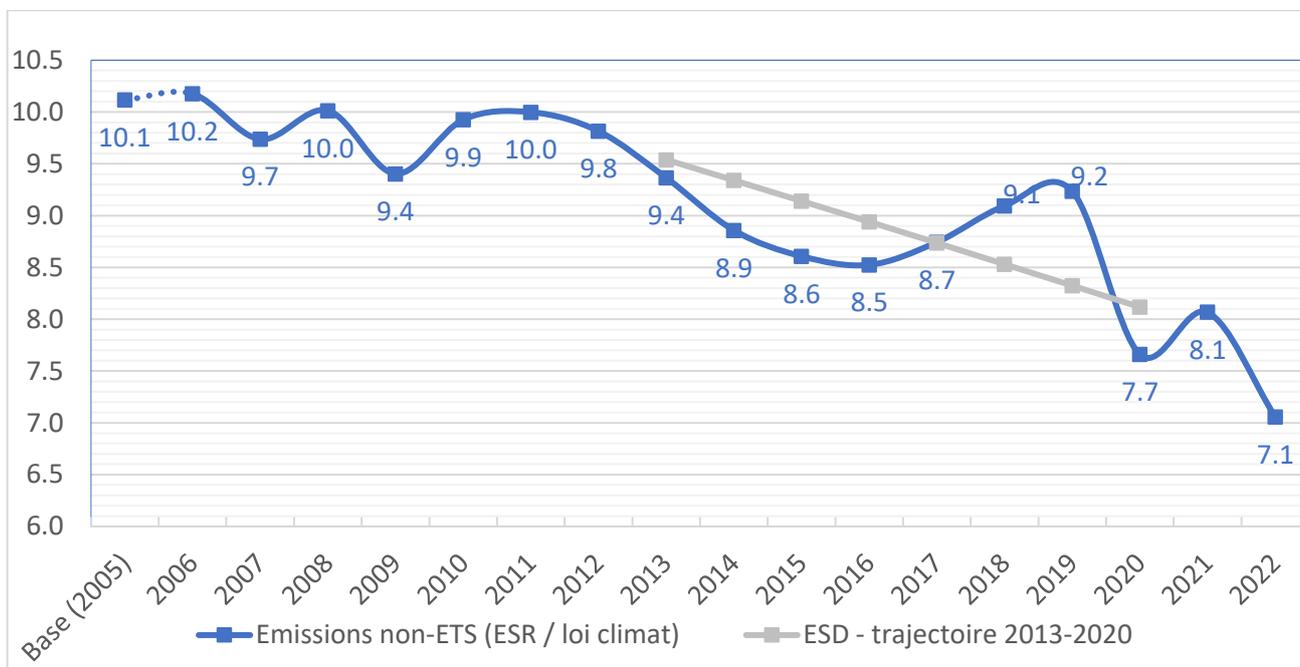
Figure 20 : Répartition sectorielle des émissions de GES selon la loi climat en 2022



Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024)

Enfin, l'évolution des émissions non-ETS (émissions ESR / loi climat) est présentée à la Figure 21 pour toute la période comprise entre 2005 et 2022. Elle est comparée à la trajectoire de la décision n° 406/2009/CE relative à l'effort à fournir par les États membres pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (ESD) de 2013 à 2020.

Figure 21 : Évolution des émissions non-ETS (émissions ESR / loi climat) pour la période de 2005 à 2022



Source : Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024)

4.2.1.2 Projections sur la base des politiques et mesures existantes (scénario WEM)

Le **scénario WEM** (« With Existing Measures ») est **basé sur les politiques et mesures existantes, ayant été adoptées jusqu'au 31 décembre 2021**. Les tableaux suivants affichent les résultats des projections WEM pour chacun des 5 secteurs de la loi relative au climat, pour les installations tombant sous le champ d'application de la directive ETS ainsi que pour le secteur LULUCF.

Tableau 40 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2030 sur la base des politiques et mesures existantes (**scénario WEM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	*	*								
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	614	566	556	532	510	488	466	444	423	402
Transports	4919	4217	4494	4575	4550	4476	4401	4283	4152	4031
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1621	1395	1663	1641	1610	1574	1545	1522	1489	1454
Agriculture et sylviculture	717	689	713	706	702	700	699	701	702	704
Traitement des déchets et des eaux usées	193	192	184	180	177	173	170	167	164	165
EMISSIONS ESR / loi climat	8065	7058	7610	7635	7549	7411	7282	7117	6930	6756
EMISSIONS ETS	1317	1134	1310	1304	1297	1291	1285	1279	1273	1268
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	9383	8192	8921	8938	8846	8702	8567	8396	8204	8023
LULUCF	-608	-648	-398	-360	-327	-306	-278	-266	-235	-201

* Les émissions des années 2021 et 2022 sont des données observées, figurant au dernier inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024). Les projections commencent à partir de l'année 2023.

Source : Statec, AEV & SER (2024)

Tableau 41 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2050 sur la base des politiques et mesures existantes (**scénario WEM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	510	402	324	256	216	188
Transports	4550	4031	3552	3250	3055	2883
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1610	1454	1278	1105	939	741
Agriculture et sylviculture	702	704	711	705	698	692
Traitement des déchets et des eaux usées	177	165	167	169	171	171
EMISSIONS ESR / loi climat	7549	6756	6032	5485	5078	4675
EMISSIONS ETS	1297	1268	1242	1219	1210	1207
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	8846	8023	7274	6703	6287	5882
LULUCF	-327	-201	-53	-211	-360	-508
BILAN TOTAL – ESR / loi climat & ETS & LULUCF	8519	7822	7221	6492	5928	5374

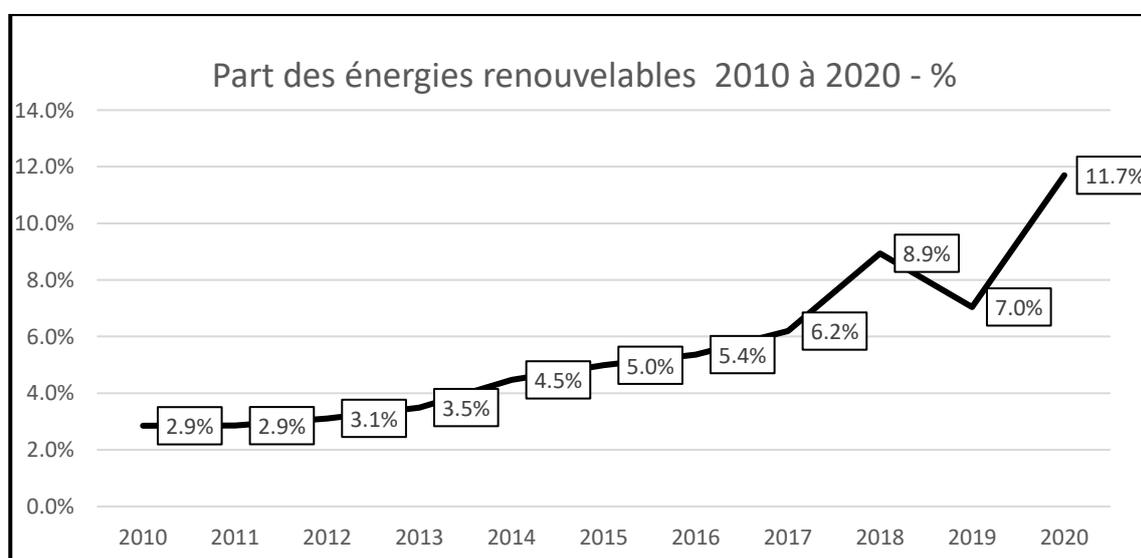
Source : Statec, AEV & SER (2024)

4.2.2 Énergies renouvelables

Le Conseil de gouvernement a adopté le 20 mai 2020 la version initiale du Plan national climat et énergie (PNEC). Ce plan décrit les politiques et mesures suivant un scénario de base et un scénario de référence qui décrit les objectifs nationaux ambitieux à poursuivre pour atteindre une réduction des émissions de gaz à effet de serre (- 55 %), une quotepart minimale d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie du Luxembourg (25 %) et les mesures d'efficacité énergétique (réduisant la consommation d'énergie de 40 à 44 %) à l'horizon 2030. Le détail des objectifs sectoriels et des technologies afférentes se trouve au chapitre 2.1.2 Énergies renouvelables. Le chapitre qui suit décrit le scénario avec les mesures existantes.

Situation de départ : évolution historique de la production d'énergie à partir de sources renouvelables suivant les différents secteurs de 2010 à 2020

Figure 22 : Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie : période 2010 à 2020 y inclus la coopération européenne



Source : EUROSTAT(SHARES)

Tout au long de la période 2010 à 2020 et sous l'impulsion du plan d'action en matière d'énergies renouvelables (NREAP), la part des énergies renouvelables a continuellement augmenté (Figure 22). Ce graphique inclut à la fois la production nationale et les transferts statistiques européens. L'écart en 2019 s'explique par le fait qu'aucune trajectoire indicative ou objectif contraignant n'étaient fixés et que des transferts statistiques n'ont pas eu lieu.

En 2022, suivant les chiffres publiés par EUROSTAT, la part globale d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie était de 14,36 %, ce qui représente une croissance substantielle au cours de la dernière décennie.

L'évolution des parts des énergies renouvelables dans les secteurs de l'électricité, de la chaleur et du transport pour les années 2017 à 2022 est reprise dans le Tableau 42. Au cours de cette période, la part des énergies renouvelables a presque doublé, passant de 5,9 % à 11,23% (sans coopération européenne).

Tableau 42 : Part des énergies renouvelables par secteur entre 2017 et 2022

EUROSTAT-SHARES	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Part EnR, secteur électricité %	8,1%	9,1%	10,9%	13,9%	14,2%	15,94%
Part EnR, secteur chaleur %	7,5%	8,5%	8,9%	12,7%	12,9%	15,41%
Part EnR, secteur transport (sans multiplicateurs) %	5,4%	5,4%	7,0%	8,0%	8,0%	8,72%
Part EnR totale - production / consommation %	5,9%	6,2%	7,0%	10,1%	9,9%	11,23%
Part EnR totale - Coopération EnR incline %	5,9%	8,6%	7,0%	11,7%	11,7%	14,36%

La répartition des sources d'énergies renouvelables diffère suivant la faisabilité de projets potentiels sur le territoire national. En raison de sa géographie, son enclavement territorial et sa topographie, le Luxembourg se concentre avant tout sur le déploiement de l'énergie éolienne, du photovoltaïque et de la biomasse, tout en veillant pour cette dernière à la disponibilité de la matière première au niveau régional et au respect des critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre ainsi qu'à une utilisation cascade de la biomasse.

PNEC 2020 : comparatif : scénario de référence (WEM) et scénario de cible (WAM)

Tableau 43 : Part des énergies renouvelables par secteur d'ici 2040 – Scénario de référence du PNEC 2020

Referenzszenario

	EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut					EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage						
	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	GWh	752	1.249	1.731	2.071	2.332	%	11,9%	19,4%	26,5%	31,3%	34,7%
EE-Wärme		1.626	2.070	2.462	2.699	2.896		12,1%	15,4%	18,6%	20,4%	21,9%
EE-Biokraftstoffe		1.855	1.892	1.993	1.450	1.450		7,7%	8,0%	8,0%	5,6%	5,5%
EE-Verkehr, gesamt*		2.784	3.438	4.463	4.355	5.390		11,1%	13,5%	16,1%	15,1%	17,6%
EE-Gesamt, national		4.232	5.211	6.187	6.221	6.679		9,2%	11,2%	12,9%	12,8%	13,5%
EE-Kooperationsbedarf		1.000	2.917	4.833	4.833	4.833		2,2%	6,2%	10,1%	9,9%	9,7%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation		5.232	8.128	11.020	11.054	11.512		11,3%	17,4%	23,0%	22,7%	23,2%
Vergleich: Bruttoend- energiebedarf**		46.119	46.717	47.913	48.773	49.650						

Le scénario de référence du PNEC 2020 qui se base sur les mesures existantes (WEM) connaît une évolution continue mais peu soutenue tout au long de la période 2030 à 2040. La production d'énergies renouvelables passe de 6.187 GWh en 2030 (sans coopération européenne) à 6.679 GWh en 2040 - une croissance de 8 % sur une période de 10 ans (Tableau 43). Cette croissance assez faible dans le scénario de référence montre la nécessité de mesures additionnelles pour accélérer le déploiement des énergies renouvelables.

Tableau 44 : Part des énergies renouvelables par secteur d'ici 2040 - Scénario cible du PNEC 2020

Zielszenario Paris Art. 2.1a

	EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut					EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage						
	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	GWh	748	1.563	2.251	2.680	3.150	%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
EE-Wärme		1.626	2.030	2.551	2.495	2.609		13,7%	19,9%	30,5%	35,8%	47,1%
EE-Biokraftstoffe		1.632	1.563	1.485	1.738	1.749		7,5%	8,8%	10,0%	14,4%	18,7%
EE-Verkehr, gesamt*		2.581	3.755	4.769	7.391	9.587		11,3%	18,4%	25,6%	40,4%	54,3%
EE-Gesamt, national		4.006	5.156	6.287	6.914	7.508		9,4%	13,9%	19,6%	24,8%	31,9%
EE-Kooperationsbedarf		1.000	1.374	1.748	1.748	1.748		2,3%	3,7%	5,4%	6,3%	7,4%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation		5.006	6.530	8.035	8.662	9.257		11,8%	17,6%	25,0%	31,0%	39,3%
Vergleich: Bruttoendenergiebedarf**			42.587	37.203	32.141	27.926		23.526				

La comparaison des deux scénarios met en lumière que dès le début, la volonté politique de progresser dans la production d'énergies renouvelables sur le territoire national était manifeste. Pour l'année 2030, la consommation totale d'énergie se réduit de manière conséquente notamment sur base des mesures renforçant l'efficacité énergétique. Par conséquent, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie passe de 12,9 % à 19,6 % pour le scénario cible. Pour l'année 2040, la production nationale d'énergies renouvelables augmente de 830 GWh. La part des énergies renouvelables passe de 13,5 % à 31,9 % (Tableau 44).

Cet écart important entre les deux scénarios montre que les objectifs par rapport aux énergies renouvelables sont ambitieux et ont un impact significatif sur la part des énergies renouvelables. Les augmentations relatives entre les différents scénarios sont reprises dans le Tableau 45.

Tableau 45 : Différences relatives entre le scénario cible et le scénario de référence - PNEC 2020

Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

	EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut					EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage						
	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	%, Veränderung, bezogen auf Referenz- szenario	-0,5%	25,2%	30,0%	29,4%	35,0%	%, Veränderung, bezogen auf Referenz- szenario	-0,1%	21,1%	26,4%	24,0%	31,0%
EE-Wärme		0,0%	-1,9%	3,6%	-7,6%	-9,9%		13,4%	29,2%	63,8%	75,6%	114,6%
EE-Biokraftstoffe		-12,0%	-17,4%	-25,5%	19,8%	20,6%		-2,5%	10,1%	25,6%	155,2%	242,3%
EE-Verkehr, gesamt*		-7,3%	9,2%	6,9%	69,7%	77,9%		1,9%	36,2%	59,3%	168,1%	208,9%
EE-Gesamt, national		-5,3%	-1,1%	1,6%	11,1%	12,4%		2,5%	24,2%	51,5%	94,1%	137,2%
EE-Kooperationsbedarf		0,0%	-52,9%	-63,8%	-63,8%	-63,8%		8,3%	-40,8%	-46,1%	-36,8%	-23,7%
EE-Gesamt, inkl. Kooperation		-4,3%	-19,7%	-27,1%	-21,6%	-19,6%		3,6%	0,9%	8,7%	36,9%	69,7%

*inkl. Multiplikationsfaktoren gemäß Berechnungslogik hinsichtlich des EE-Anteils im Verkehrssektor

**Unter Berücksichtigung der Deckelung des Energiebedarfs für Flugverkehr: Das EU-Regulativ schreibt eine Deckelung bei der Berücksichtigung des Energiebedarfs des Flugverkehrs dar, sodass im Falle vergleichsweise kleiner Mitgliedsstaaten hier keine Verzerrung bzw. Pönalwirkung entstehen würde. Der Energiebedarf für Flugverkehr liegt bei beiden Szenarien im Jahr 2030 bei 5.936 GWh – aufgrund der Deckelung werden hierfür jedoch nur 2.216 GWh für die Ermittlung des Bruttoendenergiebedarfs berücksichtigt. Im Falle Luxemburgs bedingt dies folglich eine merkbare Verminderung des als Bezugsgröße für den gesamten EE-Anteil relevanten Bruttoendenergiebedarfs – ohne Flugverkehrsdeckelung käme dieser beispielsweise gemäß Zielszenario im Jahr 2030 bei 35.861 GWh zu liegen, mit Berücksichtigung der Deckelung ergeben sich die angegebenen 32.141 GWh.

Évolution de la production d'énergie à partir de sources renouvelables suivant les différents secteurs à l'horizon 2040 suivant le scénario WEM (With Existing measures)

Dans le présent chapitre les évolutions de la production des énergies renouvelables dans les différents secteurs sont présentées pour le scénario WEM. Les scénarios WEM et WAM (With Additional Measures) sont modélisés à partir du modèle NEAM développé par le STATEC.

Scénario WEM - Secteur de l'électricité renouvelable

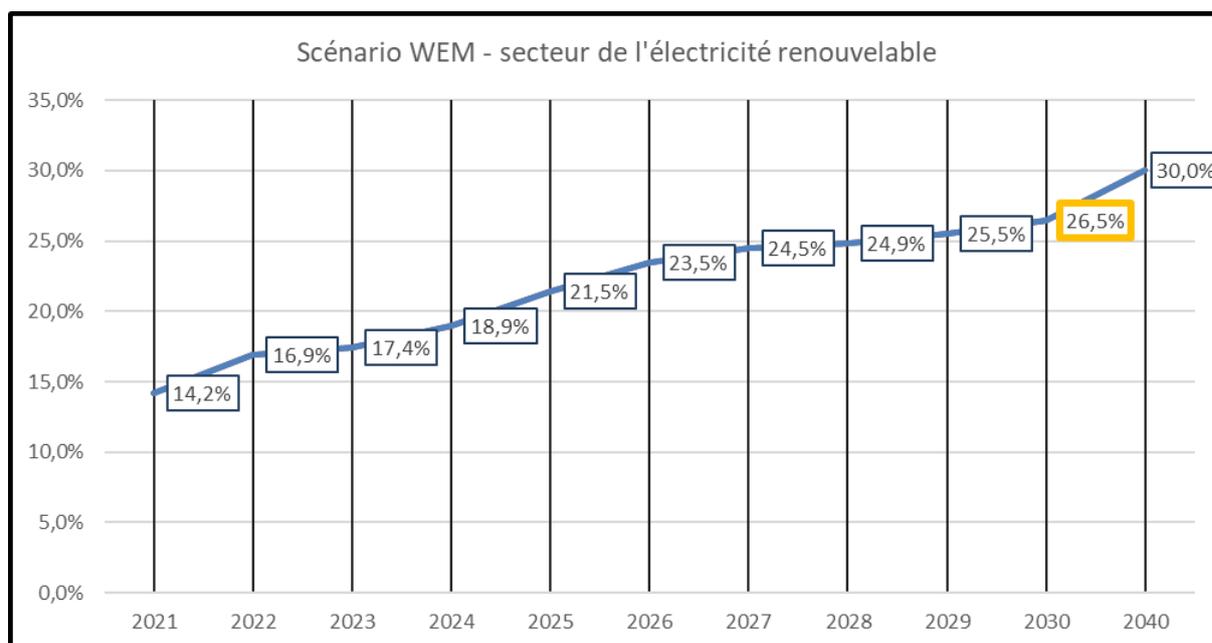
Tableau 46 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le **secteur de l'électricité renouvelable d'ici 2040 - scénario WEM**

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydroélectrique	104	104	104	104	104	100	100	100	103	103	102
Eolien	315	328	348	417	540	640	679	692	726	785	1016
Photovoltaïque	180	303	322	362	419	475	516	544	569	592	838
Déchets renouvelables	43	43	44	45	46	47	48	49	49	50	60
Biogaz*	62	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65
Biomasse solide**	285	290	298	306	314	323	331	340	348	356	428
Production EnR	989	1131	1180	1297	1486	1648	1738	1788	1859	1950	2508
Consommation -el	6954	6687	6775	6846	6924	7014	7101	7189	7278	7369	8358
Part EnR - Electricité - %	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Dans le scénario WEM, la production d'électricité à partir de sources renouvelables est surtout portée par l'éolien et le photovoltaïque. Entre 2030 et 2040, le photovoltaïque connaît une évolution de plus de 40 %, l'éolien une augmentation de 30 %. La biomasse solide n'évolue que peu entre 2021 et 2040 avec une croissance de 50 % au total sur les deux décennies. Les filières de l'énergie hydroélectrique, des déchets renouvelables et du biogaz ne montrent qu'une très faible croissance au cours des années 2021 à 2040. Avec les mesures existantes, la part d'énergie renouvelables dans le secteur de l'électricité passe à 30 % en 2040 (Figure 23).

Figure 23 : Scénario WEM - Évolution secteur de l'électricité renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation Scénario WEM STATEC-MECO/DG Energie 2024, Graphique MECO/DG Energie

Scénario WEM - Secteur de la chaleur renouvelable

Tableau 47 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables du **secteur de la chaleur renouvelable d'ici 2040 - scénario WEM**

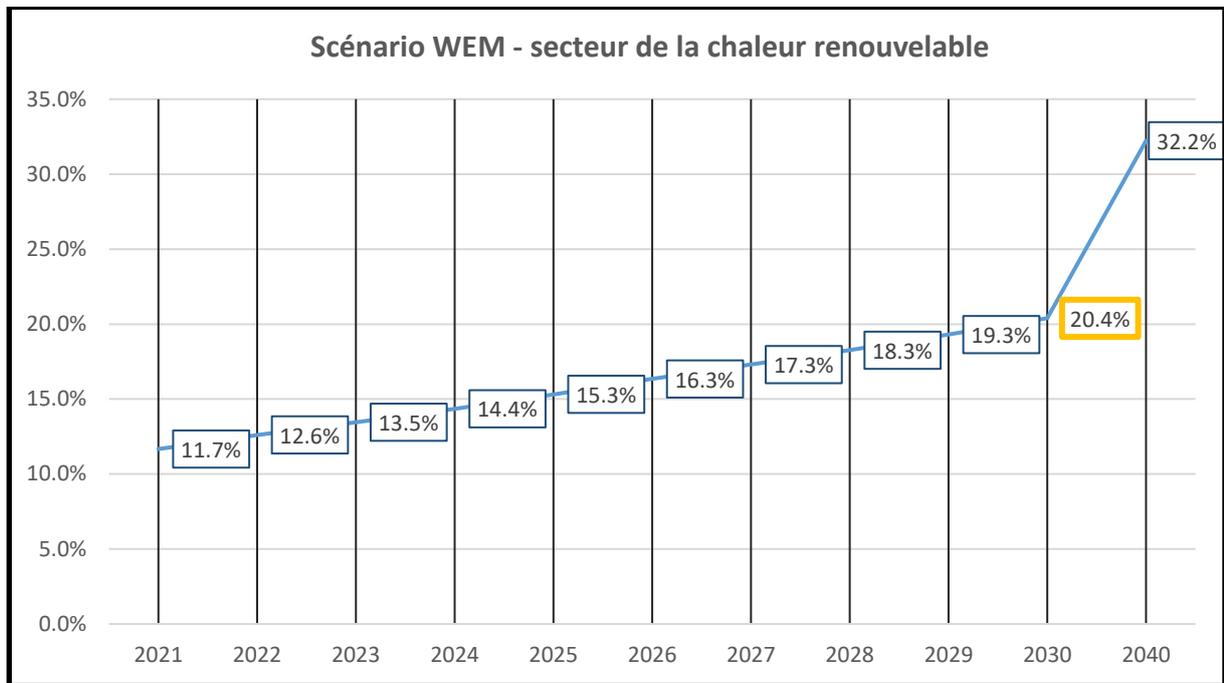
WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Biogaz (centralisé) - biométhane	30	30	30	30	30	30	30	31	31	31	32
Biomasse solide (centralisé)	1203	1.226	1.262	1.296	1.330	1.367	1.401	1.436	1.471	1.505	1.810
Biomasse solide (décentralisé)	175	175	173	173	172	171	170	170	169	168	158
Déchets renouvelables (centralisé)	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	16
Panneaux solaires thermiques	31	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Pompes à chaleur (PAC)	54	137	209	274	336	397	457	519	581	643	1.242
Hydrogène renouvelable (Industrie)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consommation EnR	1506	1615	1721	1819	1916	2013	2107	2204	2300	2396	3293
Consommation -ch	13277	12808	12790	12677	12510	12322	12180	12075	11917	11750	10219
Part EnR - secteur chaleur %	11,3%	12,6%	13,5%	14,4%	15,3%	16,3%	17,3%	18,3%	19,3%	20,4%	32,2%

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Dans le scénario WEM de la production de chaleur renouvelable, l'importance des pompes à chaleur devient de plus en plus visible notamment pour décarboner le secteur des bâtiments. Parmi les différentes sources de chaleur renouvelables, les pompes à chaleur jouaient un rôle presque négligeable en 2021 (part de 4 %

parmi toutes les sources de chaleur renouvelables) bien qu'en 2040, leur part augmente à 37,8 % (Tableau 47) Le recours à la biomasse solide comme source énergétique renouvelable transitoire garde une certaine importance, surtout dans le secteur industriel et des réseaux de chauffage urbain ou communal. La chaleur renouvelable provenant de la biomasse reste prédominante jusqu'en 2040. La Figure 24 montre l'évolution de la part des énergies renouvelables dans le secteur de la chaleur entre 2021 - 2030 et à l'horizon 2040.

Figure 24 : Scénario WEM - Évolution secteur de la chaleur renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024, Graphique MECO/DG Energie

Scénario WEM - Secteur des transports

Tableau 48 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le **secteur des transports d'ici 2040 - scénario WEM**

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Taux d'incorporation biocarburants %	7,7%	8,0%	8,0%	8,4%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%	10,0%
Carburants fossiles	20327	18125	18809	19147	19044	18732	18419	17923	17376	16867	13596
Part biocarburants - transport routier	1699	1583	1644	1767	1853	1872	1890	1889	1901	1914	1603
- Biocarburants simple comptage	1103	989	1028	1052	1053	1040	1027	1005	980	957	802
- Biocarburants double comptage	596	593	617	715	800	832	863	884	921	957	802
- Biocarburants avancés	5	9	19	19	95	94	92	90	87	295	238
Part biocarburants avancés - %**	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	3,1%	3,0%
RFNBO route	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Part RFNBO**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Electricité Transport	173	208	242	284	332	383	433	485	536	588	1079
Part renouvelable	19	29	34	48	58	73	93	114	131	146	305
- EnR transport	4	6	17	24	29	44	56	68	92	103	275
- EnR rail	15	23	28	38	46	58	74	91	105	117	244
Part biocarburants avancés et RFNBO **	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	3,1%	3,0%
Consommation - calcul part globale*	1718	1612	1679	1815	1910	1945	1983	2003	2032	2061	1908
Consommation - calcul transports**	1901	1738	1875	1959	2144	2196	2245	2278	2346	2784	3287
Consommation-Tr.	22065	19783	20556	21040	21052	20800	20547	20092	19597	19141	16034
Part secteur des transports	8,6%	8,8%	9,1%	9,3%	10,2%	10,6%	10,9%	11,3%	12,0%	14,5%	20,5%

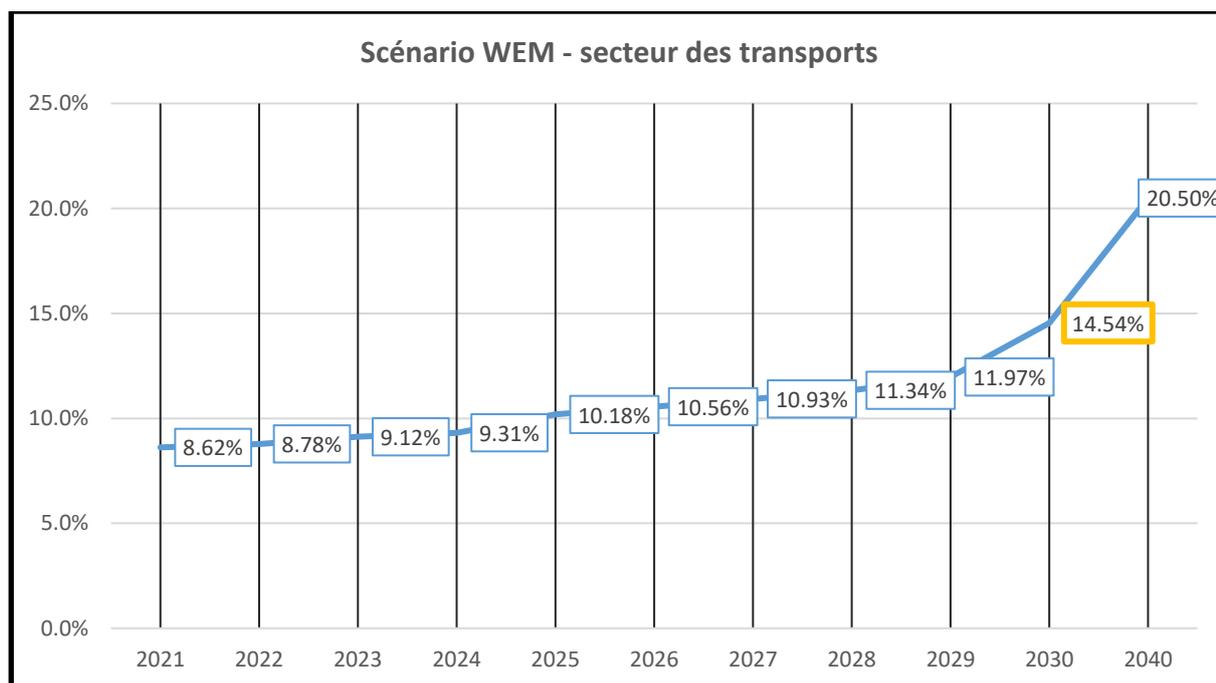
* sans multiplicateurs

** avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Dans le scénario WEM du secteur des transports, la part des énergies fossiles reste importante à l'horizon 2040, de sorte que la part de l'électricité peine à s'imposer. La consommation en énergies fossiles reste donc avec 13.596 GWh (84,7 % de la consommation totale dans le secteur des transports) prédominante en comparaison avec l'électricité dont la consommation est 12 fois inférieure à celle des énergies fossiles (1.079 GWh – 6,7 % de la consommation totale dans le secteur des transports) (Tableau 48). Les biocarburants de première génération gardent également l'avantage par rapport aux biocarburants avancés. Le scénario WEM ne modélise pas le potentiel apport de l'hydrogène renouvelable dans la décarbonation du secteur des transports. La Figure 25 montre l'évolution de la part d'énergie renouvelable dans le secteur du transport entre 2021 - 2030 et à l'horizon 2040.

Figure 25 : Scénario WEM - Évolution secteur du transport 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024, Graphique MECO/DG Energie

Scénario WEM - Trajectoire indicative et objectif global

Tableau 49 : Part globale des énergies renouvelables et coopération européenne d'ici 2040 - scénario WEM

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Production EnR nationale	4212	4358	4580	4932	5313	5609	5831	5998	6192	6406	7710
Coopération européenne	800	1300	1000	0	2000	1850	2700	2350	2350	3700	4000
- dont transferts statistiques	800	1300	1000	0	1850	1500	2050	1400	1000	1950	1000
- dont REFM	0	0	0	0	150	350	650	950	1350	1750	3000
Production EnR + coopération européenne	5012	5658	5580	4932	7313	7459	8531	8348	8542	10106	11710
Consommation d'énergie finale	48199	45712	46665	47072	46999	46710	46461	46068	45572	45106	42388
Aviation	7414	7820	7986	8056	8126	8196	8266	8335	8403	8472	9074
- Part actuel Aviation - %	15,4%	17,1%	17,1%	17,1%	17,3%	17,5%	17,8%	18,1%	18,4%	18,8%	21,4%
- Seuil Aviation - %	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	43763	40717	41563	41925	41777	41400	41067	40581	39985	39422	35933
Part EnR globale	11,5%	13,9%	13,4%	11,8%	17,5%	18,0%	20,8%	20,6%	21,4%	25,6%	32,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	17,0%	11,0%	20,1%	11,0%	11,0%	25,0%	32,6%

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

La part globale d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale augmente certes au fil de la période 2021 à 2040, mais nécessite un apport important de transferts statistiques (respectivement des statistiques acquises sous le REFM) si ce n'est que pour atteindre les 25%, déjà prévus dans le PNEC 2020.

Les quantités nécessaires en termes de coopération européenne représentent plus de 50% en 2030, tout comme en 2040 (Tableau 49).

Tableau 50 : Part des secteurs et part globale avec ou sans coopération - scénario WEM

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%
Part EnR - secteur chaleur	11,3%	12,6%	13,5%	14,4%	15,3%	16,3%	17,3%	18,3%	19,3%	20,4%	32,2%
Part EnR - Transports *	8,6%	8,8%	9,1%	9,3%	10,2%	10,6%	10,9%	11,3%	12,0%	14,5%	20,5%
Coopération européenne	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4000
Part EnR globale - sans coopération	9,6%	10,7%	11,0%	11,8%	12,7%	13,5%	14,2%	14,8%	15,5%	16,3%	21,5%
Part EnR globale - avec coopération	11,5%	13,9%	13,4%	11,8%	17,5%	18,0%	20,8%	20,6%	21,4%	25,6%	32,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	17,0%	11,0%	20,1%	11,0%	11,0%	25,0%	32,6%
*avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)											

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Les parts sectorielles de l'électricité et de la chaleur renouvelables connaissent une progression entre 2021 à 2040. Dans le secteur des transports, la part des carburants fossiles reste élevée et la part de l'électricité dans ce secteur reste trop faible pour contrecarrer cette tendance.

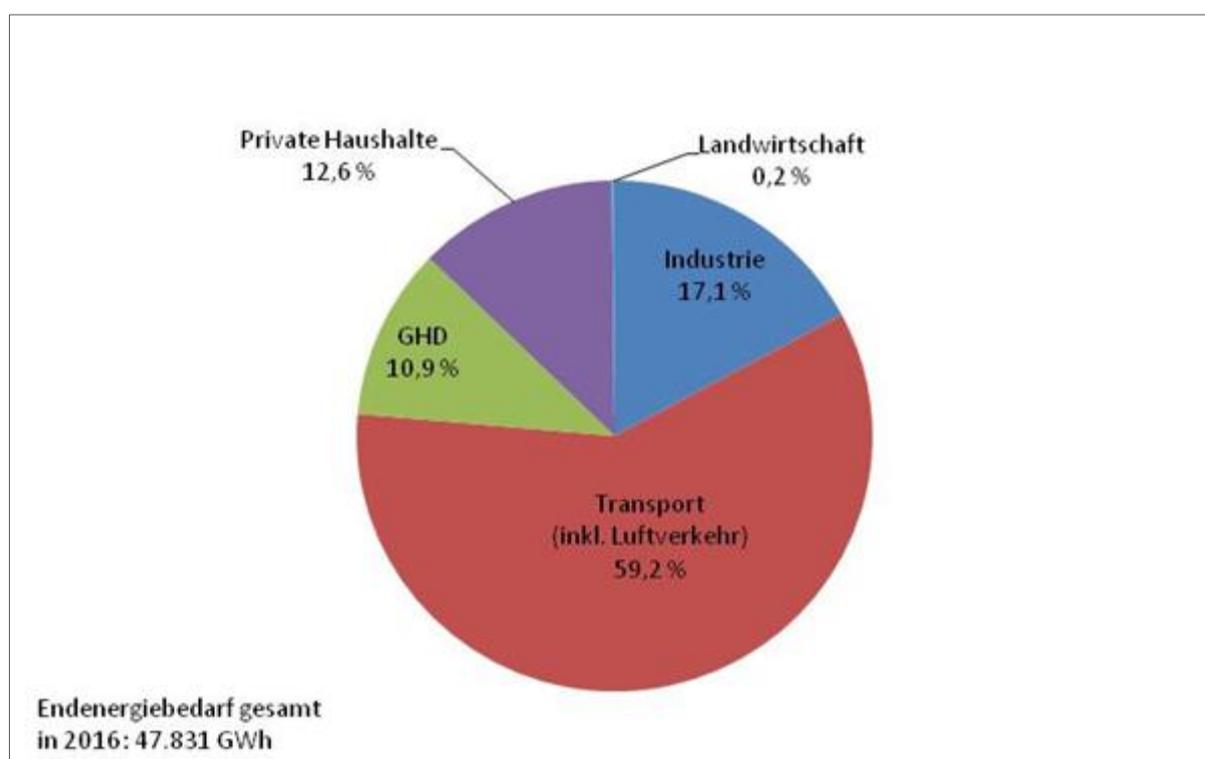
Avec l'apport de la coopération européenne, le scénario WEM atteint un pourcentage de 32,6% d'énergie renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2040, presque un tiers de l'énergie nécessaire proviendra dès lors de sources renouvelables, avec en tête le secteur de l'électricité (Tableau 50).

4.3 Dimension "efficacité énergétique"

Situation de départ de la consommation d'énergie au Luxembourg

En 2016, la consommation finale d'énergie du Luxembourg s'élevait à environ 48 TWh (Statec 2018). La plus grande part de la consommation finale d'énergie au Luxembourg revient au secteur des transports avec 59 % (Figure 26 :). Le transport routier étranger en représente la plus grande part, soit environ 34 %. Dans les statistiques énergétiques, ce chiffre correspond à la quantité de carburant acheté par tous les propriétaires de véhicules non-résidents au Luxembourg. Il comprend également le trafic de transit des camions et des voitures, ainsi que les frontaliers dont les voitures ne sont pas immatriculées au Luxembourg. Parallèlement, le transport aérien représente environ 12 % du total de la consommation finale d'énergie, ramenant ainsi la part du transport routier intérieur à environ 13 % de la consommation finale d'énergie du Luxembourg. Tandis que la plus faible part de la consommation finale d'énergie incombe à l'agriculture, autour de 0,2 %, l'industrie consomme la part d'énergie la plus importante au Luxembourg avec un peu plus de 17 %.

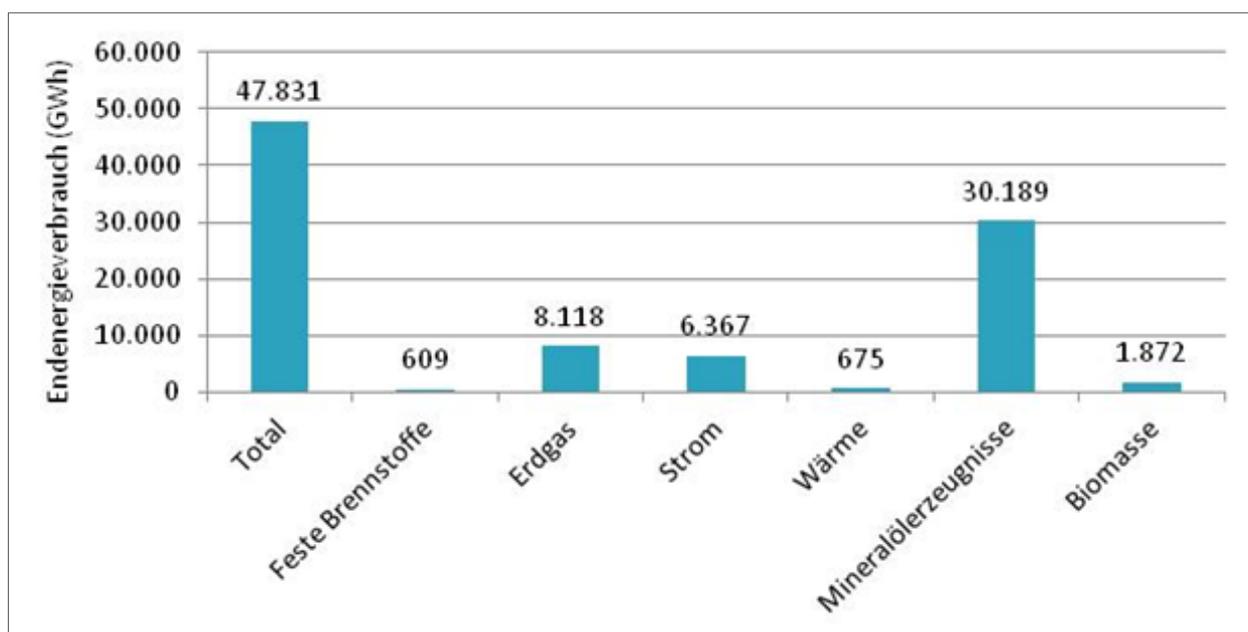
Figure 26 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, ventilée par secteurs Industrie, Ménages, Industrie manufacturière, commerce et services, Transport et Agriculture



Source : IREES selon Statec 2018

En 2016, la consommation d'énergie du Luxembourg est dominée par les besoins en produits pétroliers (63 %). Les besoins en énergie ont également été couverts grâce au gaz naturel (17 %), à l'électricité (13 %) et à la biomasse (4 %) (Figure 27).

Figure 27 : Consommation finale d'énergie au Luxembourg en 2016, par type de source d'énergie



Source : IREES selon Statec 2018

Note : cette représentation ne tient pas compte des éventuels grands consommateurs d'électricité susceptibles de s'installer au Luxembourg dans un avenir plus ou moins proche.

Potentiel actuel pour l'utilisation de la cogénération à haut rendement et de réseaux urbains de chaleur et de froid efficaces

En 2015, la cogénération a permis de générer près de 326 GWh d'électricité et 527 GWh de chaleur au Luxembourg. Les systèmes de cogénération peuvent en effet fournir de la chaleur jusqu'à 500 °C (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016).

Les domaines suivants présentent également des potentiels pour l'utilisation de la cogénération à haut rendement :

- Systèmes de cogénération décentralisés dans les bâtiments ;
- Utilisation de la cogénération dans l'industrie ;
- Alimentation de réseaux de chaleur urbains et centrales de cogénération.

Le potentiel économique résultant de l'utilisation de centrales de cogénération et de l'alimentation de réseaux de chaleur dépend essentiellement de l'évolution des activités de rénovation dans le secteur des bâtiments et donc de l'évolution des besoins en chaleur des bâtiments en général. Dans le domaine de l'alimentation décentralisée en énergie des bâtiments, l'utilisation de cogénération correspond à une performance électrique inférieure à 500 kW. En raison des besoins de chauffage et de refroidissement des bâtiments, le potentiel économique encore inexploité en matière de cogénération à haut rendement et d'alimentation de réseaux de chaleur réside surtout dans les bâtiments résidentiels.

Aujourd'hui, environ 50 % des potentiels de cogénération économique dans le secteur des bâtiments sont développés à travers les concepts de chauffage collectif existants. Par conséquent, au Luxembourg, le secteur

du bâtiment représente à lui seul un potentiel de cogénération économique d'environ 1 170 GWh d'énergie utile (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016).

Parallèlement, l'industrie devrait représenter un potentiel économique relativement faible d'environ 500 GWh d'énergie finale et de 425 GWh d'énergie utile à l'horizon 2030 (Tableau 51). Les secteurs pertinents sont notamment l'industrie chimique, l'industrie du bois et l'industrie alimentaire. L'exploitation de ce potentiel industriel exige cependant d'excellentes conditions géographiques et de longues périodes de fonctionnement (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016).

Tableau 51 : Potentiels supplémentaires de production de chaleur par cogénération dans l'industrie à l'horizon 2030 par rapport à la consommation finale d'énergie de l'industrie

Sektor	Brennstoffbedarf in GWh		KWK-geeignet (< 500°C) in GWh		KWK-Bestand in GWh	Ausbau- potenzial in GWh
	2014	2030	2014	2030		
Stahl	1.670	1.422	67	57		
Steine / Erden	1.094	589	164	88		
Chemie	319	295	316	292		210
Textil	226	208	226	208		
Holz	274	253	274	253	65	150
Nahrung	61	57	60	56		25
Bau	77	71	0	0		
Maschinenbau	13	12	13	12		
Papier	51	47	50	46		
Sonstige	157	154	145	134	122	115
Summe	3.952	3.107	1.315	1.146	187	500
			KWK-Wärme*			425
			KWK-Strom**			255

Quelle: eigene Abschätzung, * Umrechnung Endenergie in KWK-Nutzwärme mit 0,85, ** KWKStrom mit Stromkennzahl 0,6 berechnet

Source : Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016

Évolution de la consommation d'énergie au Luxembourg à l'horizon 2040 suivant le scénario WEM (With Existing Measures)

Tableau 52 : Consommations d'énergie finale des différents secteurs prévues par le scénario WEM pour les années 2030 et 2040

Secteur	Unité	2030	2040
Industrie manufacturière et construction (ETS + Non-ETS)	GWh	6 549	6353
Transport	GWh	25 926	23 749
Ménages (y inclus des bâtiments résidentiels)	GWh	5 944	5 165
Commerce et services (y inclus des bâtiments tertiaires)	GWh	5 558	5 058
Agriculture	GWh	62	62
Total de la consommation d'énergie finale*	GWh	44 040	40 387

* hors chaleur ambiante, avec aviation internationale

Source : Modélisation STATEC 2024

Les projections des consommations d'énergie du scénario de référence (WEM) et du scénario cible (WAM) à l'horizon 2030 et 2040 ont été modélisées à l'aide des modèles NEAM et ThreeME du STATEC. Le modèle NEAM tient compte des projections nationales actuelles pour l'évolution de la conjoncture et donc de l'évolution de la population, des emplois, du nombre de frontaliers, des surfaces d'habitation, des activités tertiaires et industrielles et de construction etc., tel que précisé au chapitre 2.2.

Les secteurs qui sont pris en compte pour le suivi de la consommation finale d'énergie du Luxembourg (et qui sont distingués dans la modélisation des différentes projections) sont :

- les ménages (y inclus les bâtiments résidentiels), appelés « private Haushalte » dans le PNEC 2020 ;
- l'industrie manufacturière et construction, appelé « Industrie » dans le PNEC 2020 ;
- le commerce et les services (y inclus les bâtiments tertiaires), appelés « Gewerbe, Handel, Dienstleistungen » dans le PNEC 2020;
- le transport (y inclus l'aviation internationale).

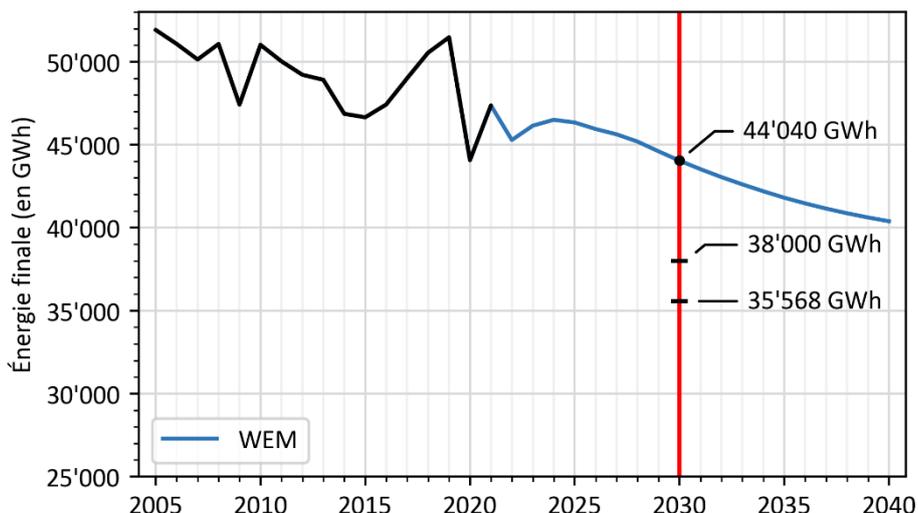
Au niveau des émissions de gaz à effet de serre, une partie des secteurs de l'industrie et du transport tombent sous le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet serre de l'UE « Emissions Trading System » (ETS). Cependant, le secteur des ménages ainsi que celui du commerce et services ne sont pas régis par ce système et sont donc des secteurs non-ETS.

Le Tableau 52 indique les consommations d'énergie finale du scénario WEM pour les années 2030 et 2040 ventilées par secteur. Les trajectoires correspondantes sont visualisées aux Figures 28 à 33. L'énergie finale considérée ici est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse.

TOTAL tous les secteurs

La Figure 28 montre que, d'après le scénario WEM, la consommation totale d'énergie finale augmentera jusqu'à 46'501 GWh en 2024 avant qu'il y ait une baisse continue jusqu'en 2040. Les 44'040 GWh en 2030 dépassent l'intervalle cible de 38'000 à 35'568 GWh correspondant à la fourchette d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la référence REF2007 définie comme objectif national dans le PNEC 2020.

Figure 28 : Scénario WEM – Consommation totale d’énergie finale



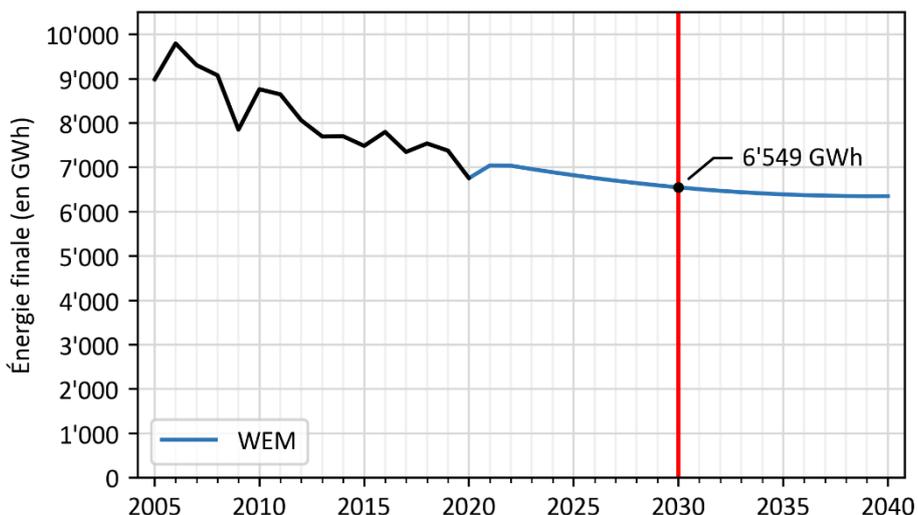
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Industrie manufacturière et construction

Sur base des projections d’évolution de la conjoncture, l’accroissement continu des activités du secteur des industries manufacturières et de la construction contrebalance pratiquement entièrement l’amélioration de l’efficacité énergétique dans ce secteur, ce qui explique la consommation d’énergie finale pratiquement constante entre 2020 et 2040 (voir Figure 29).

Selon le modèle, cet accroissement des activités a lieu surtout au niveau des entreprises non-ETS et il n’y a pratiquement pas d’évolution au niveau des entreprises ETS.

Figure 29 : Scénario WEM – Industrie manufacturière et construction

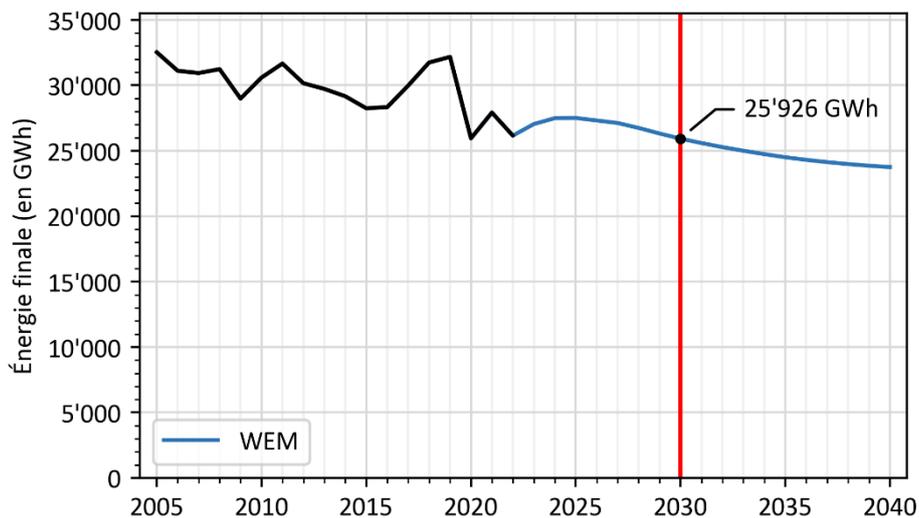


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Transport

La forte évolution du secteur de l'aviation (transport de passagers et de fret) contrebalance une partie des améliorations au niveau de l'efficacité énergétique. D'après le scénario WEM visualisé à la Figure 30, la consommation d'énergie finale du transport augmentera jusqu'en 2025 avant de commencer à diminuer.

Figure 30 : Scénario WEM – Transport

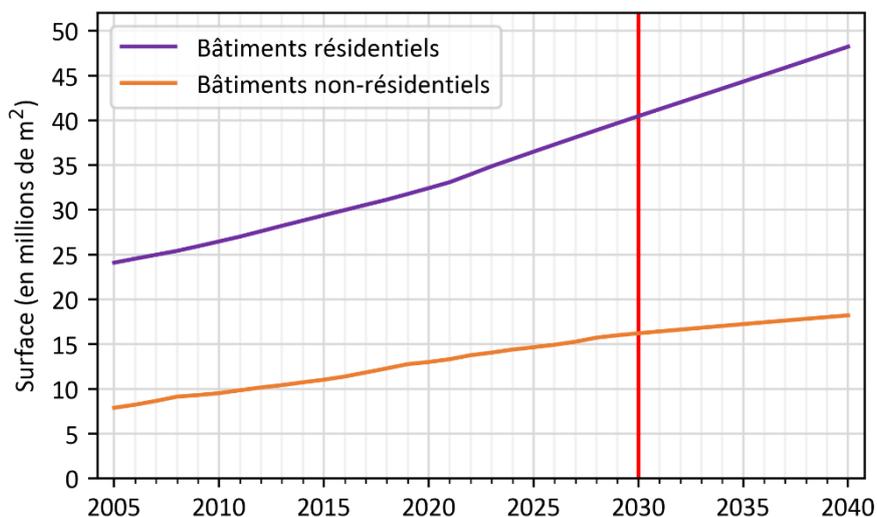


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Ménages (y inclus bâtiments résidentiels)

Pour le secteur des ménages, ainsi que pour le secteur du commerce et des services, il faut prendre en compte la forte évolution des surfaces des bâtiments (telle que reprise dans la Figure 31) lorsqu'on interprète l'évolution de la consommation d'énergie finale de ces deux secteurs.

Figure 31 : Évolution des surfaces des bâtiments – Bâtiments résidentiels (secteur des ménages) et bâtiments tertiaires (Secteur du commerce et des services)

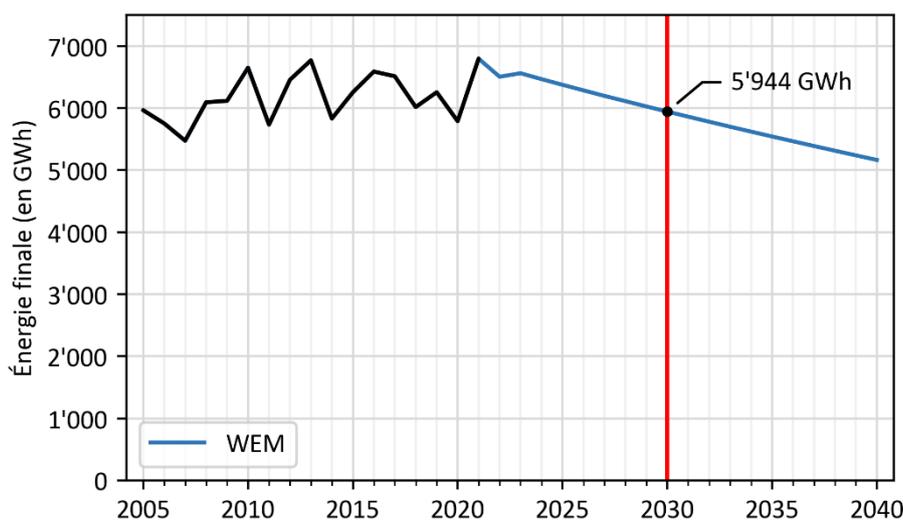


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

L'énergie consommée par les ménages est en grande partie liée directement à l'utilisation, c'est-à-dire principalement au chauffage des bâtiments résidentiels.

La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et implique également une réduction de l'énergie finale consommée (voir Figure 32). La chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale et le remplacement d'un chauffage à base d'énergie fossile par une pompe à chaleur signifie par conséquent une importante réduction de la consommation d'énergie.

Figure 32 : Scénario WEM – Ménages



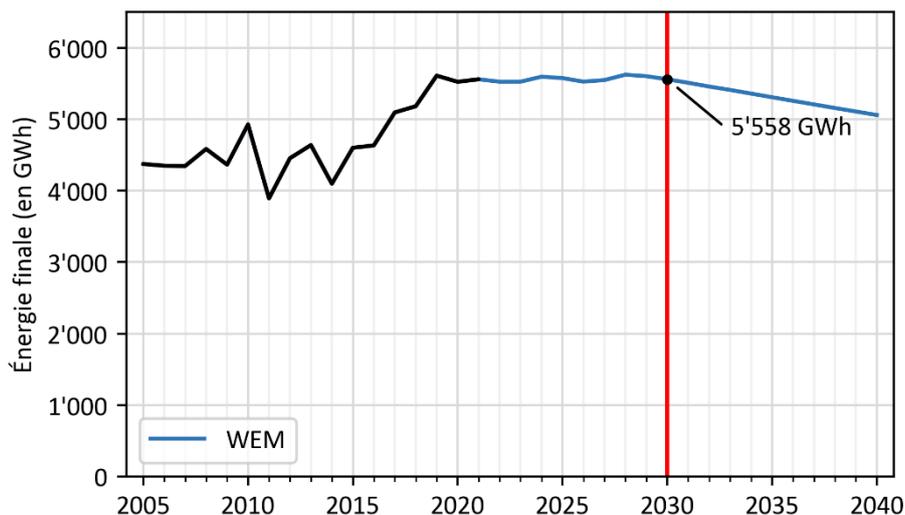
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Commerce et services (y inclus bâtiments tertiaires)

Le secteur du commerce et des services comprend les bâtiments tertiaires mais également toutes les activités de commerce et de services (qui ne sont pas attribuées spécifiquement à un autre secteur).

La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et implique également la réduction du besoin en énergie finale des bâtiments. Or, cet effet est impacté par d'autres facteurs comme la croissance économique, de manière que, dans le scénario WEM, la consommation d'énergie finale du secteur ne diminue pas, tel que visualisé par la Figure 33.

Figure 33 : Scénario WEM – Commerce et services

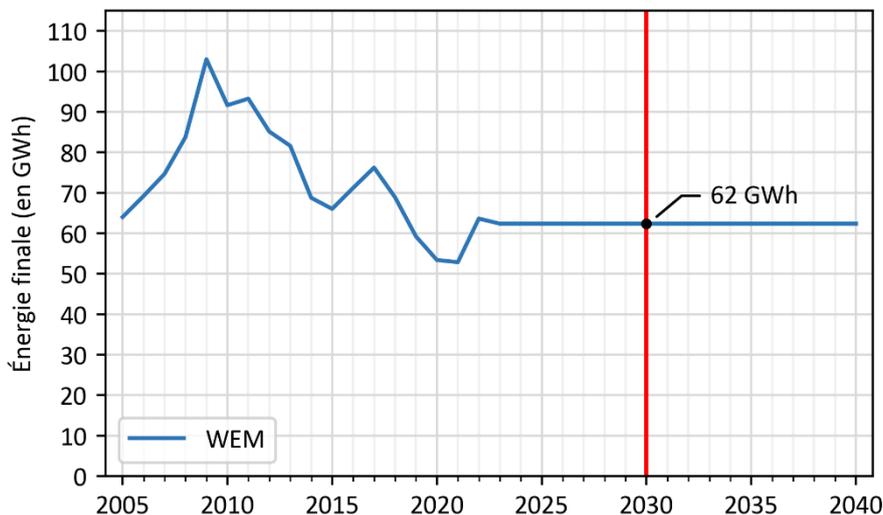


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Agriculture

Le secteur de l’agriculture a une consommation d’énergie finale négligeable par rapport aux autres secteurs considérés ci-dessus. La Figure 34 montre l’évolution de sa consommation d’énergie finale jusqu’en 2040.

Figure 34 : Scénario WEM – Agriculture



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

4.4 Dimension "sécurité d'approvisionnement énergétique"

Suite à l'invasion de l'Ukraine par la Russie en février 2022, l'Europe s'est vue face à une baisse sensible de l'approvisionnement en gaz naturel russe. La réduction de l'offre implique un risque pour la sécurité d'approvisionnement énergétique et un niveau de prix élevé et de fortes fluctuations sur les marchés de l'énergie. Comme les centrales électriques au gaz naturel sont souvent nécessaires pour satisfaire la demande d'électricité lorsque celle-ci atteint son pic au cours de la journée ou lorsque les volumes d'électricité produits à partir d'autres sources ne suffisent pas à couvrir la demande, les prix élevés du gaz se traduisent par des prix élevés de l'électricité à travers l'Europe. D'autres facteurs, comme l'absence de pluie ou l'indisponibilité des centrales nucléaires, ont contribué à une situation tendue pour l'hiver 2022-2023 avec des marges de capacité de production d'électricité plus serrées que d'habitude dans toute l'Europe.⁵⁵

La crise énergétique a entraîné la nécessité d'introduire des mesures extraordinaires pour garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie. L'Union européenne et ses États membres ont réussi à réagir en prenant des mesures dans le domaine du stockage du gaz, de la réduction de la demande et de la diversification des voies d'approvisionnement afin de prévenir avec succès les ruptures d'approvisionnement.

Pour le Luxembourg, la coordination des mesures et le partage d'informations pertinentes au niveau européen est essentielle. De plus, le Luxembourg profite d'une importante collaboration régionale dans le cadre du Forum pentalatérale de l'énergie, ainsi que des marchés communs entre la Belgique et le Luxembourg pour le gaz naturel et entre l'Allemagne et le Luxembourg pour l'électricité.

Au niveau national, un nombre important d'activités et mesures a été initiée respectivement renforcé par les acteurs concernés, dont le ministère de l'Économie (MECO/ DG Energie), le Haut-Commissariat à la Protection Nationale, et les gestionnaires de réseau, afin d'assurer le suivi, gestion et anticipation de la crise.

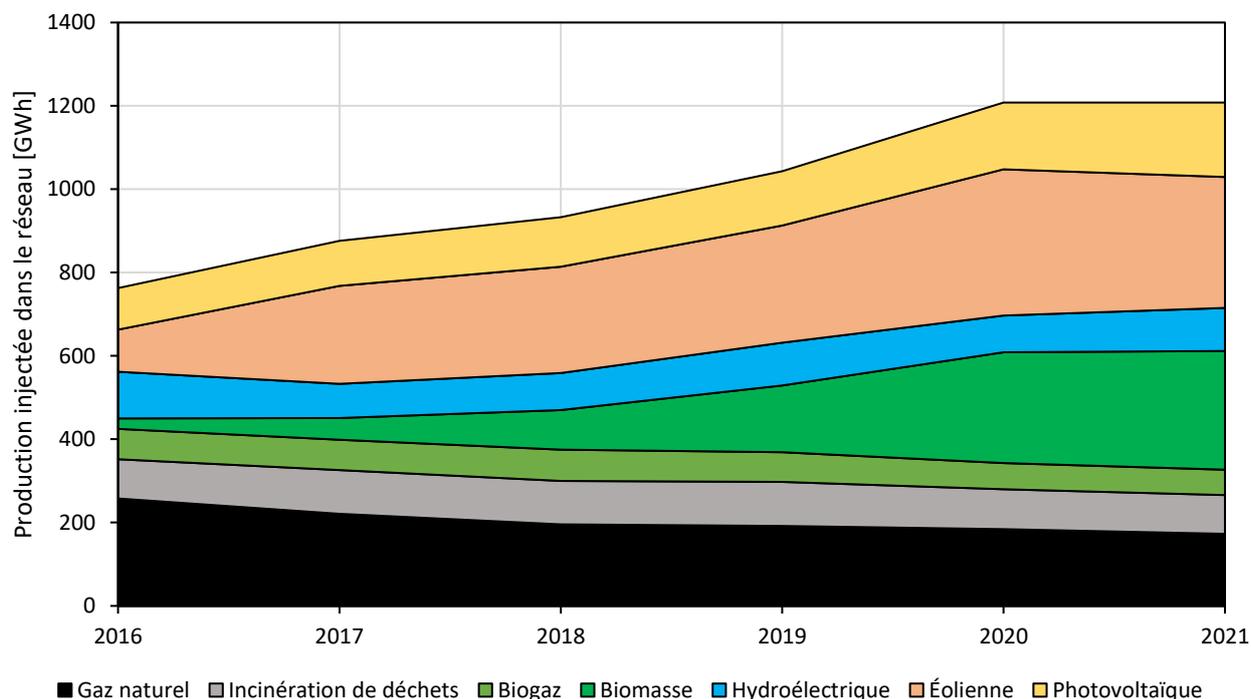
En conséquence, et malgré la situation géopolitique et la crise énergétique qui en résulte, la sécurité d'approvisionnement au Luxembourg reste donc à un niveau très élevé.

4.4.1 Production domestique et consommation

Cette section porte sur la production et la consommation nationale d'électricité et de gaz. Concernant le secteur de l'électricité, au fil des années, le Luxembourg a atteint une augmentation significative de la production nationale d'électricité, grâce à un développement continu des énergies renouvelables tout en réduisant l'électricité produite à partir de sources fossiles ou non renouvelables. La Figure 35 montre l'évolution de la production domestique d'électricité de 2016 à 2021. Au total, la production a augmenté de 37 % de 2016 à 2021. La part des énergies renouvelables dans le mix de production électrique du Luxembourg est passée d'environ 54 % en 2016 à 78 % en 2021. Les principales augmentations ont été réalisées grâce à l'expansion de l'énergie éolienne et de la biomasse, suivies de près par l'énergie solaire. En revanche, la production d'électricité à partir de gaz dans des installations de cogénération a été réduite de 33 % sur la même période.

⁵⁵ ENTSO-E seasonal outlook, October 2022

Figure 35 : Production totale d'électricité du pays injectée dans le réseau (source : ILR)



Les tableaux ci-dessous indiquent les objectifs de production d'électricité domestique pour chaque source d'énergie et la consommation de l'électricité projetée avec les politiques et mesures actuelles jusqu'en 2040. Comme indiqué, une augmentation continue de la production d'électricité renouvelable est attendue, notamment pour l'énergie éolienne et solaire.

Tableau 53 : Projections pour la production domestique et la consommation d'électricité – scénario WEM (valeurs en GWh).

Électricité Scénario WEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydro	104	104	104	104	100	100	100	103	103	102
Eolienne	328	348	417	540	640	679	692	726	785	1016
Photovoltaïque	303	322	362	419	475	516	544	569	592	838
Biogaz	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65
Biomasse	290	298	306	314	323	331	340	348	356	428
Gaz naturel	164	156	147	138	130	121	112	104	95	9
Incinération de déchets	72	73	74	76	77	79	80	81	83	97
Production totale	1324	1365	1473	1654	1808	1890	1931	1995	2078	2554
Consommation	6604	6709	6832	6932	7029	7155	7310	7424	7532	8678

Pour améliorer encore la sécurité d'approvisionnement et atteindre les objectifs climatiques ambitieux du Luxembourg, les nouvelles politiques et mesures visent un développement plus rapide des énergies renouvelables. Les tableaux ci-dessous présente les nouveaux objectifs nationaux de production d'électricité et de la consommation d'électricité.

Tableau 54 : Projections pour la production domestique d'électricité – scénario WAM (valeurs en GWh).

Électricité Scénario WAM	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydro	104	104	104	104	104	103	103	103	103	102
Eolienne	330	430	511	699	800	867	903	962	1043	1368
Photovoltaïque	316	390	480	580	680	780	890	1000	1112	1574
Déchets renouvelables	43	44	45	46	47	48	49	49	50	60
Biogaz	67	71	75	79	84	88	92	96	100	100
Biomasse	285	290	540	554	568	582	596	610	624	734
Gaz naturel	157	142	126	110	94	79	63	47	31	0
Incinération de déchets	72	73	74	76	77	79	80	81	83	97
Production totale	1370	1535	1948	2241	2450	2622	2773	2946	3143	4035

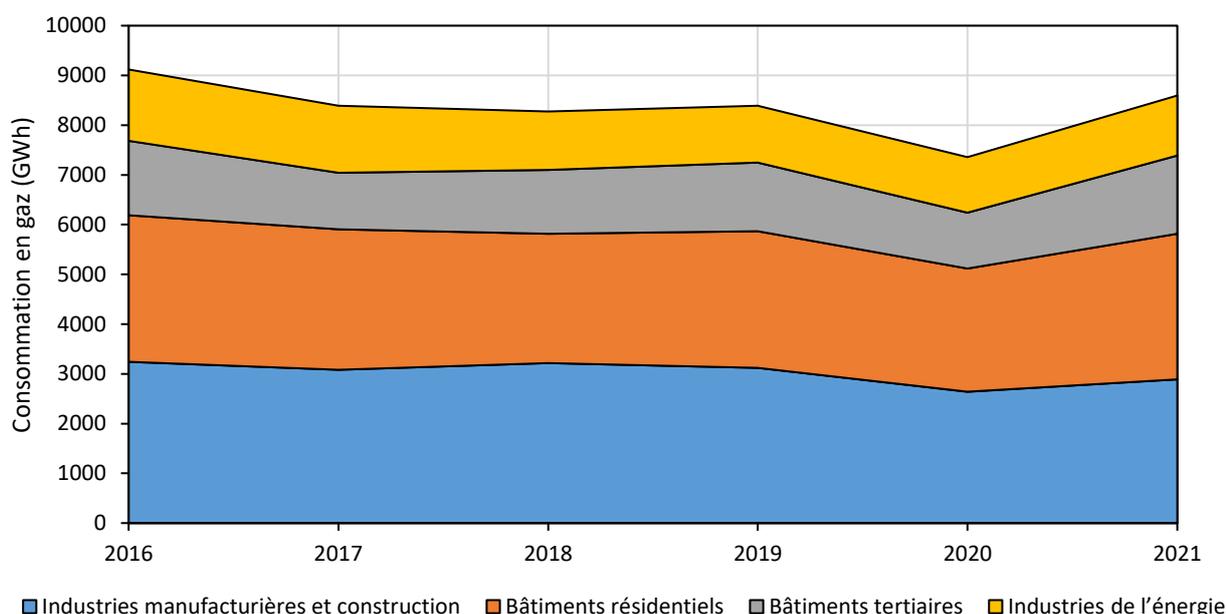
Tableau 55 : Prévisions de la consommation totale d'électricité – scénario WAM (valeurs en GWh).

Électricité Scénario WAM	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Industries manufacturières et construction	2880	2936	2958	3322	3494	3592	3691	3702	3701	3955
Transports	198	243	301	371	445	520	597	676	755	1757
Bâtiments résidentiels	961	969	1000	907	905	933	962	1039	1088	1701
Bâtiments tertiaires	1889	1916	2216	2247	2340	2408	2496	2545	2582	2856
Consommation totale d'électricité	5928	6063	6475	6847	7184	7453	7747	7961	8126	10268

Concernant le secteur de gaz, le Luxembourg n'extrait pas son propre gaz. Le pays couvre ses besoins en gaz par le biais des réseaux de transport des gestionnaires de réseau en amont en Belgique et en Allemagne, qui à leur tour assurent l'accès aux installations de production. Les livraisons sont assurées par des gestionnaires de réseau et/ou par l'intermédiaire de sociétés commerciales et de livraison. Le Luxembourg ne dispose pas non plus de stockages de gaz sur le territoire national. Par conséquent, le volume de gaz nécessaire et les capacités de stockage sont utilisés dans d'autres pays, notamment dans les pays de transport et de transit d'où provient généralement le gaz.

En ce qui concerne la consommation de gaz du pays, la figure ci-dessous montre la consommation de 2016 à 2021 pour les différents secteurs. Alors que 2020 a été marquée par Covid-19 et une demande particulièrement faible, la consommation totale du pays était d'environ 8500 GWh en 2021. Il se montre que le secteur industriel et le secteur résidentiel représentent environ deux tiers de la consommation totale de gaz.

Figure 36 : Consommation totale de gaz du pays par secteur (source : Statec)



Le Tableau 56 montre la consommation projetée du pays jusqu'en 2040 avec les politiques et mesures actuelles en place.

Tableau 56 : Prévisions de la consommation totale de gaz du pays – scénario WEM (valeurs en GWh)

Gaz naturel Scénario WEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Industries manufacturières et construction	2831	2753	2677	2602	2530	2460	2392	2325	2261	1712
Bâtiments résidentiels	3122	3200	3167	3138	3110	3082	3054	3025	2997	2712
Bâtiments tertiaires	1265	1258	1274	1266	1249	1249	1261	1250	1233	1048
Industries de l'énergie	1148	1088	1027	967	906	846	786	725	665	60
Consommation totale de gaz naturel	8366	8299	8145	7974	7795	7636	7492	7325	7155	5533

Avec les nouvelles mesures, une réduction plus rapide de la consommation de gaz est attendue dans tous les secteurs. Dans le secteur industriel, les mesures principales pour réduire la consommation de gaz incluent l'électrification des processus et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Quant au secteur immobilier, l'application de normes strictes d'isolation thermique et de chauffage pour les bâtiments, ainsi que la mise en œuvre d'une stratégie de rénovation, permettront un abandon progressif du gaz naturel. De plus, dans le secteur de l'électricité, une transition progressive de la production d'électricité à base de gaz sera réalisée grâce à une augmentation significative de la production d'électricité à partir de sources renouvelables.

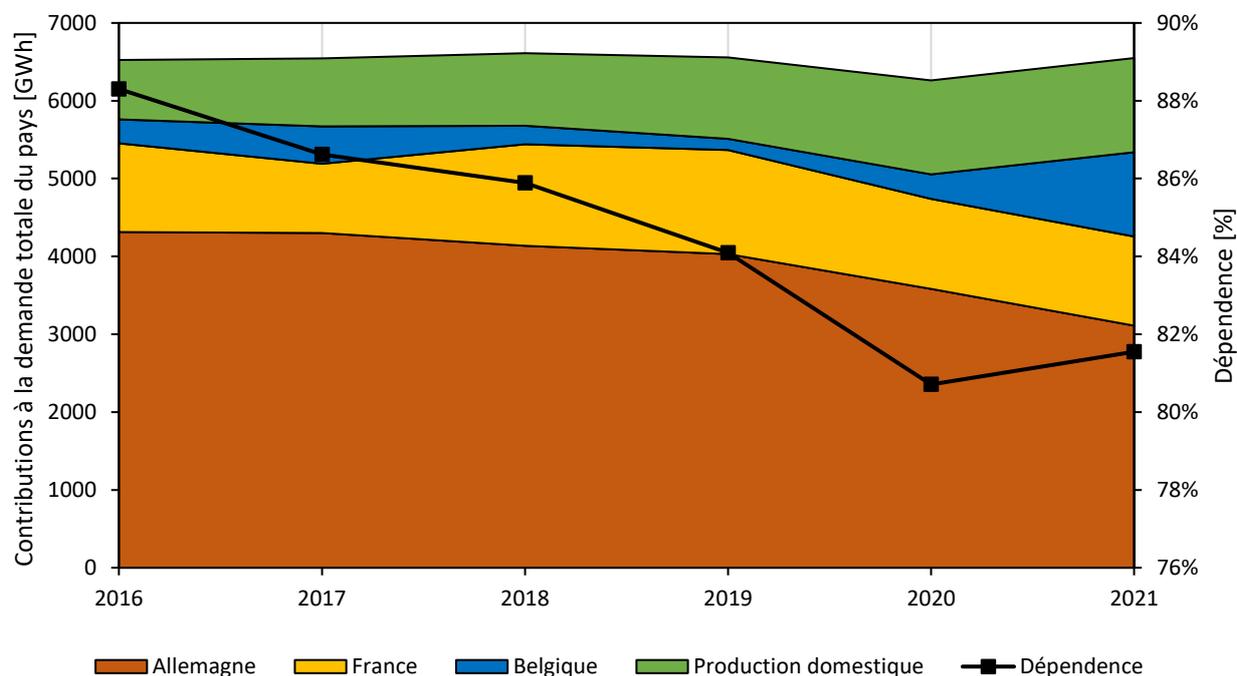
Tableau 57 : Prévisions de la consommation totale de gaz du pays – scénario WAM (valeurs en GWh)

Gaz naturel Scénario WAM	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Industries manufacturières et construction	2066	2309	2239	2149	2068	1989	1877	1793	1674	182
Bâtiments résidentiels	2992	2968	2920	2650	2622	2600	2552	2528	2455	1508
Bâtiments tertiaires	964	891	970	905	834	776	726	661	594	0
Industries de l'énergie	939	805	716	626	537	447	358	268	179	0
Consommation totale de gaz naturel	6961	6972	6844	6330	6061	5813	5513	5250	4902	1690

4.4.2 Dépendance à l'égard des importations

La dépendance à l'égard des importations dans le secteur de l'électricité résulte de la consommation totale d'électricité du pays moins la production domestique. La Figure 37 montre l'évolution de la dépendance pour les années 2016 à 2021. En raison de l'augmentation de la production nationale, le volume d'électricité importée a diminué au fil des ans, passant d'environ 90 % à environ 80 %. L'Allemagne reste la principale source d'électricité importée avec environ 60 % des importations nettes.

Figure 37 : Volume importé, production d'électricité domestique et la dépendance à l'égard des importations (source : ILR)



Avec les mesures actuelles (scénario WEM) la dépendance à l'égard des importations devrait continuer à diminuer jusqu'à environ 70 % en 2040 comme indiquer dans le tableau ci-dessous.

Tableau 58 : Projections pour la dépendance aux importations – scénario WEM

Électricité		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Scénario WEM											
Consommation	GWh	6604	6709	6832	6932	7029	7155	7310	7424	7532	8678
Production d'électricité domestique	GWh	1324	1365	1473	1654	1808	1890	1931	1995	2078	2554
Volume importé nette	GWh	5281	5345	5359	5278	5220	5265	5378	5429	5454	6124
Dépendance		80.0%	79.7%	78.4%	76.1%	74.3%	73.6%	73.6%	73.1%	72.4%	70.6%

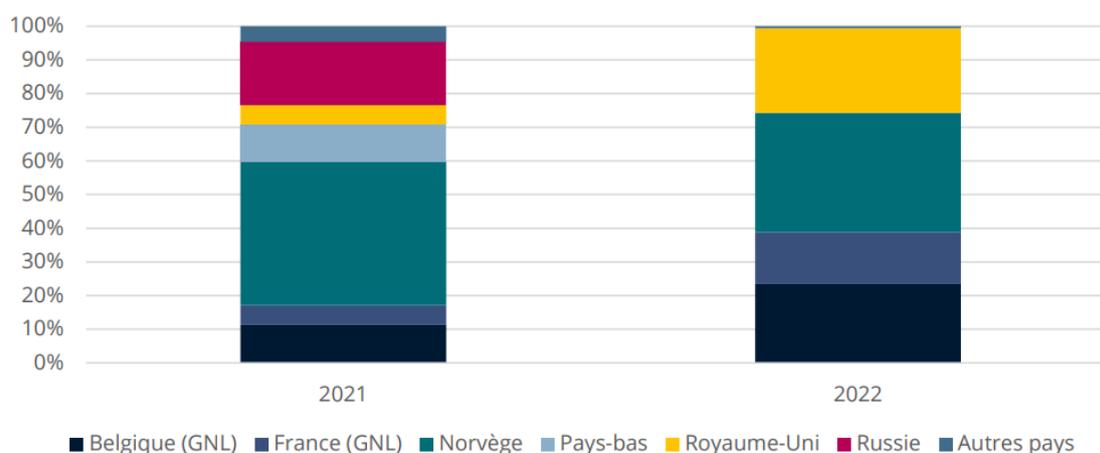
Les nouveaux objectifs du Luxembourg visent à accélérer et renforcer le développement des énergies renouvelables dans le pays, réduisant ainsi encore davantage la dépendance aux importations d'électricité, comme le montre le tableau suivant.

Tableau 59 : Projections pour la dépendance aux importations – scénario WAM

Électricité		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Scénario WAM											
Consommation	GWh	5928	6063	6475	6847	7184	7453	7747	7961	8126	10268
Production d'électricité domestique	GWh	1370	1535	1948	2241	2450	2622	2773	2946	3143	4034
Volume importé nette	GWh	4558	4528	4527	4606	4734	4831	4974	5015	4983	6234
Dépendance		76.9%	74.7%	69.9%	67.3%	65.9%	64.8%	64.2%	63.0%	61.3%	60.7%

Concernant le secteur du gaz, puisque le Luxembourg importe la totalité de ses besoins en gaz, il est entièrement dépendant des importations. Le volume des importations dépend en conséquence uniquement de la consommation de gaz. La majorité du gaz importé provient de la Belgique, avec laquelle le Luxembourg partage un marché commun, le reste du gaz importé provient de l'Allemagne. L'illustration ci-dessous montre la répartition des importations au Luxembourg ainsi que les changements entre 2021 et 2022.

Figure 38 : Répartition des importations du gaz naturel au Luxembourg en 2021 et 2022 (source : Statec)



4.4.3 Sécurité d’approvisionnement

4.4.3.1 Secteur Electricité

Cadre légal

Au niveau national, la sécurité d’approvisionnement dans le secteur de l’électricité est encadrée par la loi du 1er août 2007 relative à l’organisation du marché de l’électricité, donnant des rôles et responsabilités spécifiques notamment aux gestionnaires du réseau, le ministre ayant l’énergie dans ses attributions, le commissaire du gouvernement à l’énergie, et le régulateur.

Pour un aperçu du suivi de la sécurité d’approvisionnement, le ministère publie tous les deux ans un rapport sur la sécurité d’approvisionnement dans le secteur de l’électricité⁵⁶. Dans ce contexte, et selon les dispositions de l’article 11 de la loi sur le marché de l’électricité, la sécurité d’approvisionnement doit être comprise comme un terme global qui reflète la vision globale de l’approvisionnement des clients finals, et comprend toute la chaîne de valeur, c.à.d. la production, négoce, transport, vente et distribution de l’énergie électrique.

Au niveau européen, il existe également des réglementations qui encadrent la sécurité d’approvisionnement, la prévention des crises et la gestion des risques. Ainsi, le règlement (UE) 2017/2196 établit un code de réseau fixant les exigences applicables afin de préserver la sécurité d’exploitation, de prévenir la propagation ou la dégradation d’un incident dans le but d’éviter une perturbation à grande échelle et l’état de panne généralisée, et de permettre la reconstitution rapide du réseau électrique à partir d’un état d’urgence ou de panne généralisée. Le Règlement (UE) 2019/941 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 relatif à la prévention des risques dans le secteur de l’électricité établit des règles de coopération entre les états membres afin de prévenir, de préparer et de gérer les crises de l’électricité dans un esprit de solidarité et de transparence, en tenant pleinement compte des exigences d’un marché intérieur de l’électricité compétitif. Dans ce cadre, le Luxembourg a établi un plan national de préparations aux risques décrit en plus de détail au présent chapitre.

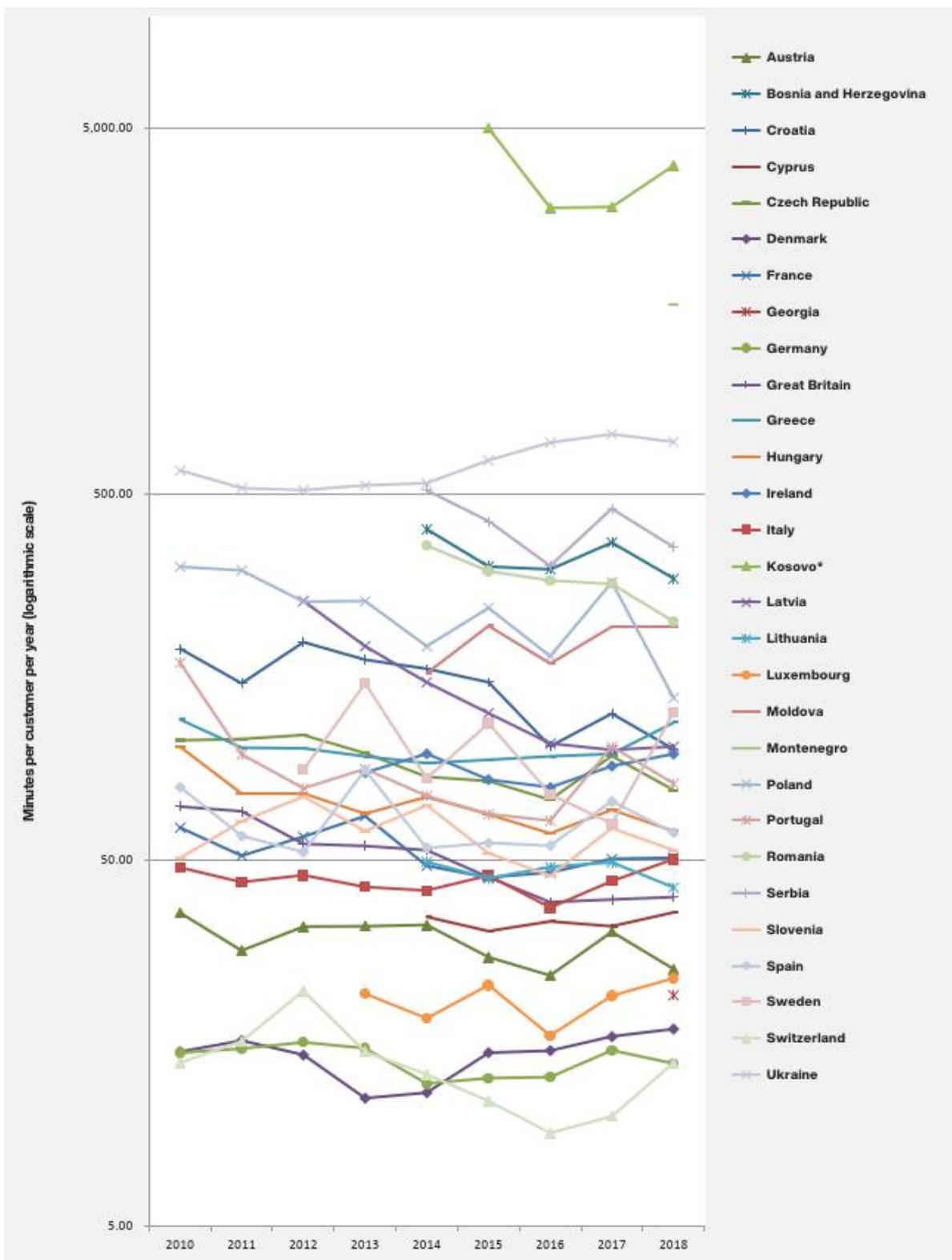
Situation actuelle

Comparée aux autres pays en Europe et ailleurs, la qualité de l’approvisionnement est très élevée au Luxembourg. En 2021, la durée moyenne des interruptions par point de raccordement était de 13,9 minutes par an⁵⁷. À titre de comparaison, l’illustration ci-dessous montre la durée moyenne des interruptions par point de connexion dans les pays européens de 2010 à 2018, on peut voir que le Luxembourg a continuellement atteint une qualité d’approvisionnement très élevée.

⁵⁶ Bericht über die Versorgungssicherheit im Strombereich in Luxemburg 2022: <https://meco.gouvernement.lu/dam-assets/le-ministere/fonctions/energie/electricite/mea-vsberichtstrom2022.pdf>

⁵⁷ ILR, Chiffres clés du marché de l’électricité : <https://assets.ilr.lu/energie/Documents/ILRLU-1685561960-998.pdf>

Figure 39 : Durée moyenne des interruptions par point de raccordement en Europe.⁵⁸



⁵⁸ 7th CEER-ECRB Benchmarking report on the quality of electricity and gas supply 2022: <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/15277cb7-3ffe-8498-99bb-6f083e3ceecb>

Préparation aux risques

Un plan de préparation aux risques dans le secteur d'électricité a été établi une première fois en 2021. Différents scénarios de crise nationaux ont été identifiés comme particulièrement critiques en termes d'impact et de probabilité pour le Luxembourg, pouvant être regroupés dans les catégories suivantes :

- Cyber-attaques ou attaques physiques contre des ressources critiques du réseau
- Phénomènes météorologiques
- Accidents techniques graves (panne de télécommunications ou accidents nucléaires)

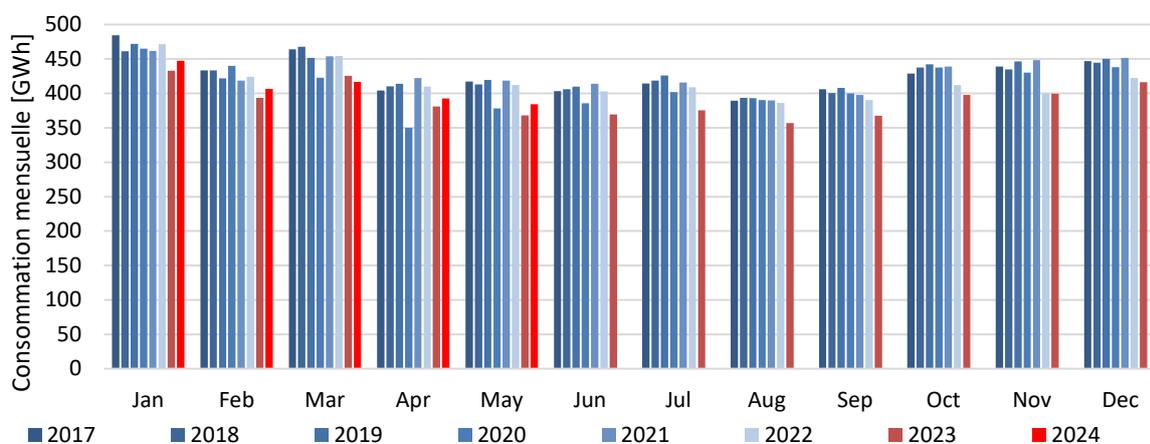
En raison de la crise énergétique, le plan a été mis à jour en décembre 2022⁵⁹ pour introduire de nouvelles mesures au cas où le pays serait confronté à une pénurie d'approvisionnement. L'un des outils introduits est le « StroumMonitor », un moniteur d'électricité qui qualifie le niveau national de l'approvisionnement électrique au Luxembourg. Des signaux clairs provenant du gestionnaire du réseau Creos Luxembourg S.A. guident les consommateurs pour adopter les bons gestes et pour assurer un approvisionnement sûr de tous en électricité. Le StroumMonitor permet d'alerter la population en cas de pénurie en électricité. De plus, il indique aussi les heures de pointe de consommation quotidiennes.

Le plan de préparation aux risques comprend également un chapitre commun régional, qui a été établi dans le cadre du Forum pentalatérale de l'énergie. Le chapitre commun identifie des scénarios de risque communs et renforce la coopération des États membres. En outre, en 2022, un cadre commun de communication et un catalogue de mesures ont été élaborés et convenus pour améliorer encore la communication et la coopération entre les États membres. Avec la version actuelle du plan et les plans d'intervention d'urgence existants du gouvernement, le Luxembourg a atteint un niveau mature et élevé de préparation aux risques dans le secteur de l'électricité.

La crise énergétique a également donné lieu à l'adoption du Règlement (UE) 2022/1854 du Conseil du 6 octobre 2022 sur une intervention d'urgence pour faire face aux prix élevés de l'énergie. Le règlement prescrit entre autres une réduction obligatoire de 5 % de la consommation d'électricité pendant les heures de pointe à partir du 1er décembre 2022 jusqu'au 31 mars 2023. Le StroumMonitor est un des outils qui permettaient d'adresser le besoin de réduire la consommation d'électricité, avec le résultat montré ci-dessous :

⁵⁹ Luxembourg risk preparedness plan for the electricity sector: <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/12-decembre/09-securite-approvisionnement-electricite/riskpreparednessplan-lu-update20221207.pdf>

Figure 40 : Consommation d'électricité mensuelle.



En outre, ledit règlement a introduit aussi une mesure visant à introduire un plafonnement des recettes issues du marché que certains producteurs tirent de la production d'électricité et à les redistribuer de manière ciblée aux clients finals d'électricité. Le projet de loi respectif est actuellement dans la procédure législative.

Évaluation de la sécurité d'approvisionnement future

À long terme, le Luxembourg est moins dépendant des importations d'électricité qu'auparavant, mais une certaine dépendance demeure. Par conséquent, la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend de la sécurité d'approvisionnement du reste de l'Europe. L'ERAA (European Resource Adequacy Assessment) est par la législation européenne l'analyse de référence pour la sécurité d'approvisionnement. Étant donné que la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg dépend notamment des capacités de production disponibles des pays voisins, l'analyse européenne est particulièrement pertinente pour tirer des conclusions par rapport à la sécurité d'approvisionnement du Luxembourg. Celle-ci tient également compte de variables telles que les centrales de production renouvelables disponibles, les pannes imprévues de l'équipement ou des lignes, ou encore les fluctuations de la demande en fonction de la température. Selon la dernière édition de l'analyse publiée fin 2022, les risques pour le Luxembourg ne sont pas à exclure à 100%, mais très faibles. Cette situation est notamment liée au fait que l'Allemagne prévoit des mesures à moyen et long terme afin de garantir la sécurité d'approvisionnement en développant les énergies renouvelables et, le cas échéant, les capacités de réserve.

En complément du rapport cité, l'agence fédérale des réseaux de l'Allemagne a rendu public début 2023 son rapport sur l'évolution de la sécurité d'approvisionnement du secteur de l'électricité pour le marché commun Luxembourg-Allemagne jusqu'en 2031⁶⁰. Ce rapport montre que, dans les scénarios retenus, la sécurité de l'approvisionnement en électricité peut être garantie entre 2025 et 2031. Le rapport analyse différents scénarios, dont une sortie anticipée du charbon d'ici 2030. En outre, les scénarios ont pris en compte, entre autres, la guerre en Ukraine et la hausse des prix du gaz qui en résulte. Pour que la sécurité d'approvisionnement en électricité soit garantie, une série d'évolutions doivent être réalisées du côté de la

⁶⁰ BNetzA, Versorgungssicherheit Strom, Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität (2023): https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/V/versorgungssicherheitsbericht-strom.pdf?__blob=publicationFile&v=4

production et du réseau et les efforts correspondants doivent être poursuivis. En particulier, un déploiement accéléré des énergies renouvelables est nécessaire.

La sécurité d’approvisionnement des consommateurs s’applique aussi bien à des capacités de production suffisantes qu’à des capacités de réseau suffisantes. Les résultats du côté du marché montrent pour le marché commun Allemagne-Luxembourg jusqu’aux années 2030 ou 2031 que la demande peut être couverte à tout moment pendant toutes les heures de l’année. Les analyses côté réseau montrent qu’en respectant les dates cibles actuelles de l’extension du réseau et en exploitant les potentiels disponibles pour la gestion des congestions, il est possible de garantir une exploitation du réseau sans congestion.

Outre l’état actuel de la sécurité d’approvisionnement, le rapport sur la sécurité d’approvisionnement dans le secteur de l’électricité susmentionné fournit également une analyse détaillée de l’état du réseau électrique et des évolutions nécessaires pour assurer la sécurité d’approvisionnement dans les années à venir. Le projet 380, qui implique la construction d’une interconnexion de 380 kV avec l’Allemagne pour couvrir la future demande d’électricité du pays, est particulièrement important. Dans l’ensemble, le rapport conclut également que la sécurité de la sécurité au Luxembourg restera à un niveau très élevé étant donné que les mesures et plans nécessaires sont mis en œuvre. Compte tenu de la dépendance persistante du Luxembourg vis-à-vis des importations d’électricité, un marché intérieur bien intégré est essentiel pour que le Luxembourg soutienne sa sécurité d’approvisionnement et la poursuite du développement des énergies renouvelables dans le marché commun Allemagne-Luxembourg est vitale pour maintenir la sécurité d’approvisionnement.

4.4.3.2 Secteur Gaz

Cadre légal

En matière de sécurité d’approvisionnement en gaz, l’article 16 de la loi portant organisation du marché du gaz, entrée en vigueur en août 2007, confie au ministère de l’Economie (MECO/ DG Energie) du Grand-Duché de Luxembourg la mission d’établir un rapport tous les deux ans sur la sécurité et la qualité de l’approvisionnement en gaz naturel. Selon les dispositions de l’article 16 de la loi sur le marché du gaz, la sécurité d’approvisionnement doit être comprise comme un terme global qui reflète la vision globale de l’approvisionnement des clients. La sécurité d’approvisionnement au Luxembourg est traitée en tenant compte de toutes les étapes de la chaîne de valeur, de la production et l’importation au négoce, transport et stockage, vente et distribution de gaz.

Au niveau européen il existe également différents cadres légaux pour la sécurité d’approvisionnement en gaz. Le cadre a été défini notamment par le règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil relatif à des mesures visant à assurer la sécurité de l’approvisionnement en gaz et à abroger le règlement (UE) 994/2010, mais a été significativement élargi dans le contexte de la crise énergétique de 2022, tel que décrit en plus de détail ci-après.

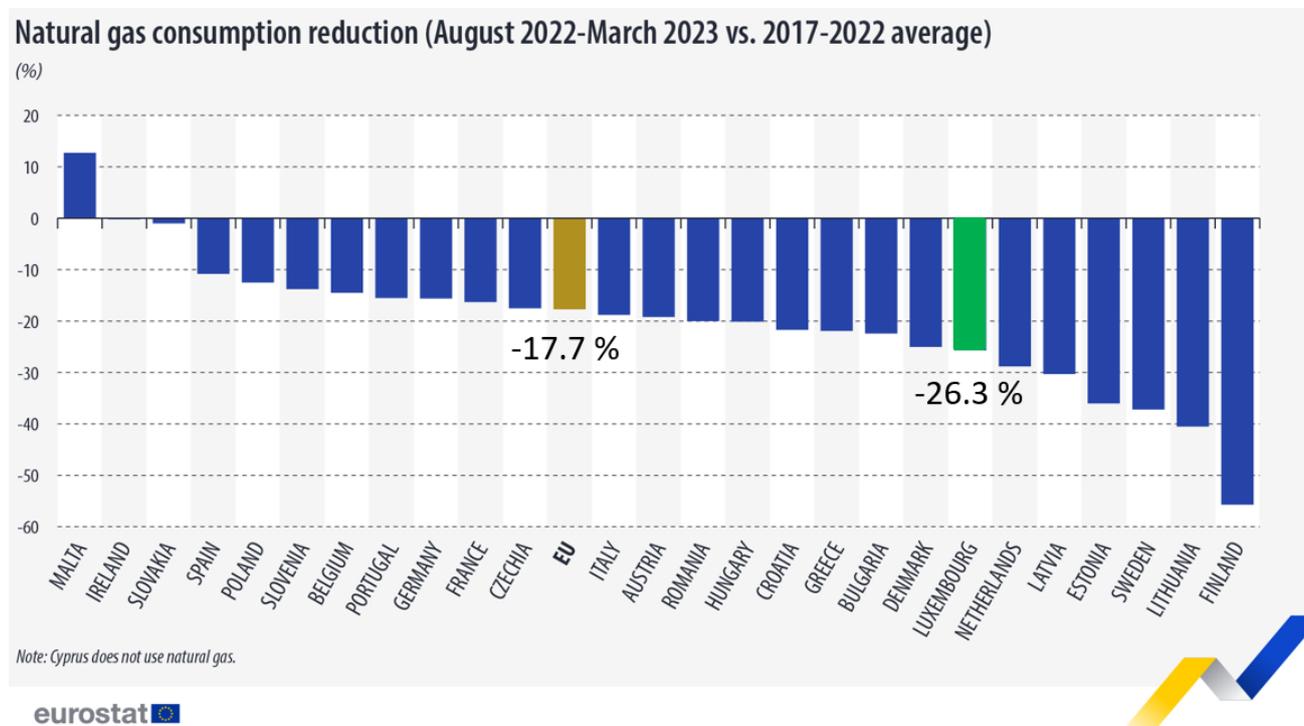
Situation actuelle

Étant donné que la crise énergétique a entraîné des prix extrêmement élevés et fait craindre des pénuries de gaz, un certain nombre de mesures européennes et nationales visant à réduire la dépendance au gaz russe et à prévenir une éventuelle pénurie de gaz sont récemment entrées en vigueur. Pour aider à identifier les mesures appropriées, ENTSO-G a réalisé des simulations sur la sécurité d’approvisionnement en Europe. Les simulations ont montré notamment l’importance des stockages de gaz en Europe. Les stockages de gaz sont particulièrement importants pendant les hivers pour couvrir la demande accrue en gaz. Pour éviter d’éventuelles pénuries durant l’hiver 2022-2023 et les hivers suivants, un niveau élevé de stockage de gaz était nécessaire avant le début de l’hiver. Le règlement (UE) 2022/1032 du Parlement Européen et du Conseil du 29

juin 2022, modifiant les règlements (UE) 2017/1938 et (CE) 715/2009 en ce qui concerne le stockage de gaz, a établi l'exigence selon laquelle les niveaux de stockage européens doivent être remplis à 80 % de leur maximum au 1er novembre pour 2022 et 90 % à partir de 2023. Comme le Luxembourg ne possède pas de stockage de gaz, il est tenu de contribuer à l'obligation de stocker du gaz dans d'autres États membres. Pour remplir ces obligations requises par le règlement, une disposition légale a été introduite pour les fournisseurs actifs au Luxembourg de conclure des arrangements prévoyant au 1er novembre de chaque année le stockage de gaz naturel dans des États membres de l'Union européenne disposant de stockages souterrains de gaz naturel à hauteur de 15 % de leurs fournitures moyennes sur les cinq dernières années à leurs clients situés au Luxembourg.

Un autre résultat important que les simulations de ENTSO-G ont montré, était qu'une réduction de la demande de gaz en Europe est nécessaire pour éviter d'éventuelles pénuries. En conséquence, le Conseil européen a introduit le Règlement (UE) 2022/1369 du 5 août 2022 relatif à des mesures coordonnées de réduction de la demande de gaz qui a comme objectif la réduction de la demande de gaz pour tous les États membres à l'échelon national de -15% pour la période allant du 1er août 2021 au 31 mars 2022 par rapport à la consommation moyenne au cours de la période allant du 1er août au 31 mars des 5 années précédentes (2017 à 2022). Afin d'atteindre cet objectif, le gouvernement luxembourgeois a lancé la campagne d'économie d'énergie⁶¹ « Zesumme spueren – Zesummenhalen » qui vise à sensibiliser et inciter l'ensemble de la société à économiser de l'énergie. A la fin de 2022, la réduction cumulée de la consommation de gaz naturel depuis le 1er août correspondait à environ -29% par rapport à la période de référence des années 2017 à 2022. L'illustration ci-dessous montre les réductions de la demande réalisées jusqu'en janvier 2023 par les États membres.

Figure 41 : Réduction de la consommation de gaz naturel en Europe d'août 2022 à janvier 2023 (source : Eurostat)



Afin d'améliorer l'achat coordonné de gaz, le règlement (UE) 2022/2576 du Conseil du 19 décembre 2022 renforçant la solidarité grâce à une meilleure coordination des achats de gaz, à des prix de référence fiables

⁶¹ Campagne d'économie d'énergie « Zesumme spueren – Zesummenhalen » : <https://zesumme-spueren.lu/>

et à des échanges transfrontières de gaz a été adopté. Le règlement améliore la transparence et l'échange d'informations concernant les achats de gaz prévus par les entreprises de gaz naturel ou les entreprises consommant du gaz établies dans l'Union ou les autorités des États membres qui ont l'intention de lancer un appel d'offres pour acheter du gaz ou d'ouvrir les négociations avec des producteurs ou des fournisseurs de gaz naturel de pays tiers en vue de l'achat de gaz. En plus, les États membres devraient exiger que des volumes équivalant à au moins 15 % de leur objectif de remplissage des installations de stockage pour l'année prochaine, soit environ 13,5 milliards de mètres cubes pour l'ensemble de l'Union, soient inclus par leurs entreprises dans le processus d'agrégation de la demande. Les États membres ne disposant pas d'installations de stockage souterrain sur leur territoire, comme le Luxembourg, devraient participer au processus d'agrégation de la demande avec des volumes équivalents à 15 % de leur obligation en matière de partage de la charge au titre de l'article 6 *quater* du règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil.

Encore une autre mesure visant à protéger les clients finals des prix élevés a été introduite par le règlement (UE) 2022/2578 du Conseil du 22 décembre 2022 établissant un mécanisme de correction du marché afin de protéger les citoyens de l'Union et l'économie contre des prix excessivement élevés. Le mécanisme de correction du marché sera automatiquement activé si les conditions suivantes se produisent. Le prix du « month ahead » sur le Title Transfer Facility (TTF) dépasse 180€/MWh pendant trois jours ouvrables et le prix TTF du « month ahead » est supérieur de 35 € à un prix de référence du GNL sur les marchés mondiaux pour les mêmes trois jours ouvrables. À partir du jour suivant la publication d'un avis de correction du marché, les opérateurs de marchés n'acceptent pas d'instruments dérivés TTF qui arrivent à expiration au cours de la période allant de la date d'expiration de l'instrument dérivé TTF à expiration la plus proche (front-month) à celle de l'instrument dérivé TTF à expiration la plus proche (front-year) et dont le prix est supérieur de 35 EUR au prix de référence publié par l'ACER le jour précédent (ci-après dénommée « limite d'offre dynamique »), et les participants au marché des instruments dérivés TTF ne peuvent soumettre des ordres pour ces instruments dérivés TTF. Si le prix de référence est inférieur à 145 EUR/MWh, la limite d'offre dynamique reste égale à la somme de 145 EUR et 35 EUR.

Grâce à la réaction rapide de l'Union européenne et à une forte coordination entre les États membres, la sécurité d'approvisionnement a pu être maintenue tout au long de 2022, ce qui représente aussi une base solide pour les prochains hivers. Cependant, la situation devra être suivie de très près, avec la possibilité d'introduire d'autres mesures supplémentaires.

Préparation aux risques

En vertu du règlement (UE) 2017/1938 du Parlement européen et du Conseil relatif à des mesures visant à assurer la sécurité de l'approvisionnement en gaz et à abroger le règlement (UE) 994/2010, les États membres sont tenus de procéder à une évaluation complète des risques qui mettent en danger la sécurité de l'approvisionnement en gaz dans leur État membre, notamment en tenant compte de toutes les circonstances nationales et régionales en ce qui concerne la configuration du réseau, la charge flux, capacité et différents scénarios de consommation. Le même règlement prévoit également que les États membres disposent d'un « Plan d'action préventif⁶² » et d'un « Plan d'Urgence » pour répondre à d'éventuelles crises dans le secteur du gaz.

⁶² Plan d'action préventif relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg (2020): <https://mea.gouvernement.lu/dam-assets/energie/gaz/GAZ-Plan-d-action-preventif-gaz-naturel-version-2020.pdf>

Notamment, le plan d'urgence⁶³ a été mise à jour en 2022 en particulier avec le contexte de la guerre en Ukraine et le changement d'approvisionnement en gaz en Europe qui en a résulté. La mise à jour contient une définition précise des clients protégés et des niveaux de priorités assignés à 4 catégories de clients dans le cadre des différentes mesures à adopter en fonction de la situation. Les clients protégés sont tous les clients résidentiels, les services essentiels (services de soins de santé; services d'aide sociale essentiels; services d'urgence et de sécurité) ainsi que les installations de chauffage urbain, dans la mesure où elles fournissent du chauffage à des clients protégés, et uniquement pour les volumes nécessaires pour le chauffage de ces clients protégés. Toute mesure est à prendre afin d'éviter le délestage des clients protégés, ils sont néanmoins sollicités à contribuer à la réduction de la consommation. Le plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg définit trois niveaux nationaux de crise ainsi que les mesures à prendre pour éliminer ou atténuer l'impact des ruptures de l'approvisionnement en gaz.

Évaluation de la sécurité d'approvisionnement future

Étant donné que tous les besoins en gaz du Luxembourg sont importés, le marché intérieur européen et la stabilité géopolitique en Europe sont de la plus haute importance pour le Luxembourg. Comme décrit dans les sections précédentes, la majeure partie du gaz est importée de la Belgique, avec laquelle le Luxembourg partage un marché commun. Un approvisionnement diversifié en gaz entrant dans la zone de marché commun Belgique-Luxembourg est essentiel pour permettre une chaîne d'approvisionnement résiliente et fiable. Comme un important flux de gaz de la Russie vers l'Europe a été interrompu, une dépendance beaucoup plus importante au GNL est attendue sur le marché du gaz en Europe. Étant donné que l'Europe s'approvisionnera en gaz sur le marché mondial du GNL, elle est davantage exposée à la volatilité des prix mondiaux du GNL. De plus, comme d'autres pays comme la Chine sont très actifs sur le marché du GNL et ont déjà établi des contrats à long terme avec de nombreux fournisseurs, les volumes de GNL disponibles sont relativement faible. Le GNL résultant disponible sur le marché est donc fortement dépendant des prévisions de production industrielle de la Chine.

Comme décrit dans les sections précédentes, les stockages de gaz joueront un rôle important dans le maintien de la sécurité d'approvisionnement, en particulier pendant les hivers. Un remplissage coordonné des stockages de gaz en Europe par tous les États membres sera nécessaire pour garantir qu'un niveau de remplissage de 90 % soit atteint au 1er novembre avant chaque hiver, comme l'exige le règlement (UE) 2022/1032.

Une méthode efficace dont dispose le Luxembourg pour réduire sa dépendance vis-à-vis des importations de gaz consiste à accroître l'efficacité énergétique et à encourager le passage du gaz à l'électricité dans tous les secteurs de la société. Dans tous les scénarios concernant la consommation de gaz au Luxembourg, l'objectif est de réduire la consommation et donc de réduire la dépendance aux importations de gaz. En particulier avec les nouvelles politiques et mesures, une transition rapide du gaz vers d'autres sources d'énergie est attendue.

⁶³ Plan d'urgence relatif à la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel du Luxembourg (2022) : <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2022/10-octobre/19-turmes-plan-urgence/lu-plan-urgence-gaz-naturel-version-20221019-final.pdf>

4.5 Dimension "marché intérieur de l'énergie"

4.5.1 Interconnexion électrique

Le Luxembourg est actuellement raccordé directement avec ses trois pays voisins.

- Le réseau de transport de Creos est raccordé au réseau de transport allemand voisin (postes de Bauler et Trèves) via deux lignes doubles de 220 kV d'une capacité de transport totale nominale de 2 300 MW
- Le réseau industriel Sotel est relié au réseau de transport belge d'Elia via une ligne double de 220 kV et au réseau électrique haute tension français par une ligne de couplage. La capacité d'interconnexion totale du réseau industriel est de 850 MW.

Fin 2017, la mise en service du transformateur-déphaseur de Schifflange et la possibilité d'utiliser un circuit de la ligne de 220 kV vers Aubange par Creos ont permis l'intégration maillée du Luxembourg dans le réseau de transport européen, permettant également au réseau Creos d'être relié en permanence au réseau de transport belge d'un point de vue technique. Comme les fournisseurs de réseau Elia et Creos contrôlent le transformateur-déphaseur de Schifflange, il est possible de coordonner le flux d'électricité entre la Belgique et l'Allemagne via le réseau de transport luxembourgeois. Cette liaison renforcée avec le réseau de transport belge contribue notamment à une plus grande sécurité d'approvisionnement. Bien que la commercialisation dans le cadre du couplage du marché européen ne soit pas prévue dans un avenir proche, cette piste sera réexaminée dans le cadre du développement ultérieur de la gestion des crises.

Afin de renforcer l'interconnexion avec le réseau de transport allemand géré par Amprion, Creos prévoit la construction d'une nouvelle ligne à très haute tension de 380 kV de Bertrange à Aach (Allemagne) en passant par Bofferdange ainsi qu'un poste de transformation 380/220/110-65-kV aux alentours de Bofferdange/Altlinster, qui remplacerait la ligne 220kV existante à ce niveau.

Le niveau d'interconnexion est calculé à l'aide de trois méthodes différentes. Pour ce faire, la capacité d'interconnexion (n-0) est mise en rapport avec :

- la charge de pointe
- la capacité de production totale installée
- la capacité de production totale installée à partir d'EnR

Indépendamment de la définition concrète du niveau d'interconnexion, le Luxembourg surpasse de loin les objectifs visés pour 2020 et 2030.

Tableau 60 : Niveau d'interconnexion du Luxembourg

	2020	2022	2030	2040
<i>Capacité interconnecteurs en N-0 - Total Luxembourg [MW]</i>	3150	3150	6650	7050
<i>Charge de pointe - Total Luxembourg (MW)</i>	1123	1128	1600	2050
Capacité de production d'électricité en total [MW]	487	677	1866	3226
Capacité de production d'électricité EnR [MW]	402	580	1823	3226
Niveau d'interconnexion des charges [%]	280%	279%	416%	344%
Niveau d'interconnexion de la production totale [%]	647%	465%	356%	232%
Niveau d'interconnexion de la production EnR [%]	784%	543%	364%	232%

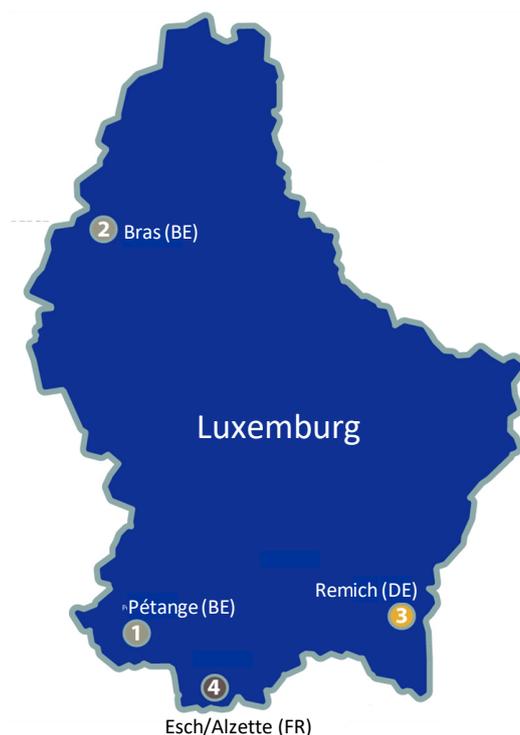
Source : Creos

4.5.2 Infrastructures de transport de l'énergie

Analyse - Gaz

Le Luxembourg dispose actuellement de points de connexion au réseau avec ses trois pays limitrophes, tel que repris dans la Figure 42. Le réseau de transport s'étend sur environ 280 km de conduites à haute pression et un total de 58 stations de distribution (stations de réglage de pression) et 4 postes frontière vers les réseaux en aval. Ces dernières années, seules des améliorations mineures ont été apportées au réseau de transport, car l'expansion des principaux axes a été achevée. Selon Creos, seuls des compactages isolés auront lieu au niveau du réseau de distribution à l'avenir. Aucun changement significatif n'est donc prévu au niveau des longueurs de conduites agrégées au cours des prochaines années.

Figure 42 : Représentation cartographique de la situation d’approvisionnement au Luxembourg



Source : Creos

Le Tableau 61 illustre les développements en matière de capacité technique aux points d’interconnexion existants et prévus par Creos.

Étant donnée une demande relativement faible, le point d’interconnexion frontalier d’Esch-sur-Alzette a été fermé en 2013, mais pourrait être réactivé si nécessaire. Cependant, ce point d’interconnexion n’approvisionne qu’une petite région et n’est pas connecté au réseau de transport de Creos.

La capacité d’entrée non interruptible au point d’interconnexion Remich est actuellement limitée à 88 000 Nm³/h.

Par conséquent, la capacité de transport sûre et non interruptible (n-1) est actuellement de 268 000 Nm³/h. Selon Creos, la charge de pointe actuelle du groupe de clients protégés est d’environ 140 000 Nm³/h. Ainsi, le Luxembourg remplirait donc ses obligations en termes d’infrastructure en vertu du règlement 2017/1938/UE. En raison du petit nombre de points d’interconnexion, ce règlement n’est cependant pas contraignant pour le pays. Il compte tout de même s’y conformer afin d’assurer l’approvisionnement en gaz des clients protégés.

En raison de la fermeture de la centrale Twinerg et de la forte baisse de la consommation de gaz qui en résulte, Creos ne voit pas la nécessité d’accroître sa capacité.

Creos est d’avis qu’aucune industrie grande consommatrice de gaz ne s’installera au Luxembourg.

Tableau 61 : Capacités techniques existantes et futures des points d'interconnexion

	2021	2030	2040
Esch/Alzette (FR)	20.000	20.000	20.000
Remich (DE)	150.000	150.000	150.000
Bras (BE)	110.000	110.000	110.000
Pétange (BE)	70.000	70.000	70.000
Somme	350.000	350.000	350.000

Source : Creos

4.5.3 Marchés de l'électricité et du gaz, prix de l'énergie

Le marché luxembourgeois de l'électricité compte actuellement 19 fournisseurs agréés, dont 12 étaient actifs sur le marché en 2021. Pour le marché du gaz, le nombre de fournisseurs agréés est de 12, dont 7 actifs.

Les prix actuels de l'électricité et du gaz pour les clients finals sont indiqués ci-dessous.

Tableau 62 : Évolution du prix de l'électricité et du gaz pour les clients finals.

	2017- S2	2018- S1	2018- S2	2019- S1	2019- S2	2020- S1	2020- S2	2021- S1	2021- S2	2022- S1	2022- S2
Prix moyen de gaz naturel pour le client résidentiel [€/kWh]	0.0398	0.0411	0.0429	0.0448	0.0414	0.0412	0.0366	0.0438	0.0639	0.0856	0.0891
Prix moyen de gaz naturel pour le client non résidentiel [€/kWh]	0.0338	0.0345	0.0359	0.0361	0.0307	0.0328	0.0308	0.0347	0.0492	0.0847	0.1225
Prix moyen d'électricité pour le client résidentiel [€/kWh]	0.1618	0.1671	0.1691	0.1798	0.1799	0.1986	0.1985	0.1988	0.1989	0.2017	0.2017
Prix moyen d'électricité pour le client non résidentiel [€/kWh]	0.0873	0.0905	0.0914	0.0975	0.0983	0.1009	0.1020	0.1037	0.1058	0.1404	0.1638

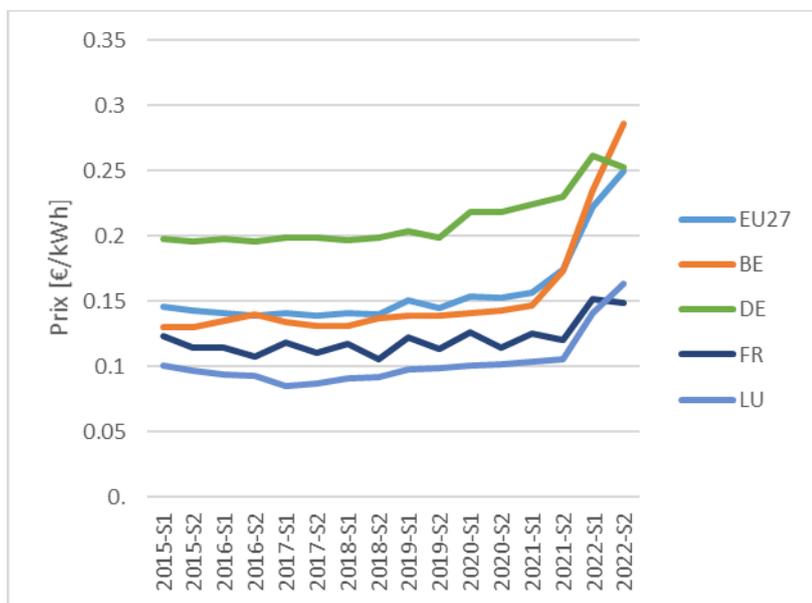
Source : Eurostat

Remarques:

- 1. Client résidentiel gaz naturel : Band D2 : 20 GJ < consommation annuelle < 200 GJ
- 2. Client non-résidentiel gaz naturel : Band I3 : 10 000 GJ < consommation annuelle < 100 000 GJ
- 3. Client résidentiel électricité : Band DC : 2 500 kWh < consommation annuelle < 5 000 kWh
- 4. Client non-résidentiel électricité : Band IC : 500 MWh < consommation annuelle < 2 000 MWh

En complément avec le tableau ci-dessus, le graphique suivant montre l'évolution du prix de l'électricité pour les clients non-résidentiels (Band IC : 500MWh < consommation annuelle < 2000MWh, toutes taxes et prélèvements compris) en comparaison avec les pays voisins à partir de 2015.

Figure 43 : Prix de l'électricité pour les clients non-résidentiels (Band IC : 500MWh < consommation annuelle < 2000MWh, toutes taxes et prélèvements compris) en comparaison avec les pays voisins à partir de 2015



Source : Eurostat

4.6 Dimension "recherche, innovation et compétitivité"

Comme argumenté dans les chapitres 2.5 et 3.5, les activités RDI se situent à des niveaux différents de TRL ou encore en amont ou en aval de chaînes de valeur complexes, dont le Luxembourg ne couvre qu'une petite partie. Même si les mesures proposées permettront d'étoffer l'écosystème de la RDI au Luxembourg leurs impacts concrets sur la transition énergétique et l'action climat sont difficiles à quantifier, voire impossibles à modéliser. Le MESR travaille cependant sur des tableaux de bord et indicateurs pour mieux pouvoir identifier les financements, ressources, effectifs et résultats en lien avec les thématiques phares du PNEC.

5 Analyse d'impact des politiques et mesures planifiées

Dans le but de réaliser l'analyse d'impact des politiques et mesures sur une base analytique solide, la modélisation a été confiée à un groupe d'experts nationaux composé du STATEC, d'experts des différents ministères concernés, de l'Administration de l'environnement et du Service d'économie rurale. La démarche est plus amplement décrite à l'introduction du chapitre 4.

5.1 Incidences des politiques et mesures planifiées sur le système énergétique et les émissions et absorptions de GES, avec une comparaison avec les projections sur la base des politiques et mesures existantes

En plus du scénario WEM (« With Existing Measures ») basé sur les politiques et mesures existantes, ayant été adoptées jusqu'au 31 décembre 2021, et présenté au chapitre 4, l'analyse d'impact a dégagé le **scénario WAM (« With Additional Measures ») intégrant les politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées)**, telles que décrites au chapitre 3. Le présent chapitre présente l'évaluation des incidences des politiques et mesures planifiées (scénario WAM) sur les émissions et absorptions de GES (chapitre 5.1.1), la consommation d'énergie (chapitre 5.1.2) et les énergies renouvelables (chapitre 5.1.3). A chaque fois les effets du scénario WAM sont comparés au scénario WEM.

5.1.1 Emissions et absorptions de GES

Les résultats des projections des émissions et absorptions de GES sur la base des politiques et mesures planifiées (scénario WAM) sont compilés dans le Tableau 63 et le Tableau 64 pour chacun des 5 secteurs de la loi relative au climat (**émissions ESR / loi climat** : émissions attribuées au Luxembourg au titre du règlement (UE) 2018/842 sur le partage de l'effort), pour les installations tombant sous le champ d'application de la directive ETS (**émissions ETS**) ainsi que pour le secteur **LULUCF**.

Tableau 63 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2030 sur la base des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) (**scénario WAM**)

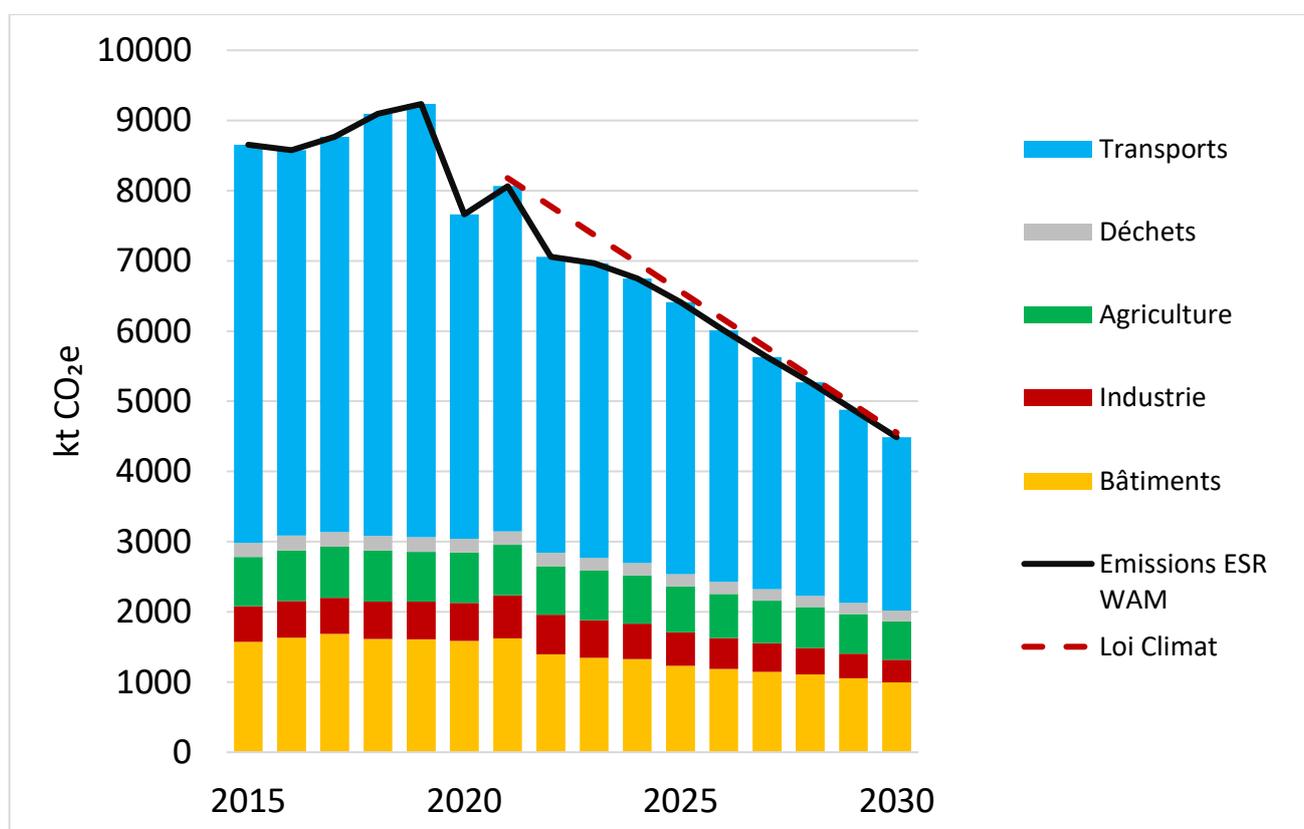
[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	614	566	539	506	474	439	408	378	351	325
Transports	4919	4217	4195	4055	3872	3587	3306	3042	2751	2467
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1621	1395	1343	1328	1234	1187	1147	1107	1054	993
Agriculture et sylviculture	717	689	707	682	658	630	604	583	563	545
Traitement des déchets et des eaux usées	193	192	182	178	174	170	166	161	157	157
EMISSIONS ESR / loi climat	8065	7058	6966	6749	6410	6013	5631	5271	4877	4487
EMISSIONS ETS	1317	1134	1251	1245	1246	1242	1225	1196	1172	1137
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	9383	8192	8218	7994	7656	7255	6856	6467	5050	5625
LULUCF	-608	-648	-435	-426	-431	-439	-432	-442	-436	-430

* Les émissions des années 2021 et 2022 sont des données observées, figurant au dernier inventaire des émissions de gaz à effet de serre. Les projections commencent à partir de l'année 2023.

Source : Statec, AEV & SER (2024)

En comparant les émissions ESR / loi climat projetées du scénario WAM aux allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (selon le règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030), on constate que les émissions projetées de l'année 2030 sont environ 1% inférieures à l'allocation d'émissions pour cette même année. Par rapport à l'année de référence 2005, les émissions en 2030 seraient diminuées de 56%, alors que l'objectif climatique national consiste à réduire les émissions de 55% d'ici 2030 par rapport à 2005. **L'objectif national de réduction des émissions serait donc respecté en 2030**, grâce aux politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées), tandis que dans le scénario WEM les émissions ne seraient réduites que de 33% (voir Figure 44 et Figure 45).

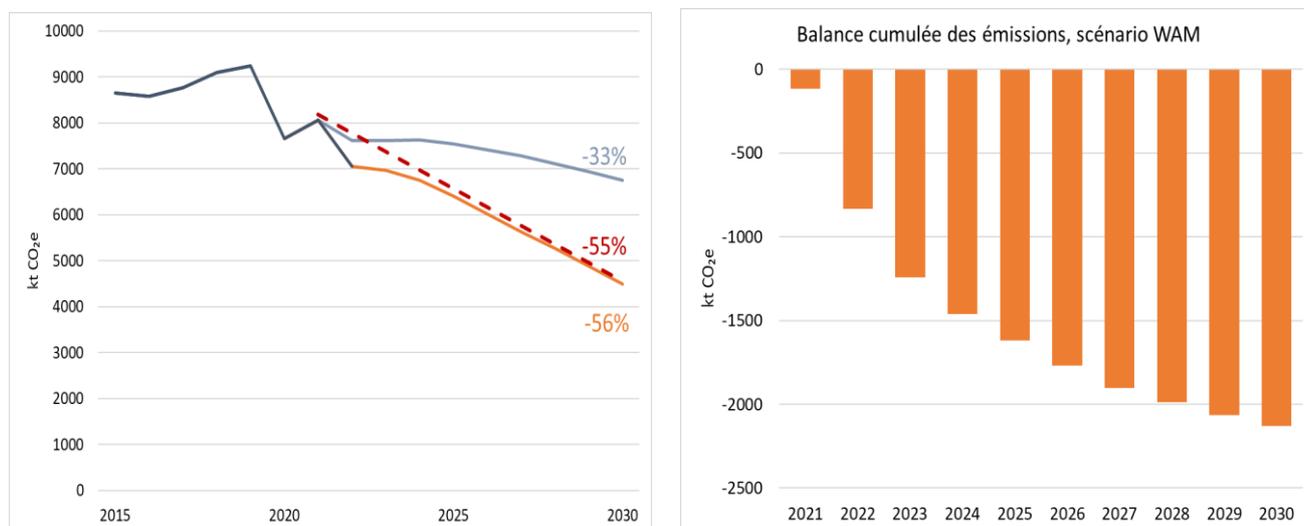
Figure 44 : Projection WAM des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) avec émissions historiques de 2015 à 2022



Source : Statec, AEV & SER (2024) ; Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024) ; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (Loi relative au climat)

De même, dans le scénario WAM, on observe que les émissions ESR / loi climat projetées respectent les allocations d'émissions annuelles pour chaque année de 2021 à 2030. Sur la période entière, le scénario WAM cumule un bonus d'environ 2100 kt CO_{2eq} par rapport à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles (voir Figure 45), ce qui correspond à environ 3,4% du budget total des émissions. Ainsi, **l'objectif climatique national serait bien respecté sur la période de 2021 à 2030**.

Figure 45 : Projection WAM (en orange) et projection WEM (en gris) des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire (en rouge) des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) avec émissions historiques de 2015 à 2022 & Balance cumulée des émissions dans le scénario WAM par rapport aux allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030



Source : Statec, AEV & SER (2024) ; Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024) ; Règlement grand-ducal du 22 juin 2022 déterminant les allocations d'émissions de gaz à effet de serre annuelles pour la période allant jusqu'au 31 décembre 2030 (Loi relative au climat)

Finalement, en ce qui concerne le secteur LULUCF, l'objectif renforcé pour 2030 consiste à réaliser une absorption nette totale de -403 kt CO_{2eq} (voir 2.1.1). D'après les résultats du scénario WAM (voir Tableau 64), **l'objectif LULUCF serait également atteint en 2030.**

En conclusion, les politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) de la mise à jour du PNEC (scénario WAM) permettraient d'atteindre les objectifs climatiques nationaux à l'horizon 2030 de la loi relative au climat.

Les résultats des projections des émissions et absorptions de GES sur base des politiques et mesures planifiées (scénario WAM) à l'horizon 2050 sont compilés dans le Tableau 64 et discutés au chapitre 5.4.

Tableau 64 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2050 sur la base des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) (**scénario WAM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	474	325	249	172	111	98
Transports	3872	2467	1170	321	78	37
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1234	993	702	427	261	96
Agriculture et sylviculture	658	545	528	511	496	484
Traitement des déchets et des eaux usées	174	157	156	154	155	158
EMISSIONS ESR / loi climat	6410	4487	2805	1584	1100	873
EMISSIONS ETS	1246	1137	886	487	500	519
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	7656	5625	3692	2071	1600	1392
LULUCF	-431	-430	-256	-428	-493	-660
BILAN TOTAL – ESR / loi climat & ETS & LULUCF	7225	5195	3435	1643	1107	732

Source : Statec, AEV & SER (2024)

5.1.2 Évolution de la consommation d'énergie au Luxembourg à l'horizon 2040 suivant le scénario WAM (With Additional Measures)

Le Tableau 65 indique les consommations d'énergie finale du scénario WAM pour les années 2030 et 2040 ventilées par secteur. Les trajectoires correspondantes sont visualisées aux figures 46 à 58. Ces figures permettent de comparer le scénario WAM au scénario WEM présenté au chapitre 4 et de le situer par rapport aux objectifs du PNEC 2020. L'énergie finale considérée ici est l'énergie finale hors chaleur ambiante, aviation internationale incluse.

Tableau 65 : Consommations d'énergie finale des différents secteurs prévus par le scénario WAM pour les années 2030 et 2040

Secteur	Unité	2030	2040
Industrie manufacturière et construction (ETS + Non-ETS)	GWh	6 587	6 414
Transport	GWh	20 300	14 545
Ménages (y inclus des bâtiments résidentiels)	GWh	5 570	4 621
Commerce et services (y inclus des bâtiments tertiaires)	GWh	4 434	3 531
Agriculture	GWh	58	58
Total de la consommation d'énergie finale*	GWh	36 949	29 168

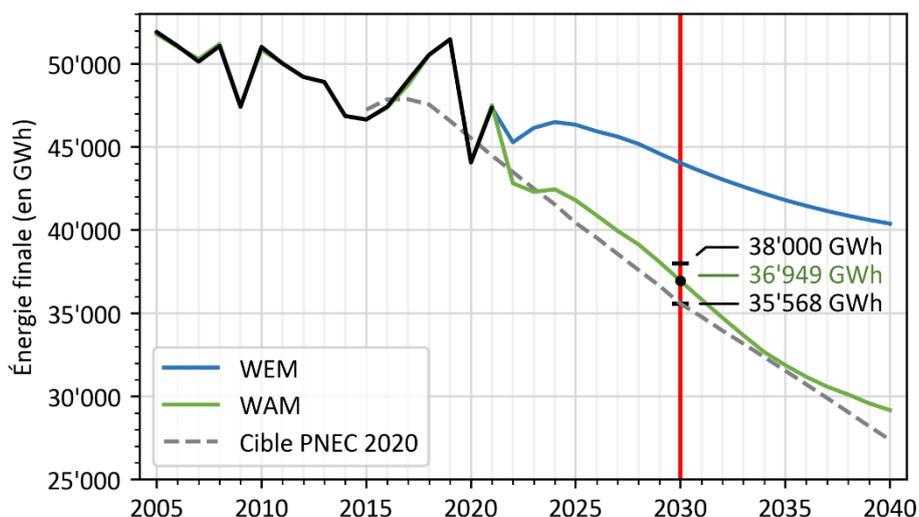
* hors chaleur ambiante, avec aviation internationale

Source : Modélisation STATEC 2024

TOTAL tous les secteurs

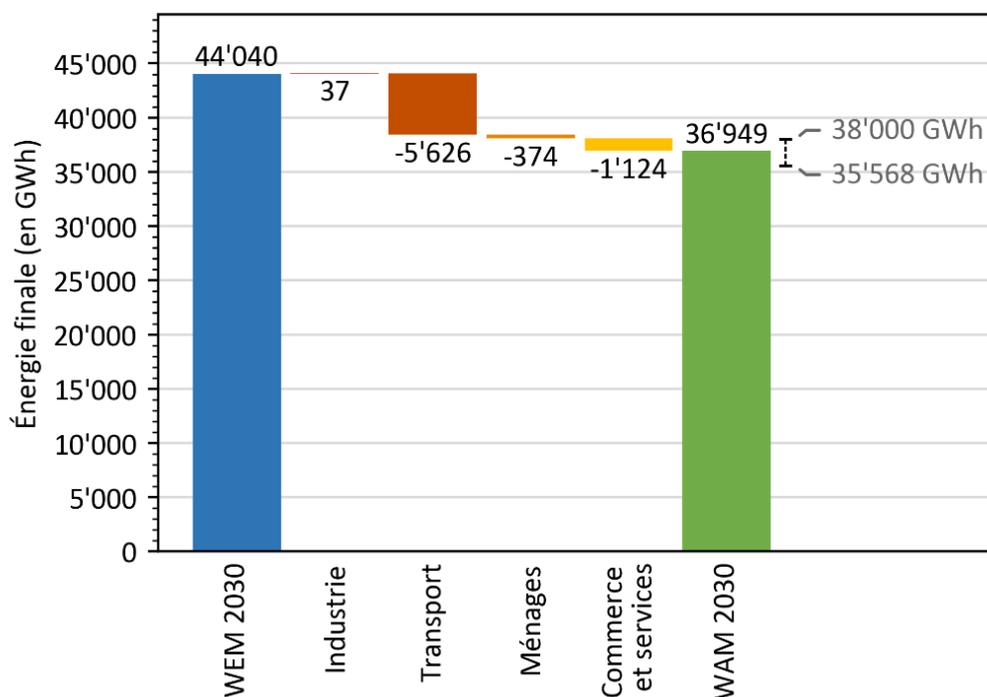
L'objectif d'efficacité énergétique global pour tous les secteurs, modélisé dans le scénario WAM est représenté dans la Figure 46. L'objectif ambitieux en consommation d'énergie finale de 36 949 GWh en 2030 correspond à une réduction de 42% par rapport au scénario REF2007 et se situe donc dans la fourchette d'amélioration de l'efficacité énergétique de -40 à -44% par rapport à la référence REF2007 définie comme objectif national dans le PNEC 2020.

Figure 46 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – TOTAL tous les secteurs



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 47 : Comparaison entre les scénarios WEM et WAM – Consommation totale d'énergie finale en 2030



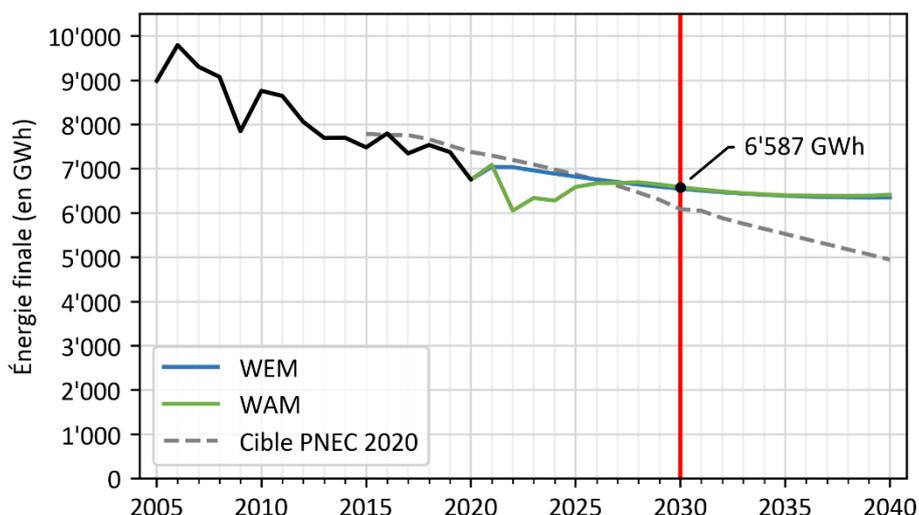
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Industrie manufacturière et construction

Sur base des projections d'évolution de la conjoncture, l'accroissement continu des activités du secteur des industries manufacturières et de la construction contrebalance en grande partie l'amélioration de l'efficacité énergétique dans ce secteur, ce qui explique la consommation d'énergie finale pratiquement constante entre 2020 et 2040, avec de légères fluctuations.

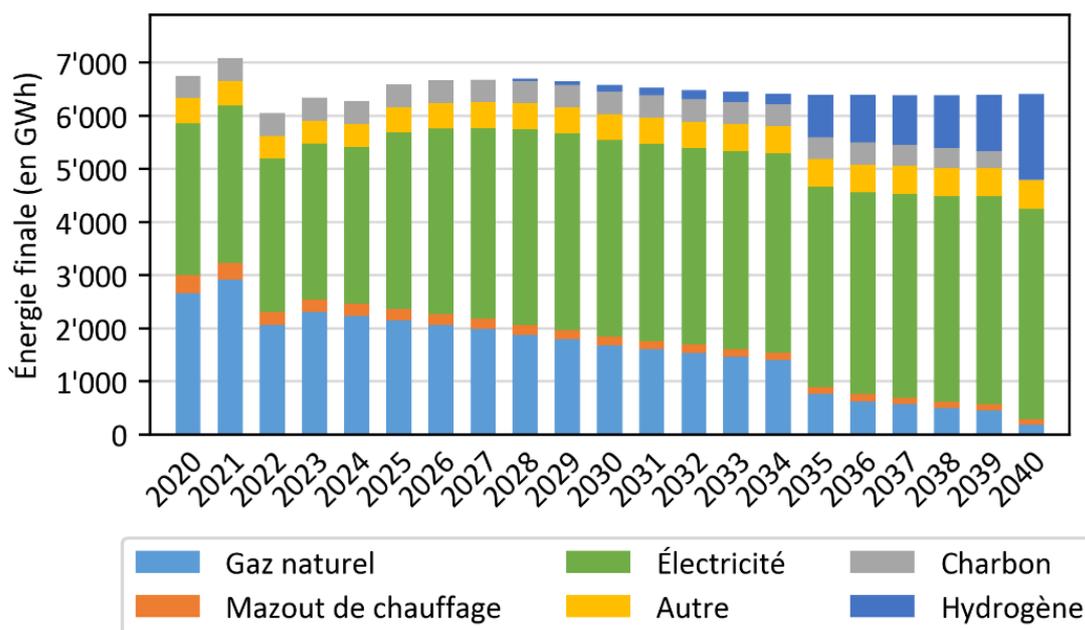
À préciser que l'accroissement des activités se fait surtout au niveau des entreprises non-ETS et qu'il n'y a pratiquement pas d'évolution au niveau des entreprises ETS.

Figure 48 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Industrie manufacturière et construction



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 49 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Industries manufacturières et construction



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

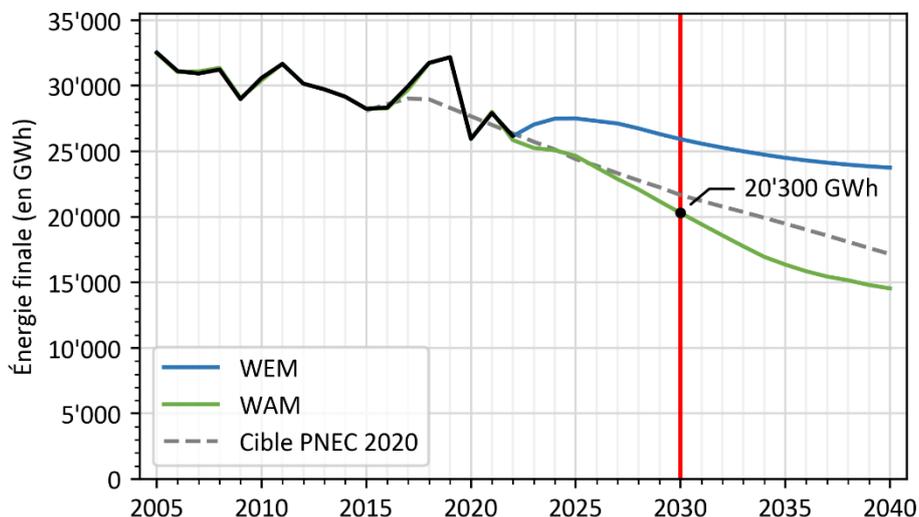
Transports

La forte baisse de la consommation en énergie finale du secteur des transports est influencée en premier lieu par la modulation de la taxe CO₂ en fonction de l'évolution du différentiel de prix des carburants par rapport aux pays limitrophes (carburants transport routier).

L'électrification du secteur des transports a une influence moyenne sur la consommation en énergie finale, mais par contre une influence importante sur la réduction des émissions de GES du secteur. La forte évolution

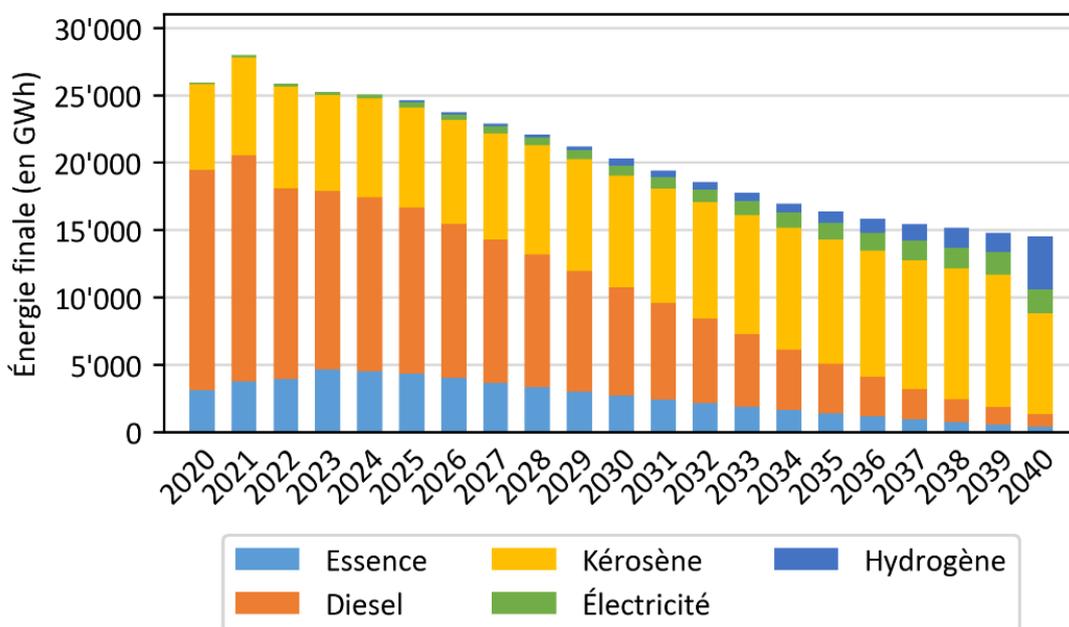
du secteur de l'aviation (transport de passagers et fret) contrebalance une partie des améliorations au niveau de l'efficacité énergétique.

Figure 50 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Transport



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 51 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Transport



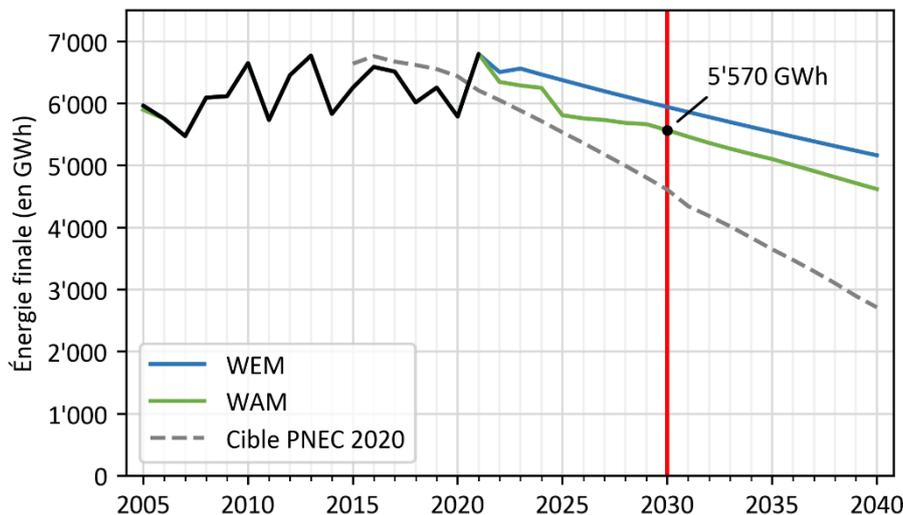
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Ménages (y inclus bâtiments résidentiels)

L'énergie consommée par les ménages est en grande partie liée directement à l'utilisation (chauffage) des bâtiments résidentiels.

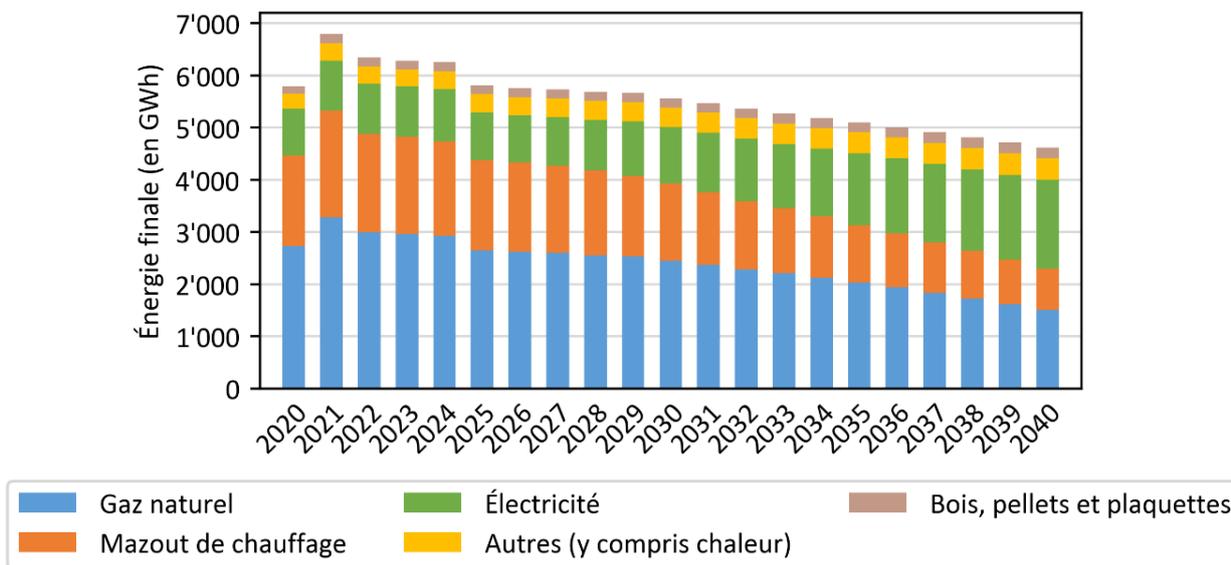
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et, spécifiquement pour les pompes à chaleur, sur la réduction de l'énergie finale consommée (vu que la chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale (FEC without ambient heat)).

Figure 52 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Ménages



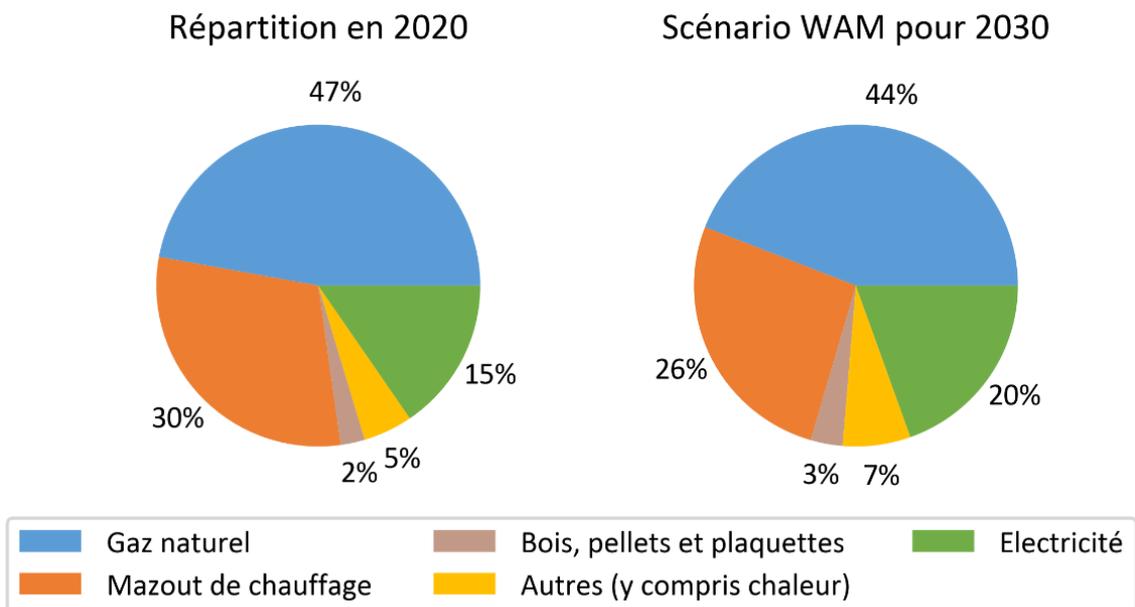
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 53 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Ménages



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 54 : Répartition suivant vecteur énergétique – Ménages



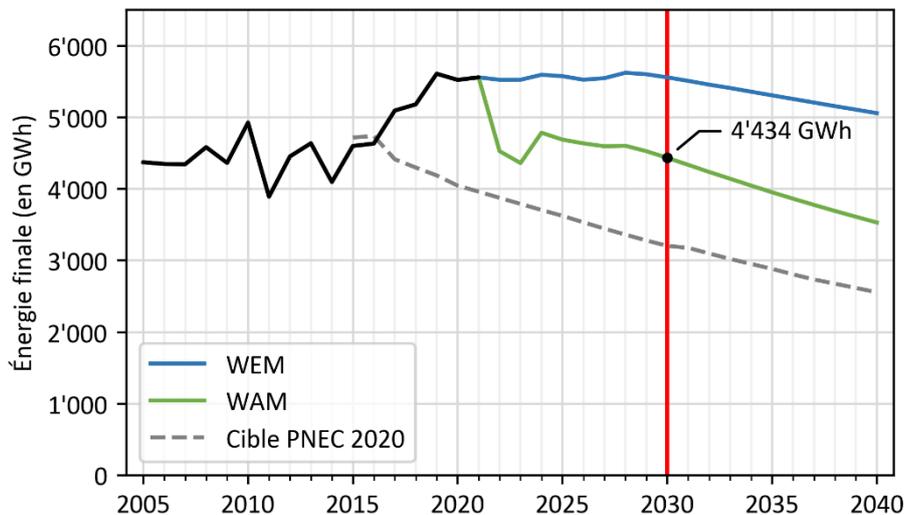
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Commerces et services (y inclus bâtiments tertiaires)

Ce secteur comprend les bâtiments tertiaires mais également toutes les activités de commerce et services (qui ne sont pas attribuées spécifiquement à un autre secteur).

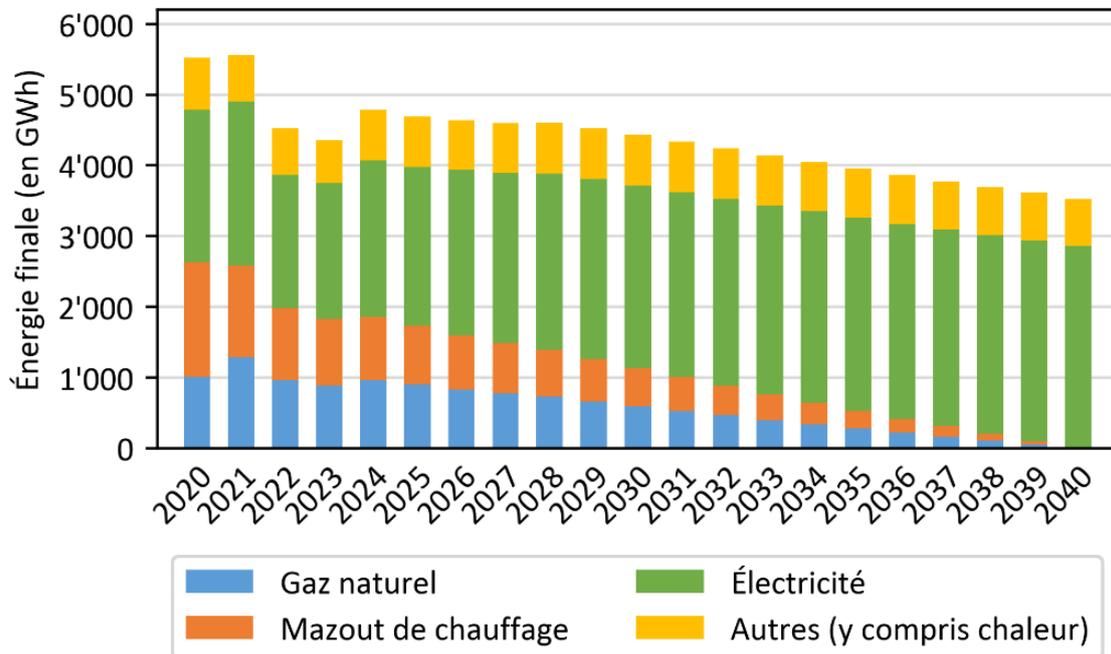
La décarbonation des bâtiments par l'électrification, c.-à-d. le remplacement de systèmes de chauffage fossiles par des systèmes à base d'énergie renouvelable et notamment par des pompes à chaleur a un effet direct sur les émissions de GES et , spécifiquement pour les pompes à chaleur, sur la réduction de l'énergie finale consommée (vu que la chaleur ambiante exploitée par une pompe à chaleur n'est pas comptabilisée dans l'énergie finale (FEC without ambient heat)).

Figure 55 : Évolution PNEC 2020 vs WEM vs WAM – Commerces et services



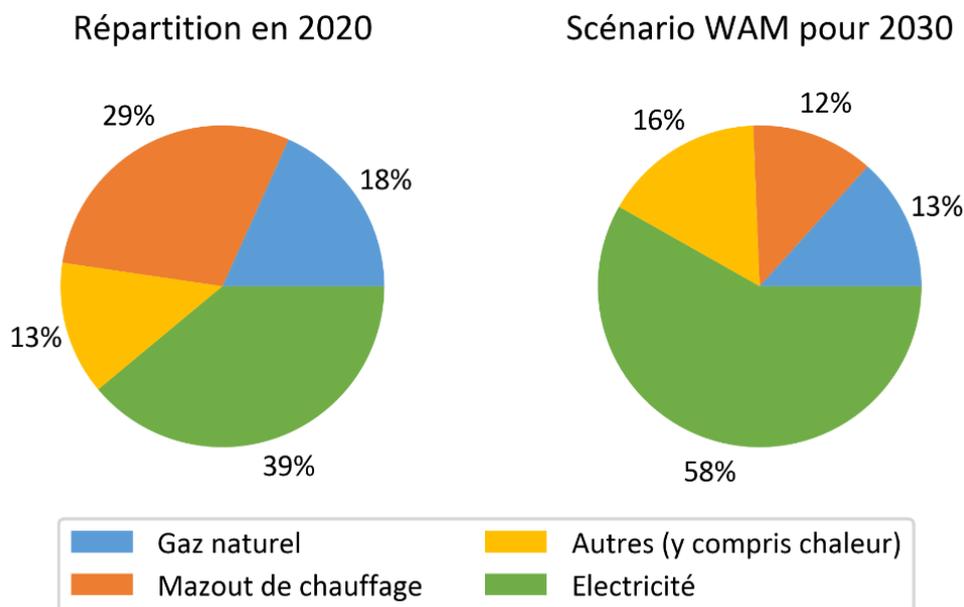
Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 56 : Évolution WAM suivant vecteur énergétique – Commerces et services



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Figure 57 : Répartition suivant vecteur énergétique – Commerces et services

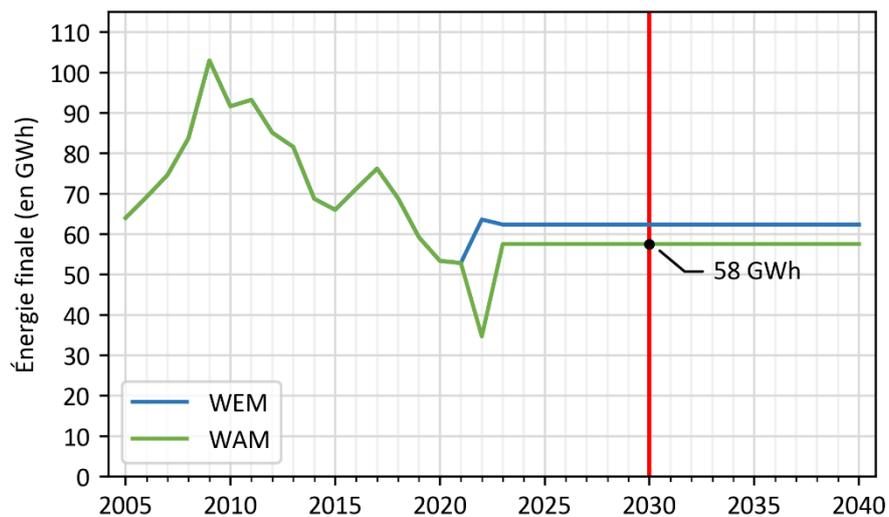


Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

Agriculture

Le secteur de l'agriculture a une consommation d'énergie finale relativement faible par rapport aux autres secteurs considérés ci-dessus. La Figure 58 montre l'évolution de sa consommation d'énergie finale jusqu'en 2040.

Figure 58 : Scénario WAM – Agriculture



Source : Modélisation STATEC 2024, Graphiques MECO/DG Energie

5.1.3 Energies renouvelables

Le PNEC 2020 a été adopté par le Gouvernement en conseil en sa séance du 20 mai 2020 et constitue la base de la politique climatique et énergétique du Luxembourg, une feuille de route déjà mise en pratique par l'adoption de lois et règlements, de stratégies et programmes et de projets dans les différents domaines.

Le scénario cible du PNEC 2020 indiquait la trajectoire à suivre pour atteindre une part d'énergies renouvelables de 25% par rapport à la consommation d'énergie finale brute à l'horizon 2030. En plus d'un développement quasi exponentiel des énergies renouvelables, une nette augmentation de l'efficacité énergétique et, par conséquent, une réduction de la consommation, seront donc nécessaires.

La présente partie est consacrée aux mesures supplémentaires dites additionnelles visant à promouvoir davantage le développement des énergies renouvelables et à accroître leur contribution. Concrètement, l'attention se porte sur la production d'énergie et la part des énergies renouvelables qui en résulte selon le scénario cible du PNEC mise à jour (37 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique pour 2030), donc avec les mesures additionnelles présentées au chapitre 3, par rapport au scénario de référence, avec les mesures existantes.

Evolution de la production d'énergie à partir de sources renouvelables suivant les différents secteurs à l'horizon 2040 selon le scénario WAM (With Additional Measures)

Dans le chapitre suivant, les évolutions de la production des énergies renouvelables dans les différents secteurs selon le scénario WAM à l'horizon 2040 sont présentées. Le scénario WAM a été modélisé par le STATEC à partir du modèle NEAM et en tenant compte des mesures proposées dans le chapitre 3. Dans le chapitre 2, certains détails et effets escomptés de la mise en place de ces politiques et mesure sont également décrits sous les chapitres relatifs aux évolutions des différentes sources d'énergies renouvelables.

Scénario WAM - Secteur de l'électricité renouvelable

Tableau 66 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le **secteur de l'électricité renouvelable d'ici 2040 - scénario WAM et comparaison au scénario WEM**

WAM scenario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Hydroélectrique	104	104	104	104	104	103	103	103	103	103	102
Eolien	315	330	430	511	699	800	867	903	962	1043	1368
Photovoltaïque	180	316	390	480	580	680	780	890	1000	1112	1574
Déchets renouvelables	43	43	44	45	46	47	48	49	49	50	60
Biogaz	62	67	71	75	79	84	88	92	96	100	100
Biomasse solide	285	285	290	540	554	568	582	596	610	624	734
Production EnR - secteur électricité	989	1145	1329	1755	2062	2282	2468	2633	2820	3032	3937
Consommation - secteur électricité	6954	6120	6209	6564	6866	7129	7322	7538	7673	7756	8884
Part EnR - secteur électricité	14,2%	18,7%	21,4%	26,7%	30,0%	32,0%	33,7%	34,9%	36,8%	39,1%	44,3%

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Scénario WEM :

WEM	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - Electricité - %	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%

L'augmentation de la part d'électricité renouvelable est menée par le photovoltaïque et l'éolien, tout au long de la période de 2021 à 2040. Le scénario WAM est porté par les politiques et mesures visant entre autres à étendre les grandes installations photovoltaïques, promouvoir l'autoconsommation, le « *PV-ready* » pour les nouveaux bâtiments industriels et agricoles ou encore à soutenir l'éolien via l'accélération et la facilitation des procédures d'autorisation. Un aperçu général est exposé sous le chapitre 2 et l'ensemble des mesures peut être consulté sous le chapitre 3.

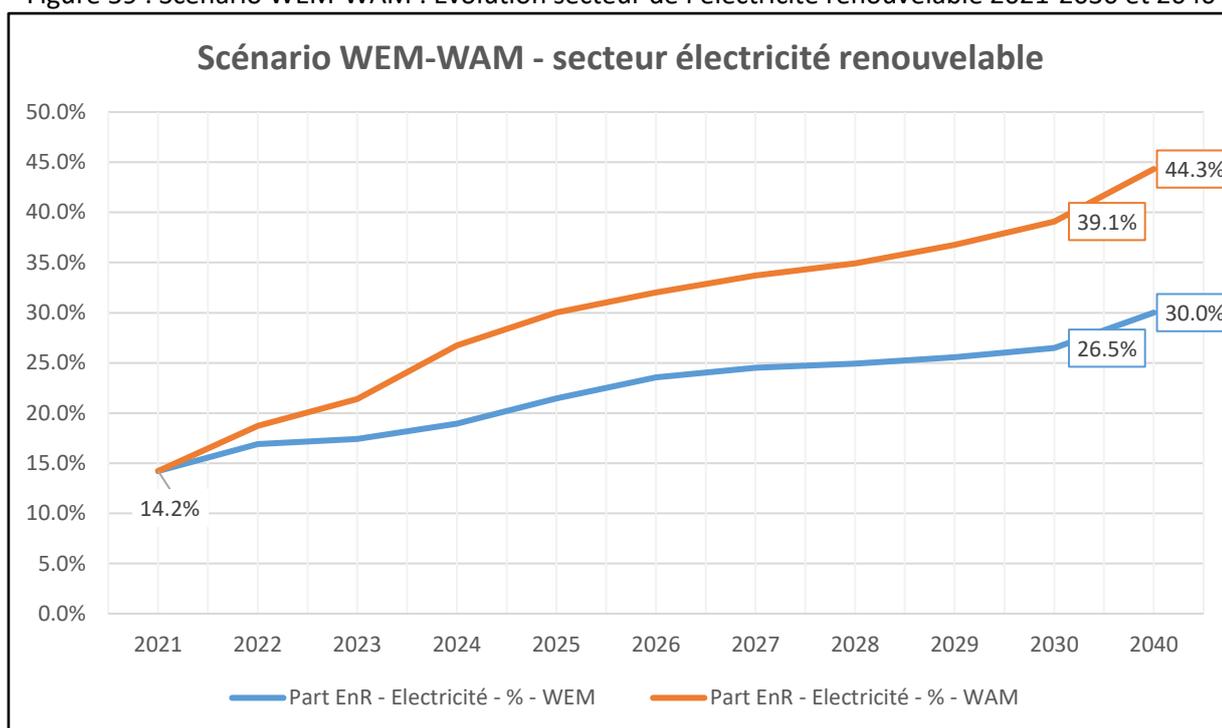
En comparaison au WEM, l'énergie hydroélectrique et les déchets renouvelables restent inchangés, étant donné que le potentiel à disposition est déjà exploité et que des installations supplémentaires de ces technologies ne sont pas prévues.

A l'horizon 2040, l'électricité produite à partir de l'énergie éolienne augmente de 1.016 GWh à 1.368 GWh, du photovoltaïque de 838 GWh à 1.574 GWh, du biogaz de 65 à 100 GWh et de la biomasse solide de 428 à 734 GWh par rapport au scénario WEM (Tableau 66). Ces différences soulignent qu'une grande partie des mesures est axée sur ces technologies et surtout sur l'énergie solaire.

Ainsi, pour 2030 la part des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité augmente de 26,5% (WEM) à 39,1 % (WAM) et pour 2040, de 30% à 44,3 % d'après les modélisations.

Un élément non négligeable qui influence la part des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité est la consommation d'électricité qui augmente de l'ordre de 14,5 % entre 2030 et 2040 (scénario WAM).

Figure 59 : Scénario WEM-WAM : Évolution secteur de l'électricité renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Scénario WAM - Secteur de la chaleur renouvelable

Tableau 67 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables du **secteur de la chaleur renouvelable d'ici 2040 - scénario WAM**

WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Biogaz (centralisé) - biométhane	30	119	125	132	138	145	151	158	164	170	170
Biomasse solide (centralisé)	1203	1300	1310	2050	2068	2103	2139	2177	2217	2259	1697
Biomasse solide (décentralisé)	132	150	170	190	210	230	250	270	290	310	192
Déchets renouvelables (centralisé)	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	16
Panneaux solaires thermiques	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	100
Pompes à chaleur (PAC)	54	216	315	438	522	824	999	1177	1376	1555	3.361
RFNBO (Industrie)	0	0	0	0	0	0	0	35	63	130	1.610
Consommation EnR - secteur chaleur/froid	1463	1832	1973	2867	3001	3369	3612	3895	4194	4514	7147
Consommation -secteur chaleur/froid	11388	11891	11979	12100	11624	11651	11598	11522	11457	11270	8883
Part EnR - secteur chaleur	11,2%	15,4%	16,5%	23,7%	25,8%	28,9%	31,1%	33,8%	36,6%	40,1%	80,5%
Article 23 - 2023/2413	0,2%	4,3%	1,1%	7,2%	2,1%	3,1%	2,2%	2,7%	2,8%	3,4%	/
Moyenne	3,0%					2,8%					
Annexe I, a)	2,9%										

Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Scénario WEM :

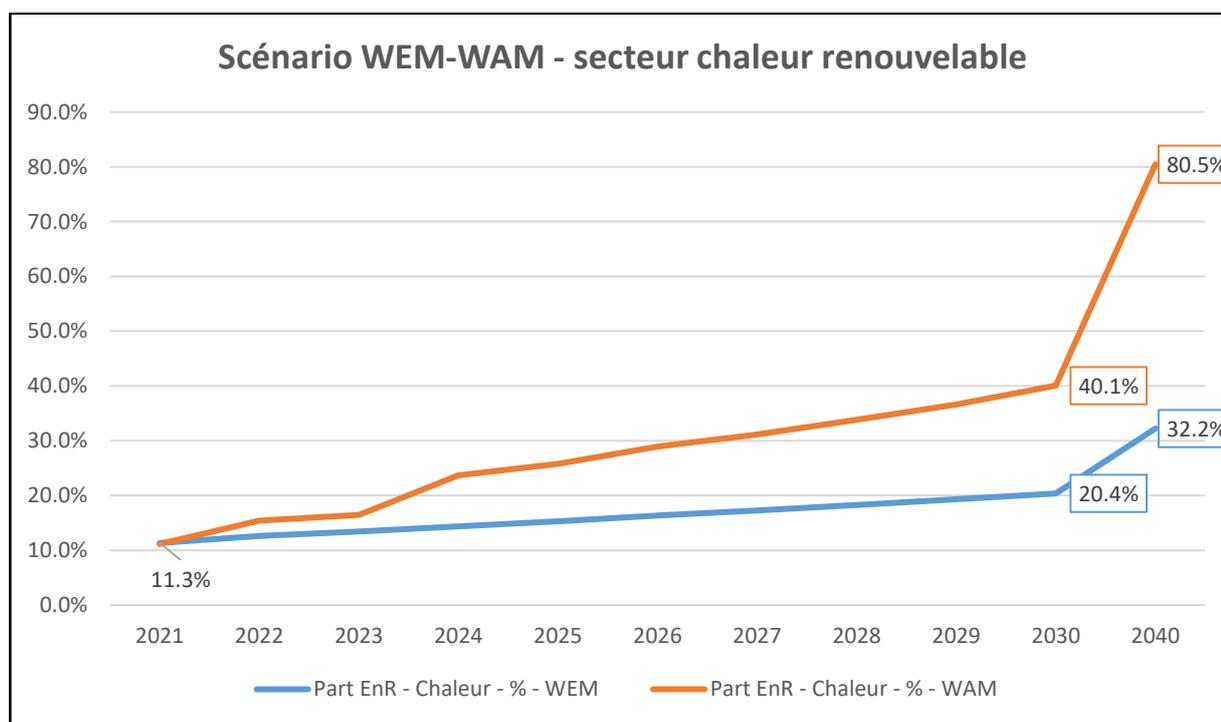
WEM	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - Chaleur - %	11,3%	12,6%	13,5%	14,4%	15,3%	16,3%	17,3%	18,3%	19,3%	20,4%	32,2%

Par rapport au scénario WEM, le scénario WAM se distingue avant tout par son apport en chaleur grâce aux pompes à chaleur, qu'elles soient utilisées dans le secteur des bâtiments résidentiels ou tertiaires avec l'objectif de la décarbonation des bâtiments par l'électrification, combinée à une production d'électricité photovoltaïque (et par optimisation de l'autoconsommation de cette électricité) (Tableau 67). Pour 2030, la modélisation WEM est avec 643 GWh nettement inférieure en termes de chaleur produite à partir des pompes à chaleur, par rapport au scénario WAM (1.555 GWh). Entre 2030 et 2040, le déploiement des pompes à chaleur sera beaucoup plus prononcé avec les mesures proposées, aboutissant à 3.361 GWh produites (WAM) au lieu de 1.242 GWh (WEM).

Outre les pompes à chaleur, l'hydrogène renouvelable (prioritairement pour les procédés industriels) joue un rôle dans la décarbonation du secteur industriel, surtout à partir de 2030. A l'horizon 2035, et en concertation avec le développement d'un réseau dans la Grande Région, la mise en service d'une conduite transportant l'hydrogène est prévue. Avec 1.610GWh modélisés pour 2040, l'hydrogène renouvelable contribue de manière substantielle à décarboner le secteur de la chaleur (procédés industriels).

D'autre part, la production centralisée d'énergie à partir du biogaz respectivement l'utilisation de biométhane connaît une forte augmentation suite aux mesures additionnelles (WAM : 170 GWh ; WEM : 32 GWh). Les productions de chaleur à partir de la biomasse solide (centralisée et décentralisée) comme technologie transitoire tendent à diminuer suite au développement accéléré des pompes à chaleur. La production à partir des panneaux solaires thermiques est également sujet à de légères augmentations dans le scénario WAM par rapport au scénario WEM. La Figure 60 représente l'évolution de la part des énergies renouvelables dans le secteur de la chaleur entre dans les deux scénarios.

Figure 60 : Scénario WEM-WAM - Évolution secteur de la chaleur renouvelable 2021-2030 et 2040



Source : Modélisation STATEC-MECO/DG Energie 2024

Scénario WAM - Secteur des transports/aviation

Tableau 68 : Évolution projetée des sources/technologies renouvelables dans le secteur des transports d'ici 2040 - scénario WAM

Secteur des transports	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Taux d'incorporation biocarburants %	7,7%	8,0%	8,0%	8,4%	8,8%	9,0%	9,2%	9,4%	9,7%	10,0%	6,0%
Carburants fossiles	18831	16599	16507	15974	15221	14093	12983	11942	10798	9687	1262
Part biocarburants - transport routier	1581	1466	1452	1489	1501	1435	1365	1300	1233	1162	247
- Biocarburants simple comptage	1047	830	825	799	761	705	649	597	540	145	0
- Biocarburants double comptage	534	618	609	655	655	571	419	288	185	271	0
- Biocarburants avancés	0	18	18	35	85	159	297	415	509	746	247
Part biocarburants avancés - %**	0,0%	0,2%	0,2%	0,4%	1,0%	2,0%	4,0%	6,0%	8,0%	12,8%	12,0%
RFNBO route	0	0	2	10	15	17	22	47	72	98	1000
Route/Rail - part RFNBO	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%	0,7%	1,1%	1,7%	24,3%
Electricité Transport	172	198	243	301	371	445	520	597	676	755	1757
Part renouvelable	19	28	34	56	79	119	156	191	228	264	779
- EnR transport	4	8	13	26	39	71	98	128	159	211	701
- EnR rail	15	20	21	26	27	37	41	45	47	53	78
Part biocarburants avancés et RFNBO **	0,0%	0,2%	0,2%	0,5%	1,2%	2,2%	4,3%	6,7%	9,1%	14,5%	36,3%
Consommation - calcul part globale	1600	1493	1489	1556	1596	1571	1544	1538	1533	1524	2026
Consommation - calcul secteur transports	1860	1551	1567	1635	1740	1938	2243	2571	2838	3151	2026
Consommation- secteur transports	22768	18324	18154	17732	17060	15943	14841	13831	12713	11622	4122
Part secteur des transports	8,2%	8,5%	8,6%	9,2%	10,2%	12,2%	15,1%	18,6%	22,3%	27,1%	49,1%

* sans multiplicateurs

** avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Secteur aviation											
Secteur aviation	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Kérosène fossile	7253	7528	7099	7347	7423	7657	7884	8104	8318	8254	7457
carburants durables aviation et RFNBO	0	0	0	0	152	219	289	363	441	521	3522
Consommation total - transports aériens	7253	7528	7099	7347	7585	7817	8041	8259	8471	8678	10360
Aviation - part SAF	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	6,0%	34,0%
- dont RFNBO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	10,0%

Scénario WEM :

WEM	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - Transport - %	8,6%	8,8%	9,1%	9,3%	10,2%	10,6%	10,9%	11,3%	12,0%	14,5%	20,5%

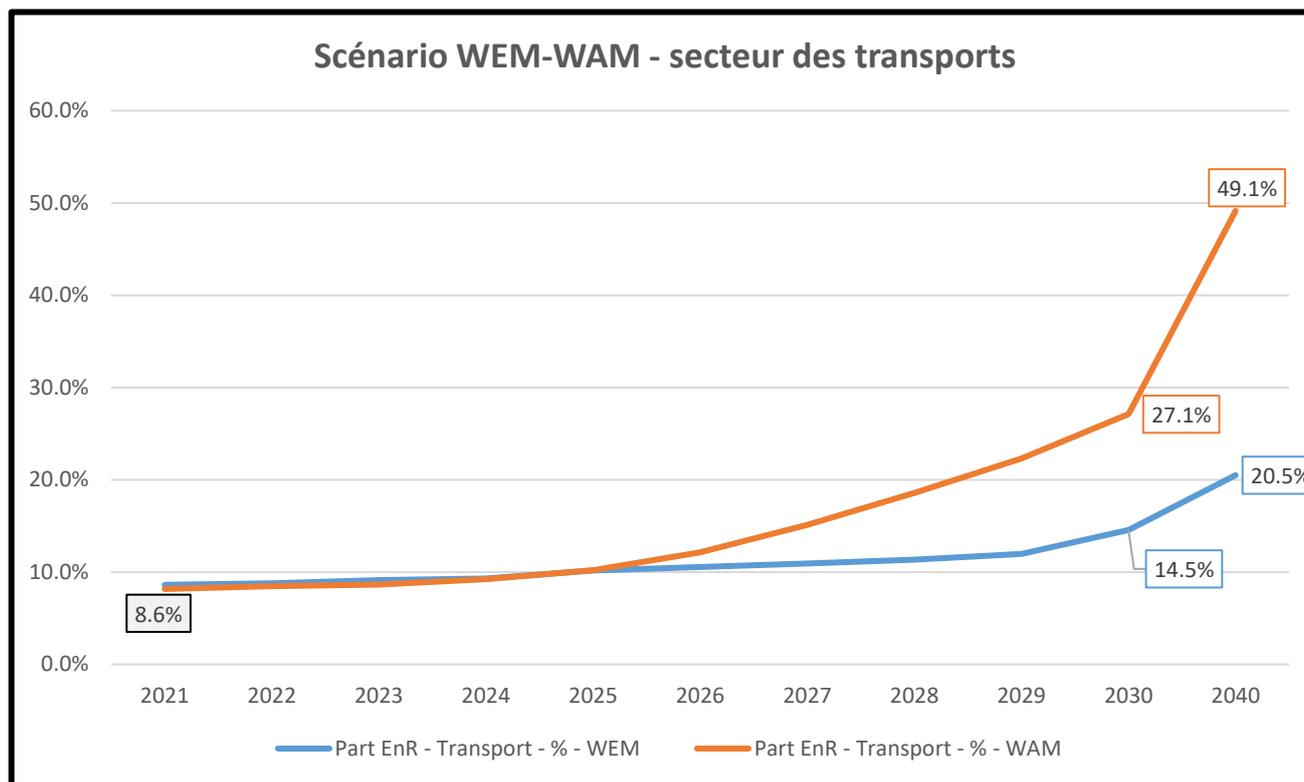
En comparaison avec le scénario WEM, la part des énergies renouvelables augmente fortement grâce aux mesures additionnelles, passant de 20,5% à 49,1% en 2040 ; ceci partiellement en raison d'une réduction de la consommation totale modélisée pour 2040 et surtout de la diminution importante de la consommation des carburants fossiles. Dans le scénario WAM, la consommation de carburants fossiles diminuera de 6.536 GWh à 791 GWh entre 2030 et 2040.

Le secteur des transports connaît sa décarbonation avant tout grâce à l'électrification du parc automobile. . Les mesures additionnelles mènent à une consommation d'électricité dans le secteur des transports à 1.757 GWh en énergie électrique en 2040.

Outre l'électrification, l'apport de l'hydrogène renouvelable ainsi que de ses dérivés renouvelables contribuent à la décarbonation du transport routier, avec une consommation totale de 1.000 GWh – part qui n'est pas considérée au scénario WEM.

L'électrification accrue dans ce scénario, le déploiement de l'hydrogène renouvelable et la baisse significative des carburants fossiles expliquent la différence importante en 2040 du scénario WAM par rapport au scénario WEM (Figure 61).

Figure 61 : Scénario WEM-WAM : Évolution secteur des transports 2021-2030 et 2040



Scénario WAM - Trajectoire indicative et objectif global

Tableau 69 : Part globale des énergies renouvelables et coopération européenne d'ici 2040 - scénario WAM

Trajectoire indicative et objectif global	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Production EnR nationale	4052	4470	4790	6177	6658	7222	7624	8066	8548	9069	13110
Coopération européenne	800	1200	0	0	1800	1700	2600	2000	2000	2900	2800
- dont transferts statistiques	800	1200	0	0	1800	1500	2100	1200	800	1300	0
- dont REFM	0	0	0	0	0	200	500	800	1200	1600	2800
Production EnR + coopération européenne	4852	5670	4790	6177	8458	8922	10224	10066	10548	11969	15910
Consommation d'énergie finale	47787	43425	43006	43281	42704	42099	41340	40699	39844	38134	31145
Aviation	7253	7528	7099	7347	7585	7817	8041	8259	8471	8678	10360
- Part actuel Aviation	15,2%	17,3%	16,5%	17,0%	17,8%	18,6%	19,5%	20,3%	21,3%	22,8%	33,3%
- Seuil Aviation = 6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%	6,18%
Consommation finale brute d'énergie ajustée	43488	38580	38565	38610	37758	36884	35854	34955	33835	31812	22710
Part EnR globale	11,2%	14,7%	12,4%	16,0%	22,4%	24,2%	28,5%	28,8%	31,2%	37,6%	70,1%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	22,0%	11,0%	28,0%	11,0%	11,0%	37,0%	70,1%

Source : Modélisation STATEC-MECO/ DG Energie 2024

Scénario WEM :

WEM	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR	11,5%	13,9%	13,4%	11,8%	17,5%	18,0%	20,8%	20,6%	21,4%	25,6%	32,6%

En comparant les scénarios de la production nationale d'énergies renouvelables de l'année 2030, on constate une augmentation de 12 points de pourcentage, entre le scénario WEM et WAM, due notamment à la récente recommandation de la Commission européenne du 18 décembre 2023 et suite à l'objectif établi par la directive 2023/2413. Au niveau des besoins de coopération on peut constater une diminution par rapport au WEM, entraînée principalement par la baisse significative de la consommation finale brute d'énergie ajustée. En effet, les mesures additionnelles augmentent fortement la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie pour atteindre les objectifs plus ambitieux sans accroître de manière substantielle les besoins en transferts statistiques et coopérations sous le REFM.

Tableau 70 : Part des énergies renouvelables par secteur et globale d'ici 2040 - scénario WAM et WEM

WEM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	14,2%	16,9%	17,4%	18,9%	21,5%	23,5%	24,5%	24,9%	25,5%	26,5%	30,0%
Part EnR - secteur chaleur	11,3%	12,6%	13,5%	14,4%	15,3%	16,3%	17,3%	18,3%	19,3%	20,4%	32,2%
Part EnR - Transports *	8,6%	8,8%	9,1%	9,3%	10,2%	10,6%	10,9%	11,3%	12,0%	14,5%	20,5%
Part EnR globale - sans coopération	9,6%	10,7%	11,0%	11,8%	12,7%	13,5%	14,2%	14,8%	15,5%	16,3%	21,5%
Part EnR globale - avec coopération	11,5%	13,9%	13,4%	11,8%	17,5%	18,0%	20,8%	20,6%	21,4%	25,6%	32,6%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	17,0%	11,0%	20,1%	11,0%	11,0%	25,0%	32,6%
WAM scénario - GWh	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	14,2%	18,7%	21,4%	26,7%	30,0%	32,0%	33,7%	34,9%	36,8%	39,1%	44,3%
Part EnR - secteur chaleur	11,2%	15,4%	16,5%	23,7%	25,8%	28,9%	31,1%	33,8%	36,6%	40,1%	80,5%
Part EnR - Transports *	8,2%	8,5%	8,6%	9,2%	10,2%	12,2%	15,1%	18,6%	22,3%	27,1%	49,1%
Part EnR globale - sans coopération	9,3%	11,6%	12,4%	16,0%	17,6%	19,6%	21,3%	23,1%	25,3%	28,5%	57,7%
Part EnR globale - avec coopération	11,1%	14,7%	12,4%	16,0%	22,4%	24,2%	28,5%	28,8%	31,2%	37,6%	70,1%
Trajectoire indicative et objectif global	11,0%	13,5%	11,0%	11,0%	22,0%	11,0%	28,0%	11,0%	11,0%	37,0%	70,1%

*avec multiplicateurs (article 27 Directive 2018/2001/CE)

Source : Modélisation STATEC-MECO/ DG Energie 2024

Sur le plan sectoriel, la production d'énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité renouvelable augmente sensiblement de 10 points en 2040 et la part du secteur de la chaleur renouvelable est deux fois plus élevée dans le scénario WAM en 2030 et connaît une progression spectaculaire en 2040 notamment grâce à l'apport des pompes à chaleur et de l'hydrogène renouvelable et de ses produits dérivés (Tableau 71). Le secteur des transports quant à lui connaît une hausse de près de 5 points de pourcentage en 2030 et, soutenu par l'électromobilité et l'hydrogène renouvelable et ses produits dérivés, enregistre une avancée importante de plus de 50 points de pourcentage en 2040 dans le scénario WAM.

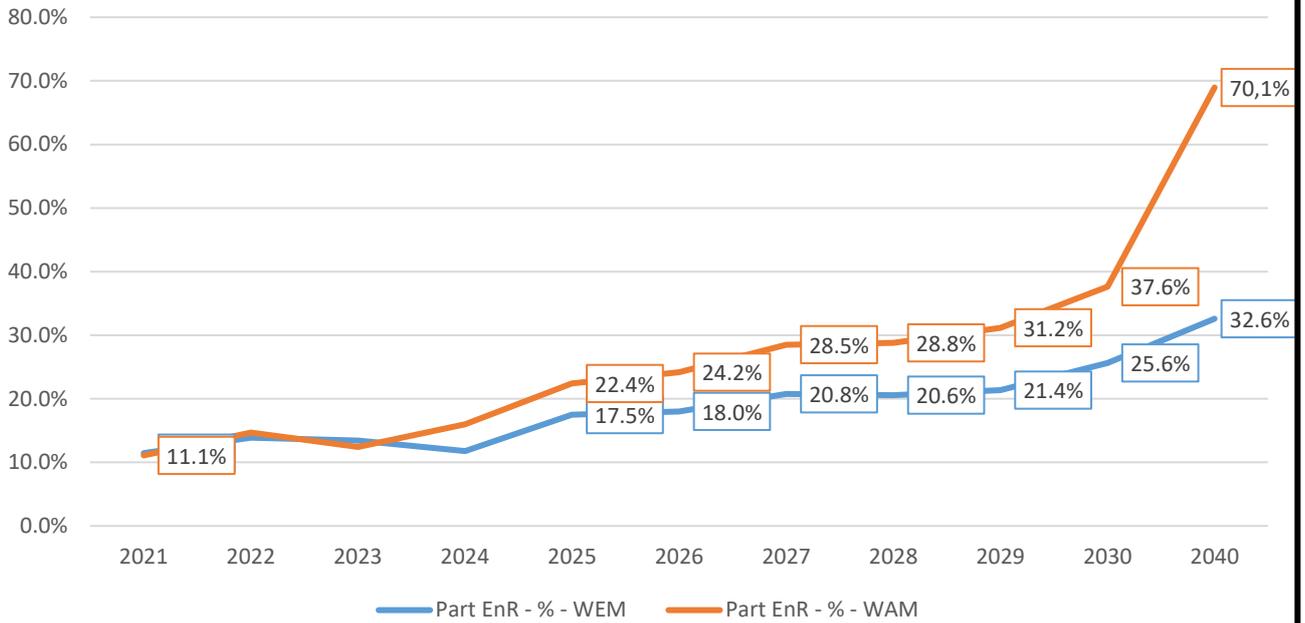
Tableau 71 : Comparatif : Part des énergies renouvelables par secteur et globales d'ici 2040 - scénario WAM et WEM

WAM-WEM compare - %	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2040
Part EnR - secteur électricité	0,0%	0,0%	4,0%	7,8%	8,6%	8,5%	9,2%	10,0%	11,2%	12,6%	14,3%
Part EnR - secteur chaleur	-0,2%	2,8%	3,0%	9,3%	10,5%	12,6%	13,8%	15,5%	17,3%	19,7%	48,2%
Part EnR - Transports *	-0,4%	-0,3%	-0,5%	-0,1%	0,0%	1,6%	4,2%	7,3%	10,4%	12,6%	28,7%
Part EnR globale - sans coopération	-0,3%	0,9%	1,4%	4,2%	4,9%	6,0%	7,1%	8,3%	9,8%	12,3%	36,3%
Part EnR globale - avec coopération	-0,4%	0,8%	-1,0%	4,2%	4,9%	6,2%	7,7%	8,2%	9,8%	12,0%	36,4%

La Figure 62 ci-dessous compare l'évolution de la part globale d'énergies renouvelables des deux scénarios.

Figure 62 : Scénario WEM-WAM : - Évolution part globale 2021-2030 et 2040

Scénario WEM-WAM - part globale des énergies renouvelables



5.2 Incidences macroéconomiques des politiques et mesures planifiées et besoins en investissements

5.2.1 Introduction

Le PNEC vise à augmenter l'efficacité énergétique et à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Au-delà des émissions, il convient de s'interroger sur les éventuelles répercussions de cette transition sur l'économie luxembourgeoise. La transition énergétique implique en effet une transformation de toute l'économie, comparable aux révolutions industrielles. L'incidence macroéconomique pourrait donc être considérable.

Il convient de noter qu'il ne s'agit pas ici d'évaluer l'impact et l'utilité des actions climatiques en général, différents rapports ayant déjà montré que le coût de l'inaction excéderait considérablement celui des actions pour contenir le changement climatique (p.ex. Stern, 2007 ou OCDE, 2012). Par ailleurs, vu la dimension globale du réchauffement, une telle approche n'aurait que peu de sens si l'analyse se limitait au Luxembourg. L'objectif principal de cette analyse est plus restreint, et se concentre sur les incidences macroéconomiques de l'actualisation du PNEC luxembourgeois. L'évaluation est réalisée par rapport au scénario de référence (WEM - With Existing Measures) qui inclut toutes les mesures adoptées avant le 31.12.2021.

Cette analyse va brièvement revoir les résultats d'études internationales, puis se concentrer sur les effets du scénario With Additional Measures (WAM) sur l'économie luxembourgeoise à l'horizon 2030. Au-delà de l'impact sur la croissance économique, l'analyse abordera également les conséquences attendues sur l'emploi, les recettes et dépenses publiques et la situation des ménages. Elle détaillera par ailleurs les investissements, privés et publics, nécessaires pour accélérer la transition énergétique du Luxembourg. Finalement, certaines incertitudes entourant les évaluations du PNEC vont être mises en avant, moyennant des scénarios alternatifs.

5.2.2 De faibles répercussions de la transition énergétique sur la croissance économique

5.2.2.1 L'impact de la transition au niveau international

Un nombre croissant d'études se penche sur la question de l'impact économique de la transition énergétique. Un élément commun de ces études est que des investissements conséquents sont nécessaires pour la transition vers la neutralité carbone, puisqu'économiquement celle-ci engendre une substitution de capital aux dépenses d'énergie fossile. Ce sont justement ces investissements supplémentaires qui vont largement déterminer les impacts qu'aura la transition sur le PIB.

En effet, les investissements additionnels effectués agissent comme des injections budgétaires qui stimulent l'économie. La transition énergétique représenterait ainsi un choc de demande positif, qui mènerait à un surcroît d'activité. En effet, l'impulsion initiale de l'accroissement des investissements se répercute à travers l'économie entière via un effet multiplicateur traditionnel : la demande additionnelle mènerait à une production plus élevée, nécessitant davantage de main-d'œuvre de sorte que l'emploi augmenterait, ce qui aurait alors un effet positif sur les revenus et favoriserait la consommation, stimulant à nouveau l'activité. De cette manière, le PIB dans le scénario WAM pourrait être supérieur à celui dans le scénario WEM.

Cependant, les mécanismes précités considèrent que les investissements pour atteindre la neutralité climatique sont (au moins partiellement) additionnels et ne se substituent pas à d'autres investissements ou de la consommation. En revanche, si les fonds requis pour la transition évinçaient d'autres investissements productifs, cela limiterait l'impact positif sur l'activité. Ainsi, la façon dont les investissements de la transition énergétique seraient réalisés, et modélisés, influence fortement l'impact estimé sur le PIB.

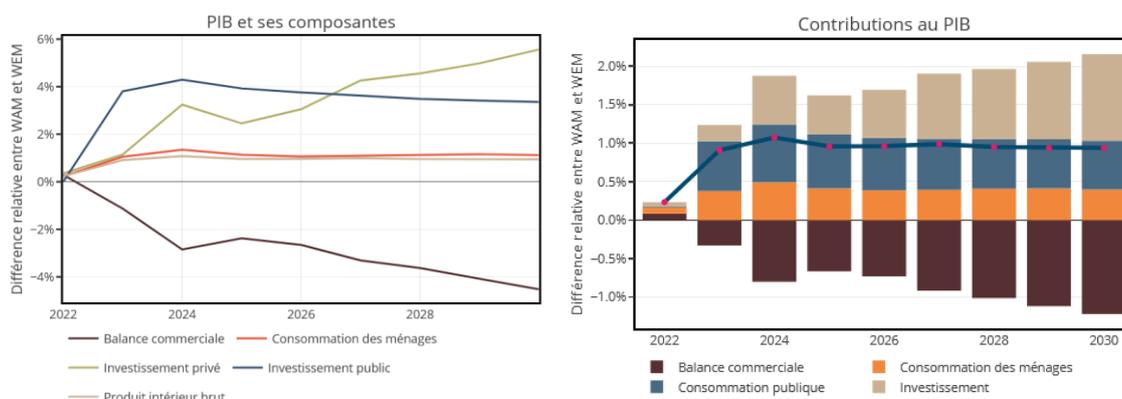
Le Tableau 73 : Impact de la transition énergétique sur le PIB selon différentes études en annexe représente les estimations d'impacts de la transition sur le PIB selon différentes études. Les variations des résultats entre études peuvent s'expliquer notamment par des scénarios de référence différents (plus ou moins ambitieux), des mesures distinctes mises en place pour atteindre les objectifs climatiques (plus ou moins stimulantes pour

l'économie), un périmètre géographique et temporel divergent et des modèles avec des spécifications différentes utilisés lors de l'évaluation. Elles reflètent toutefois aussi l'importante incertitude attachée à toute évaluation des effets macroéconomiques de la transition.

A travers les études considérées, on retrouve un faible effet sur le PIB en volume, qui est légèrement positif dans la majorité des cas. A l'horizon 2050, les estimations d'impact de la transition énergétique se situent entre -1.3% et +3.8% et à l'horizon rapproché de 2030 l'effet serait encore plus limité (de -0.4% à +2.5%). Ces résultats représentent l'impact cumulé sur la croissance sur une période longue, ce qui signifie que le différentiel de croissance annuelle du PIB est proche de zéro entre le scénario de référence et de transition.

5.2.2.2 Les mesures du PNEC soutiendraient la croissance luxembourgeoise à l'horizon 2030

Figure 63 : Évolution plus favorable du PIB en volume dans le scénario WAM



Source : STATEC

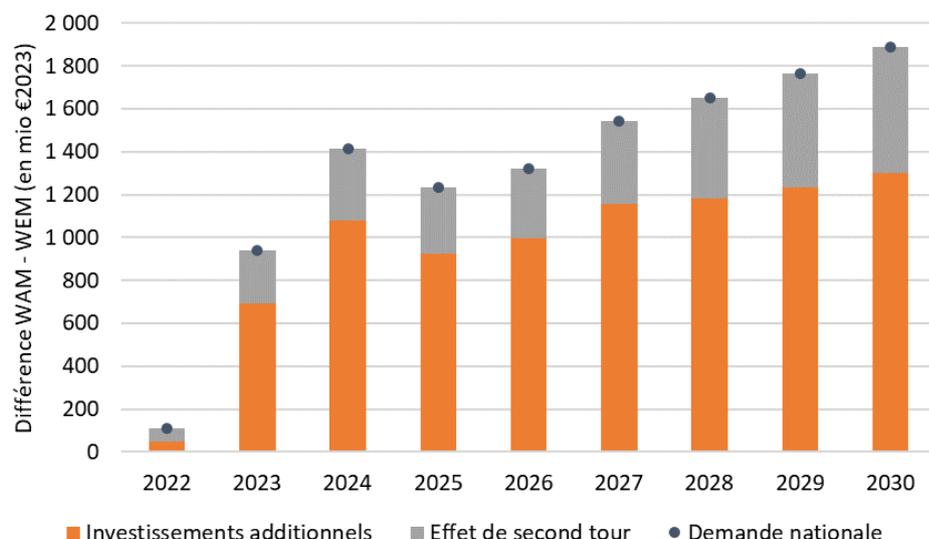
Les projections du STATEC révèlent que le PIB serait de presque 1% plus élevé en 2030 dans le scénario WAM que WEM, de sorte que le nouveau PNEC aurait un léger impact positif sur la croissance luxembourgeoise. L'évolution plus dynamique de la demande nationale entraîne cet impact favorable, avec la majeure contribution positive venant de l'investissement privé, suivi par celle de l'investissement public et de la consommation des ménages. En plus de l'effet direct des investissements⁶⁴ sur la demande nationale et donc le PIB, ils déclenchent des effets de second tour dans l'économie (comme décrit dans la section 5.2.2.1).

Ainsi, en 2030, l'écart de la demande nationale entre WAM et WEM excède l'écart des investissements additionnels d'environ 45%. Le bouclage macroéconomique amplifie surtout la consommation des ménages⁶⁵ et dans une moindre mesure l'investissement des entreprises. Ainsi, à travers les investissements additionnels et le bouclage généré, la demande nationale est de 2.8% plus élevée dans WAM que WEM en 2030.

⁶⁴ Les investissements supplémentaires pour la transition vers la neutralité carbone (donc ceux effectués dans le WAM en plus du WEM) sont analysés de façon détaillée dans une section ultérieure de ce chapitre.

⁶⁵ L'effet de second tour est le plus fort pour les ménages, pour lesquels en 2030 les investissements additionnels initialement déterminés ne représenteraient plus que 16% de l'écart de consommation entre WAM et WEM.

Figure 64 : Investissements additionnels pour la transition, amplifiés par des effets de bouclage



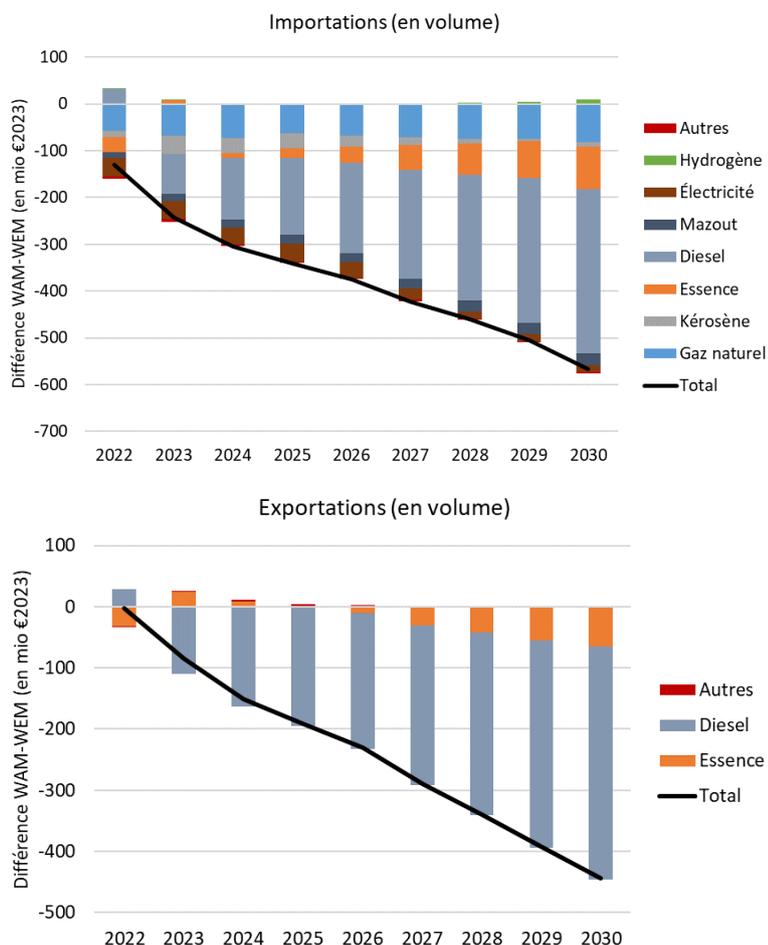
Sources : MECB, MECO, STATEC

Pour satisfaire cette demande supplémentaire, les importations augmenteraient de sorte que la balance commerciale se détériorerait dans le scénario WAM comparé au WEM, ce qui limite significativement la hausse du PIB. Comme pour la demande nationale, des effets de second tour viennent s'ajouter qui amplifient la dégradation de l'équilibre extérieur. Ce résultat bien connu témoigne de l'effet multiplicateur réduit des investissements dans les petites économies très ouvertes sur l'extérieur.

5.2.2.3 Amélioration de la balance énergétique...

La décarbonation se traduit dans une baisse de l'utilisation des énergies fossiles, intégralement importées, ce qui se matérialise dans la composante énergétique de la balance commerciale. L'impact dépend de plusieurs facteurs qui font partie intégrante des scénarios élaborés par le STATEC, comme la consommation des différents types d'énergies (influencée par la trajectoire des prix des énergies fossiles et de l'électricité, cf. partie 5.2.4.3.) ainsi que de la production nationale d'énergie.

Figure 65 : Baisse des importations et des exportations dans WAM par rapport à WEM



Source : STATEC

Le recul des ventes de carburants aux non-résidents⁶⁶ engendre une baisse simultanée des importations et des exportations. L'impact sur la balance énergétique reflète donc la baisse de la consommation des résidents, induite notamment par l'électrification de la flotte nationale et l'essor des pompes à chaleur. L'électrification induit ainsi une baisse progressive des importations fossiles, alors que les gains d'efficacité énergétique associés⁶⁷ et la hausse projetée de la production d'électricité au Luxembourg permettraient d'éviter une hausse des importations d'électricité à l'horizon 2030.

À la fin des années 2020, des importations d'hydrogène pourraient lentement commencer à apparaître. L'hydrogène est amené à jouer un rôle grandissant dans la décarbonation, surtout de l'industrie, dans les prochaines décennies.

Au total, la baisse des importations d'énergie excéderait celle des exportations, de sorte que la balance énergétique en volume serait moins déficitaire dans le scénario WAM que WEM. Notons également que la réduction des importations fossiles mène à une moindre dépendance énergétique vis-à-vis des pays non-européens, souvent associés à des risques de tensions géopolitiques, alors que les importations d'électricité proviennent des pays partenaires du marché européen d'électricité.

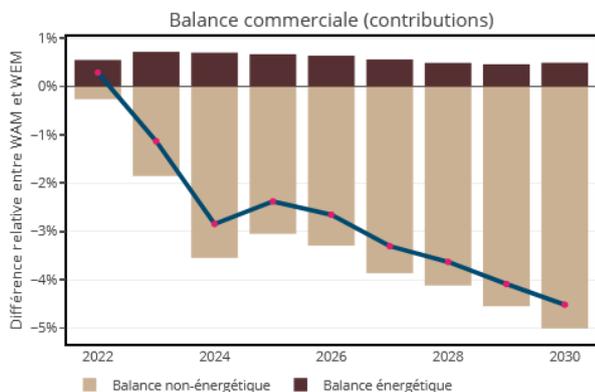
⁶⁶ La baisse des importations et exportations est particulièrement marquée pour le diesel (cf. partie 5.2.4.3.).

⁶⁷ Une voiture électrique ou une pompe à chaleur sont 3 à 4 fois plus efficaces que les technologies fossiles correspondantes.

5.2.2.4 ...mais détérioration de la balance commerciale

L'impact total de la transition sur la balance commerciale dépend à la fois des composantes énergétiques et non-énergétiques. Si la balance énergétique s'améliore (importations baissent plus qu'exportations, cf. ci-dessus), les éléments hors énergies se détériorent significativement.

Figure 66 : La composante non-énergétique tirerait la balance commerciale vers le bas

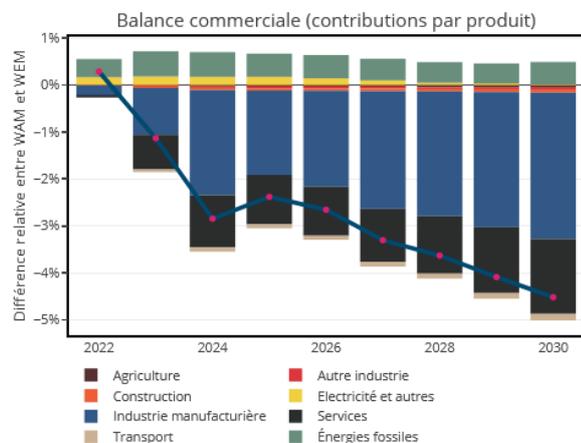


Source : STATEC

Ceci est notamment le cas parce que des changements d'équipements (pompes à chaleur, panneaux photovoltaïques, etc.) sont nécessaires pour aboutir aux économies d'énergie susmentionnées et aux réductions d'émissions désirées. Ces biens d'investissements, étant essentiellement importés et ayant un prix encore supérieur à leur équivalent fossile (au moins sur les prochaines années), dégradent la balance commerciale. Cependant, l'impact de ces importations serait au total neutre sur le PIB, puisqu'ils constituent en même temps des investissements ou dépenses supplémentaires⁶⁸.

Comme pour la demande nationale, des effets de second tour influencent les résultats sur l'équilibre extérieur. Ainsi, on observe notamment une hausse des importations de services (en grande partie des consommations intermédiaires) en raison d'une production domestique plus élevée, ce qui pèse sur la balance commerciale. Au final, la balance commerciale serait d'environ 4.5% plus basse dans le scénario WAM que WEM.

Figure 67 : Détérioration de la balance commerciale

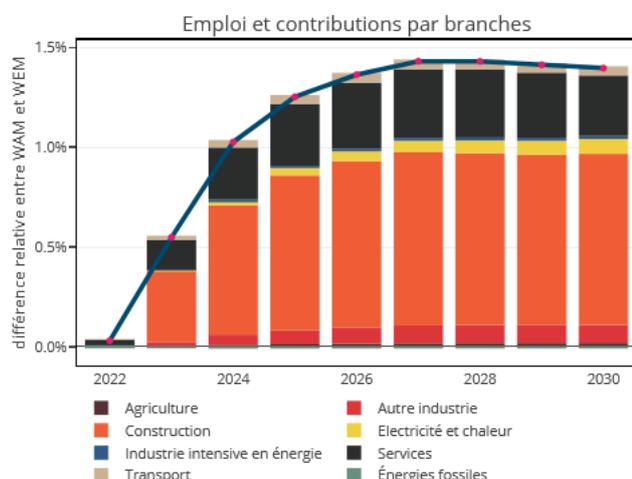


Source : STATEC

⁶⁸ Dans l'optique dépense, le PIB est composé de la consommation finale, des investissements, des dépenses publiques ainsi que de la balance commerciale : $PIB = C + I + G + (X - M)$.

5.2.2.5 Emploi plus élevé en 2030 surtout dans la construction

Figure 68 : Forte contribution positive de la construction à l'emploi



Source: STATEC

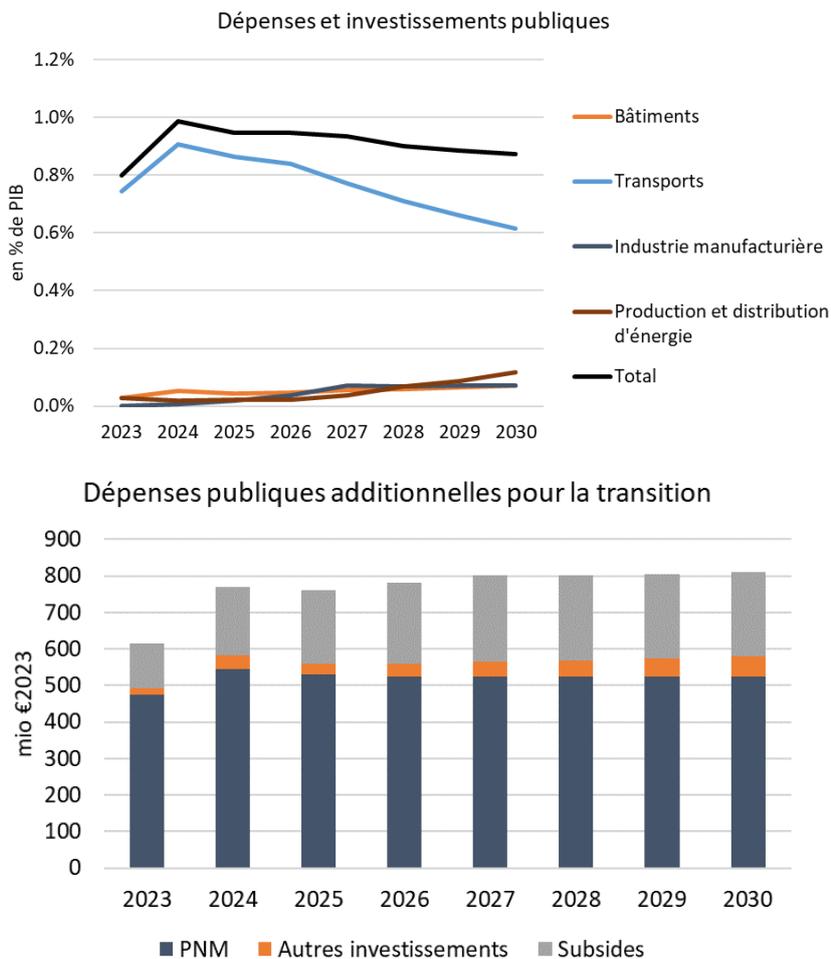
La transition vers la neutralité carbone aurait un impact positif sur l'emploi au Luxembourg, qui serait de 1.4% plus élevé en 2030. Cette hausse de l'emploi est étroitement liée à l'effet multiplicateur évoqué précédemment, comme la hausse de la demande (provoquée par les investissements supplémentaires) mène à une production plus élevée, ce qui engendre une hausse de l'emploi. C'est surtout le cas dans la construction, qui est directement concernée par des investissements additionnels (p.ex. rénovations énergétiques, infrastructures de mobilités, etc.) qui s'adressent principalement à des entreprises domestiques. Les investissements en produits industriels (p.ex. pompes à chaleur) sont en revanche directement importés, de sorte que l'impact sur l'emploi dans l'industrie est plus faible.

5.2.2.6 Dépenses publiques : un soutien constant de l'Etat à la transition énergétique

Tous les investissements liés au PNEC impactent directement ou indirectement les dépenses de l'Etat. En plus des investissements publics, les investissements privés seraient effectivement stimulés par des subventions étatiques. Par ailleurs, comme les dépenses de l'Etat seraient, toute chose égale par ailleurs, financées par des emprunts et que le déficit public se dégraderait (voir ci-dessous), les dépenses liées au service de la dette augmenteraient légèrement dans le WAM par rapport au WEM.

Les investissements publics englobent la rénovation des bâtiments publics et les investissements dans les infrastructures de mobilité. Ils représenteraient de 550 à 600 millions € supplémentaires par année. Les subventions concernent les subsides pour la rénovation résidentielle, les véhicules et l'infrastructure de recharge électrique, les subventions pour l'industrie et le soutien pour les énergies renouvelables. Les subsides additionnels augmenteraient considérablement pour atteindre environ 230 millions € en 2030. Ainsi, les dépenses de l'Etat liées au PNEC sont estimées à un peu moins d'1% du PIB dans la décennie en cours, dont environ deux tiers sont néanmoins liés au Plan national de mobilité (PNM), déjà adopté avant le PNEC. Au total, prenant en compte aussi les effets de bouclage, les dépenses publiques seraient 3% plus élevées dans WAM que WEM.

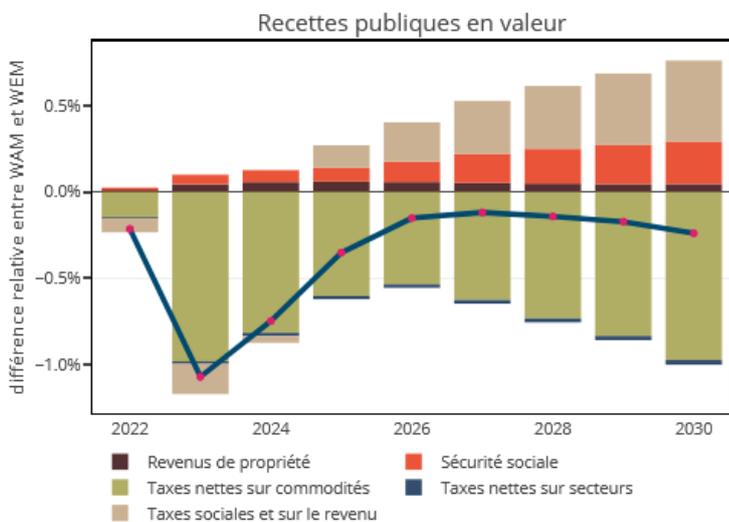
Figure 69 : Importantes dépenses publiques pour la transition, surtout dans le transport



Sources : MECB, MECO, STATEC

5.2.2.7 Baisse des recettes publiques suite au recul des impôts perçus sur les carburants

Figure 70 : Contributions à la baisse des recettes publiques



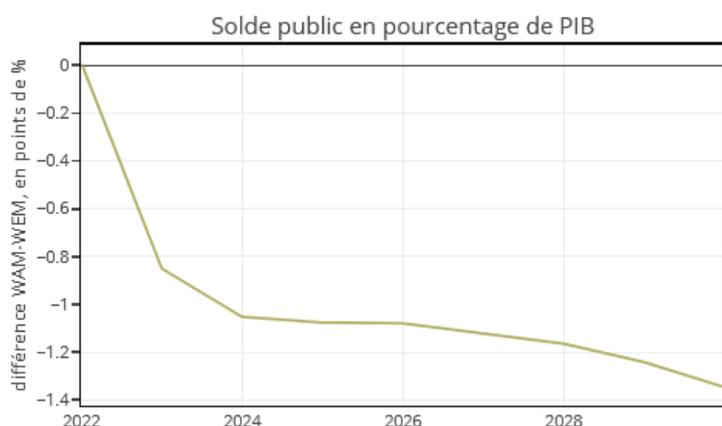
Source: STATEC

Au-delà des dépenses publiques, les mesures du PNEC auraient aussi un impact sur les recettes de l'Etat. En effet, avec la diminution des ventes de carburants, les revenus d'accises correspondants baisseraient par rapport au scénario de référence. Ce recul des accises traditionnelles ne serait que partiellement compensé par la hausse des recettes liées à la taxe CO₂. On peut noter qu'en 2023 et 2024 l'écart entre WAM et WEM serait particulièrement fort puisqu'en plus de ces effets, la baisse temporaire du taux de TVA (en 2023) et la crise énergétique et les mesures prises en conséquence sont incluses dans le scénario WAM mais pas dans le WEM.

Cependant, cette baisse des recettes publiques sur les biens serait mitigée par une hausse des recettes sur les ménages et des contributions sociales. Ceci découlerait surtout de la hausse de l'emploi dans WAM par rapport à WEM (cf. ci-dessus).

Au total, la transition aurait un certain impact sur le budget, le solde public en % du PIB se situant 1.35 point de % plus bas en 2030. D'un côté, il y aurait moins de recettes et de l'autre côté des dépenses bien plus importantes. Ce seraient surtout ces dernières, donc les investissements supplémentaires pour la transition, qui affecteraient le solde public.

Figure 71 : Le solde public serait plus bas dans le scénario WAM



Source : STATEC

5.2.2.8 Les ménages consommeraient plus dans un scénario de transition

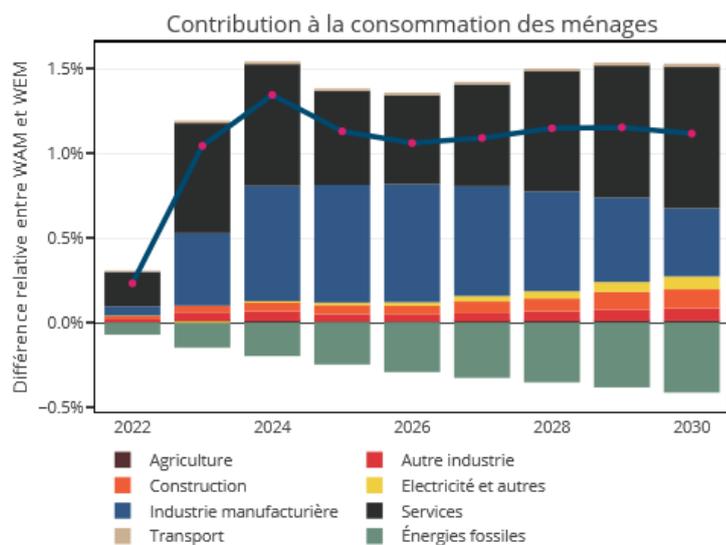
Figure 72 : Hausse du revenu disponible des ménages



Source : STATEC

Les ménages bénéficieraient globalement de la transition énergétique. La consommation des ménages serait plus élevée dans WAM que WEM, initialement surtout en raison des investissements additionnels directement liés à la transition. Par la suite, la consommation resterait supérieure en raison d'un revenu disponible des ménages en hausse. La majeure raison derrière cette augmentation seraient des revenus du travail plus élevés. D'un côté, il y aurait plus de personnes en emploi et moins de chômage, donc plus de personnes recevant un salaire, ce qui contribuerait à augmenter le revenu disponible. Par ailleurs, un marché de l'emploi plus serré avec un taux de chômage plus faible contribue aussi à des salaires réels plus élevés.

Figure 73 : Hausse de la consommation des ménages, selon les produits concernés



Source : STATEC

Parmi les biens concernés par la hausse de la consommation, on retrouve aussi bien des produits touchés directement par la transition que des produits affectés seulement indirectement. La consommation de produits manufacturés et de construction augmente, ce qui est lié notamment à des achats de voitures électriques, panneaux photovoltaïques ou des rénovations, justement dans le but de réduire les émissions. Ainsi, on observe une réduction des consommations d'énergies fossiles, sans hausse équivalente d'électricité, vu les gains d'efficacité obtenus lors de la transition. Cependant, la hausse des services s'explique par le fait qu'environ deux tiers de la consommation des ménages sont consacrés à des services et donc la hausse du revenu disponible entraîne cette hausse de consommations de services.

5.2.2.9 Une baisse de la facture énergétique comme conséquence de la transition énergétique

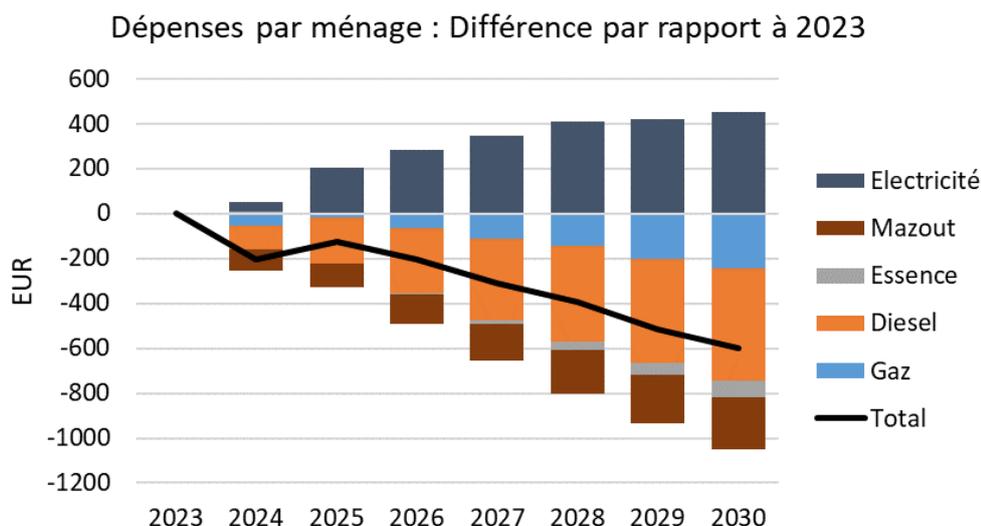
Deux effets influenceraient les dépenses énergétiques des ménages dans le scénario WAM. L'effet volume serait généralement négatif en raison des gains d'efficacité énergétique, notamment liés à l'électrification du chauffage et du transport, ce qui implique une moindre consommation d'énergie fossile mais une hausse de la consommation d'électricité. L'effet prix serait par contre positif, car la majorité des prix augmenterait d'ici 2030 comparé à 2023.

Pour le mazout et le gaz, l'effet volume issu de la baisse de la consommation des ménages dominerait l'effet haussier de la taxe CO₂, induisant ainsi une baisse des dépenses énergétiques pour ces deux vecteurs à l'horizon 2030. De l'autre côté, l'électrification du parc automobile résulterait en une diminution de la consommation de diesel et d'essence. L'effet net serait ainsi négatif pour les combustibles fossiles. Pour l'électricité, l'effet volume serait positif grâce à la poursuite de l'électrification. Cet effet serait encore renforcé

d'ici 2030 par un effet de prix également positif, principalement en raison de la hausse des prix prévue en 2025. L'effet net pour l'électricité serait en conséquence positif.

La transition énergétique réduirait ainsi la facture énergétique des ménages vu que l'électrification engendrerait une baisse de la consommation. Cet effet baissier l'emporterait non seulement sur l'effet à la hausse de la facture pour les énergies fossiles⁶⁹, mais aussi sur le gonflement de la facture énergétique de l'électricité lié à l'augmentation de sa consommation.

Figure 74 : La facture énergétique des ménages s'allègerait



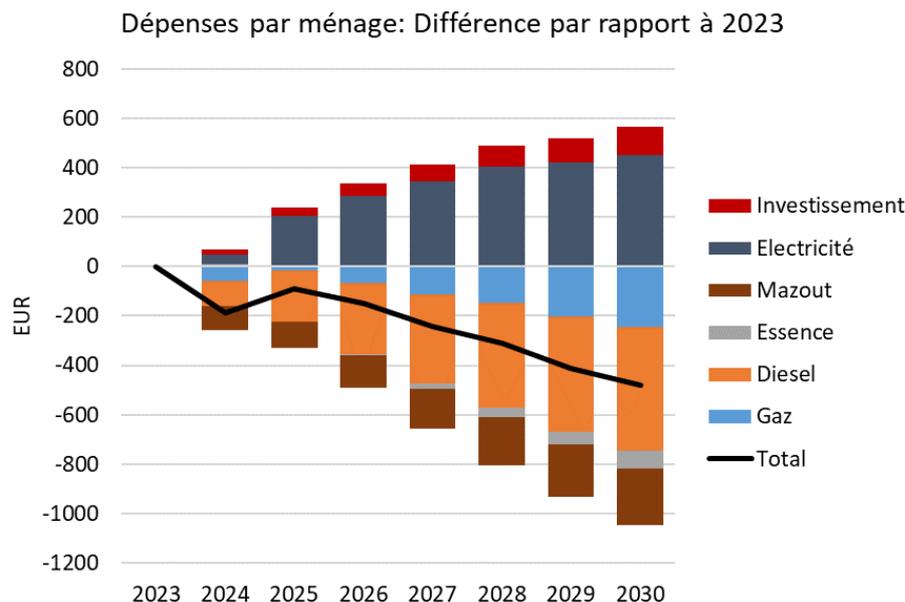
Source : STATEC

De plus, la consommation d'énergie et les dépenses correspondantes diminueraient plus fortement dans le scénario WAM que dans le scénario WEM. La réduction plus prononcée des dépenses énergétiques dans le scénario WAM signifie que les ménages auraient plus d'argent à leur disposition pour des usages alternatifs. La réallocation vers d'autres produits et services, dont le contenu en importations serait plus faible que pour les énergies fossiles (pour lequel il est proche de 100%), générerait un impact favorable sur l'activité économique du pays.

La transition énergétique se matérialiserait progressivement en une baisse des dépenses énergétiques, ce qui demande des investissements technologiques (pompes à chaleur, voitures électriques, etc.). Ces investissements supplémentaires des ménages (après subsides) peuvent être amortis sur vingt années, ce qui permet de les comparer à la facture énergétique annuelle. On constate ainsi que la réduction des dépenses énergétiques l'emporterait sur le coût des investissements supplémentaires.

⁶⁹ Cf. partie 5.2.4.2.

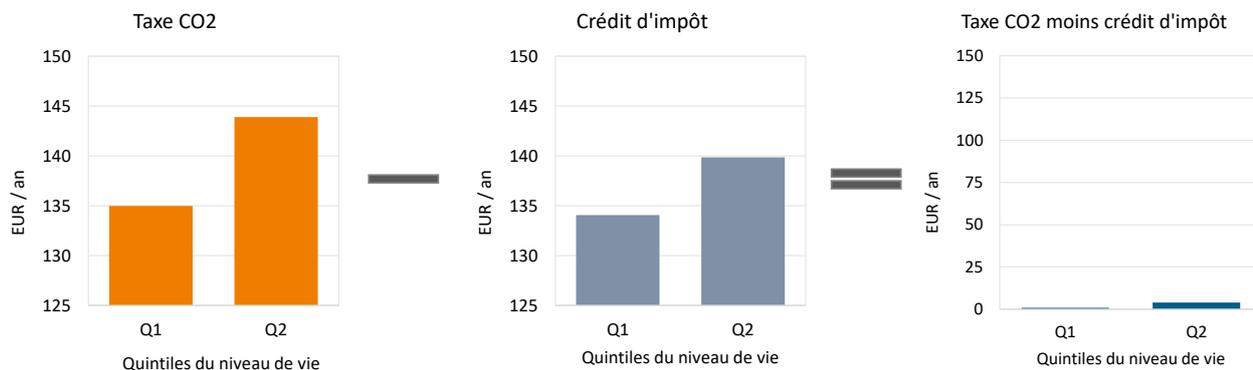
Figure 75 : La baisse des dépenses en énergie surcompense la hausse des investissements



Source : STATEC

La taxe CO₂ renchérit les combustibles fossiles, qui représentent une part relativement plus importante dans les dépenses des ménages à faible revenu (en montants absolus, c’est l’inverse). Afin de soutenir les ménages plus modestes, il a été décidé de consacrer la moitié des recettes générées par la taxe CO₂ à des compensations sociales en faveur des quintiles de revenus inférieurs (via un crédit d’impôt et l’allocation de vie chère)^{70,71}. Lors de l’introduction de la taxe CO₂, le STATEC avait déjà analysé la question⁷² et trouvé que le crédit d’impôt devrait permettre de compenser la taxe CO₂ pour les premiers quintiles, de sorte que leur budget moyen ne serait pas négativement impacté lors de la transition. Au-delà des dépenses moyennes, notons qu’il y a nécessairement des différences au niveau des ménages individuels, notamment en fonction de leur type de chauffage ou recours à un véhicule thermique.

Figure 76 : Le crédit d’impôt compense la taxe CO₂ pour les revenus les plus faibles



Sources: Enquête sur le budget des ménages (version 2019), Université du Luxembourg (Department of Finance), calculs du STATEC

⁷⁰ Le modèle ThreeMe ne distingue pas parmi les différents quintiles de ménages, en conséquence la compensation est actuellement modélisée comme bénéficiant à l’ensemble des ménages.

⁷¹ L’autre moitié des recettes sera directement utilisée pour financer des mesures climatiques.

⁷² Cf. « Evaluation de l’impact de la taxe CO₂ », STATEC (2020)

5.2.3 Investissements supplémentaires à l'horizon 2030: calcul bottom-up à partir des trajectoires du PNEC

Les investissements et dépenses supplémentaires requis pour atteindre les objectifs du PNEC sont estimés par un calcul bottom-up, en considérant les différentes mesures quantifiables. Pour réaliser ces calculs, les coûts unitaires ont été déterminés pour les rénovations et les nouvelles technologies décarbonées (pompes à chaleur, voitures électriques, etc.). Les coûts unitaires sont ensuite multipliés par l'évolution du volume en question, issues des projections du STATEC. Ces calculs ont été réalisés pour les deux scénarios, mais l'analyse se concentre sur les seuls investissements supplémentaires du scénario WAM, par rapport au scénario de référence WEM.

Les montants sont exprimés en EUR constants de l'année 2023 (€2023) et comprennent les investissements privés et publics. D'une manière générale on constate que les investissements augmenteraient progressivement au cours de la décennie, atteignant environ 1.4% du PIB en 2030 (cf. graphique 18). En cumulé sur toute la période, les investissements et dépenses s'élèveraient à 8.5 milliards €2023.

Pour synthétiser, les investissements ont été regroupés selon les secteurs d'émissions CRF⁷³, à savoir le transport, la production et distribution d'énergie, les bâtiments et l'industrie. Ces catégories permettent d'apprécier quelles émissions seraient réduites moyennant les investissements supplémentaires.

Tableau 72 : Les investissements et dépenses supplémentaires requises pour la transition énergétique s'élèveraient à 8.5 milliards d'euros à l'horizon 2030

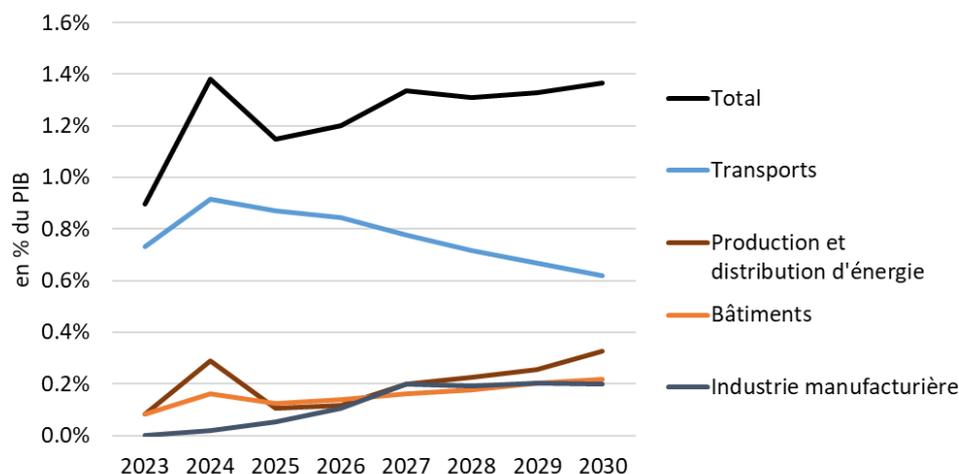
Investissements et dépenses supplémentaires (Mio EUR 2023)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Bâtiments	62	125	99	113	139	156	184	201	1 080
Transports	563	714	699	698	666	637	606	575	5 159
Industrie manufacturière	0	14	43	86	171	171	186	186	857
Production et distribution d'énergie	63	226	83	95	169	201	232	303	1 373
Total	689	1 080	924	992	1 146	1 165	1 208	1 265	8 469

Sources : MECB, MECO, STATEC

Le secteur des transports concentrerait la majorité des investissements, représentant entre 0.6% et 0.9% du PIB d'ici 2030. Il s'agit en premier lieu des investissements nécessaires pour développer les infrastructures de transport prévues dans le cadre du plan national de mobilité (PNM). Le secteur de l'énergie requerrait des investissements allant jusqu'à 0.4% du PIB en 2030 et l'industrie ainsi que le secteur des bâtiments nécessiteraient des investissements à hauteur d'environ 0.2% du PIB.

⁷³ Common Reporting Format, nomenclature internationale utilisée pour déclarer les émissions de GES.

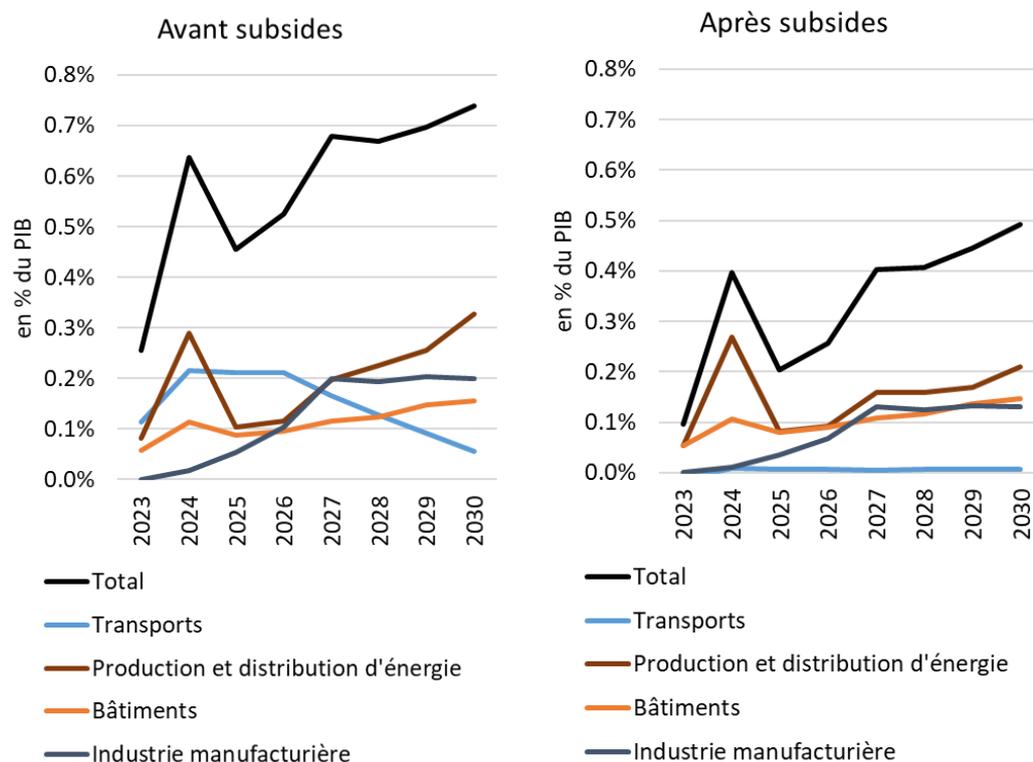
Figure 77 : Les dépenses totales augmenteraient progressivement à l'horizon 2030



Sources: MECB, MECO, STATEC

Les investissements privés, avant subsides, représenteraient environ la moitié des investissements totaux. Après subsides de l'Etat, ces investissements ne représenteraient plus qu'un tiers (environ 0.5% du PIB en 2030), répartis de façon similaire dans les secteurs des bâtiments, de l'énergie et de l'industrie.

Figure 78 : Les investissements privés atteindraient 0.5% du PIB en 2030

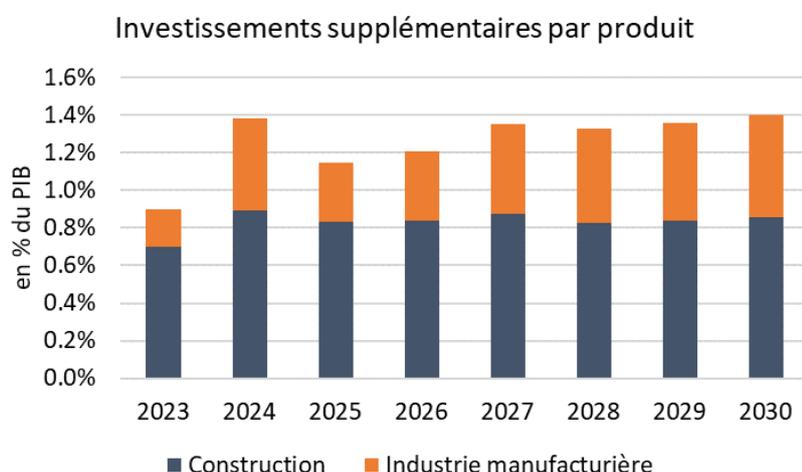


Sources : MECB, MECO, STATEC

Pour mieux appréhender les effets macroéconomiques, on peut également classer les investissements par produits concernés. La classification statistique de produits associées aux activités (CPA) est la nomenclature de biens et services en vigueur au niveau de l'Union européenne. Il y en aurait deux qui attirent l'intégralité des investissements supplémentaires: la construction et les produits manufacturés. En effet, les rénovations

et infrastructures de mobilité concernent principalement la construction, alors que nombreux autres produits, comme les voitures électriques, bornes de charge, éoliennes, etc. sont des produits manufacturés.

Figure 79 : Les investissements supplémentaires concernent essentiellement des biens industriels manufacturés et la construction



Sources : MECB, MECO, STATEC

L'impact économique de ces deux types d'investissements diverge fortement. Ainsi, les investissements dans la construction s'adressent surtout à des entreprises locales, générant des effets secondaires importants, à travers la hausse de l'emploi dans cette branche. A l'opposé, les produits manufacturés sont en large partie importés, ce qui neutralise l'impact de ses investissements sur l'activité économique.

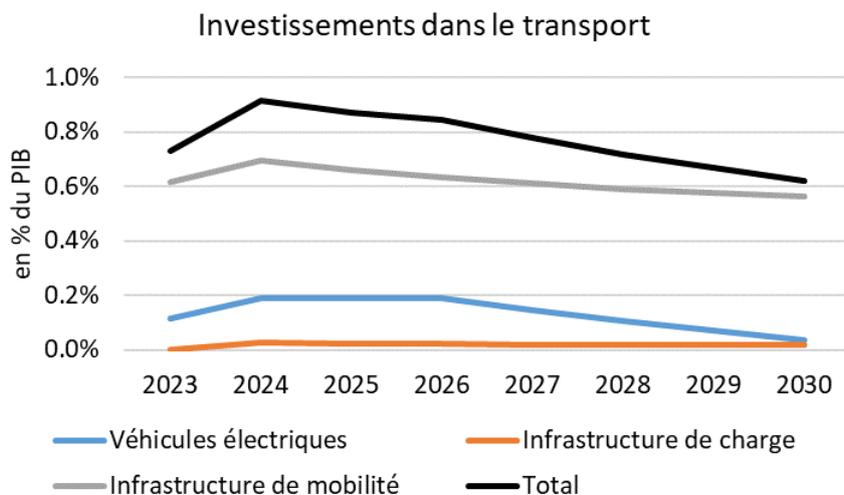
Dans la suite de l'étude, les investissements additionnels sont de nouveau classés par secteur d'émissions, qui permet de mieux faire le lien avec les mesures décidées dans le cadre du PNEC et la nature des investissements.

5.2.3.1 Transport : Les infrastructures nécessiteraient des investissements importants

La plupart des investissements dans le transport servirait à améliorer et développer les infrastructures de mobilité afin de permettre une mobilité multimodale efficace. L'électrification rapide des voitures représenterait aussi des dépenses additionnelles vu que les modèles électriques sont actuellement encore plus chers que les modèles thermiques. Cet écart de coût est cependant en train de se résorber et selon le « Global EV Outlook 2023 » (IEA, 2023), la parité serait atteinte à la fin de la décennie. Il a été supposé que les subventions en la matière évolueraient à la baisse, par analogie avec le différentiel de prix. Ceci signifierait que les coûts additionnels des voitures électriques seraient supportés par l'Etat, et non par les ménages et entreprises. Les infrastructures de recharge, pour lesquelles les investissements étaient déjà élevés dans le scénario de référence (60 mio € en 2030 dans le PNEC 2020), nécessiteraient aussi des investissements additionnels. Le nombre de bornes⁷⁴ à installer est supposé proportionnel au nombre de nouvelles voitures électriques immatriculées et les coûts varient selon l'endroit de l'installation (résidentiel, entreprises ou domaine public).

⁷⁴ Le nombre total de bornes de charge supplémentaires serait d'environ 8 000 en moyenne par an à partir de 2025 (dont 70% seraient des bornes de charge wallbox privées, 25% des wallbox au sein des entreprises et 5% des bornes de charge publiques).

Figure 80 : Les investissements dans le transport, élevés à court terme, baisseraient au cours du temps



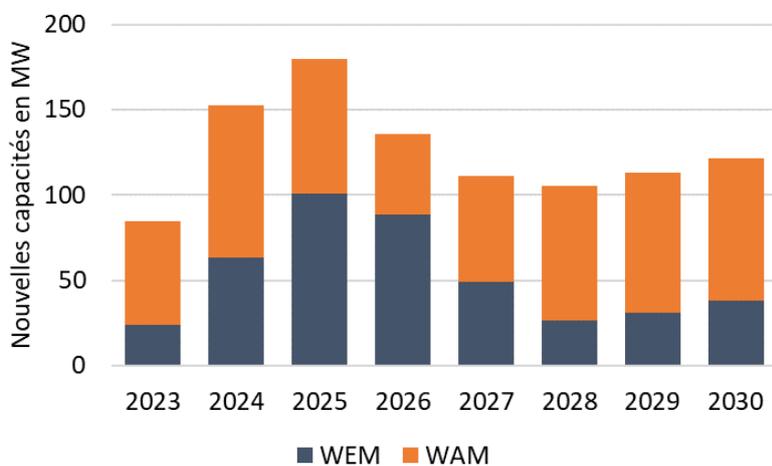
Sources : MECB, MECO, STATEC

5.2.3.2 Production et distribution d'énergie : financer l'essor de la production d'énergies renouvelables

Au niveau de la production d'énergie, c'est l'expansion des énergies renouvelables qui concentrerait la majorité des investissements supplémentaires. Le coût de l'augmentation prévue à hauteur d'environ deux tiers de la capacité de production photovoltaïque et éolienne actuelle est estimé à environ 325 et 115 millions € d'investissements supplémentaires cumulés respectivement. S'y rajoute celui de la promotion d'électricité produite par le biais de la biomasse et du biogaz qui est estimé à environ 300 millions €. Au total, en y ajoutant les investissements dans la production centralisée de chaleur renouvelable de près de 350 millions €, les investissements supplémentaires cumulés dans la production d'énergie s'élèveraient à plus d'un milliard € d'ici 2030.

Le renforcement et l'expansion du réseau électrique, qui s'avère nécessaire pour permettre l'électrification de l'économie luxembourgeoise, ainsi que le développement d'un réseau d'hydrogène constitueraient des investissements supplémentaires cumulés à hauteur de 400 millions € (240 et 150 millions € pour l'électricité et l'hydrogène respectivement).

Figure 81 : Augmentation des capacités de production électrique renouvelable



Sources : MECO, STATEC

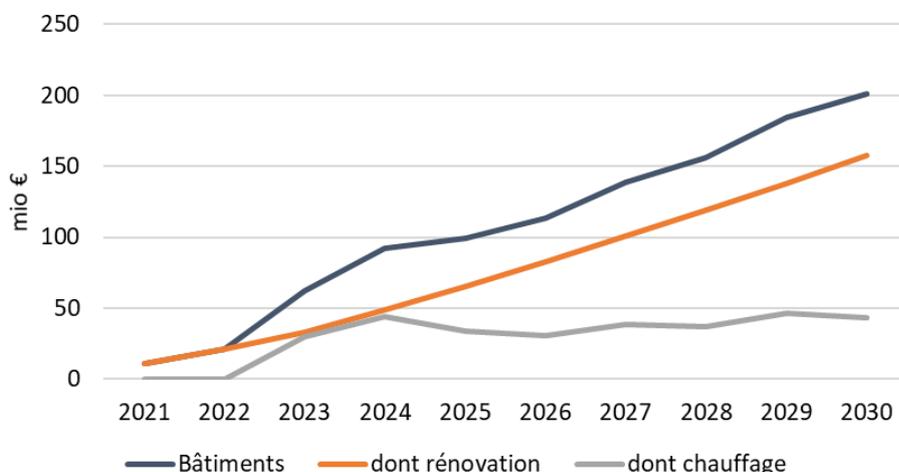
5.2.3.3 Bâtiments : une hausse progressive des investissements

Pour le secteur des bâtiments, qui comprend les bâtiments résidentiels et tertiaires, la décarbonation s'avère plus lente en raison de la durée de vie des constructions et des installations techniques. Les investissements en la matière augmenteraient au cours du temps et seraient au début surtout concentrés dans le secteur tertiaire, notamment suite aux audits énergétiques prévus et au remplacement des chaudières fossiles dans les grands bâtiments tertiaires. Un autre facteur qui gonflerait l'investissement dans les bâtiments fonctionnels par rapport au résidentiel est le coût supérieur d'une rénovation énergétique, estimé à 1.000€/m² pour les bâtiments fonctionnels contre 350-750€/m² pour un bâtiment résidentiel (le coût varierait selon l'ampleur de rénovation).

Dans le secteur résidentiel, la transition vers les pompes à chaleur lors des remplacements de chaudières fossiles gagnerait de l'élan vers la fin des années 2020 (les pompes à chaleurs sont déjà la référence dans tous les nouveaux bâtiments). Les chaudières fossiles disparaîtraient ainsi progressivement sous l'effet d'incitations soutenues par des subventions et d'une évolution favorable du marché des systèmes de chauffage renouvelables, de sorte que la moitié des remplacements⁷⁵ se ferait par des systèmes renouvelables⁷⁶ d'ici 2030, ce qui correspondrait à environ 2 500 pompes à chaleur supplémentaires par an en 2030.

Alors que les taux de rénovation seraient constants dans le secteur résidentiel, le taux global de rénovation diminuerait légèrement au cours du temps en raison d'une part de plus en plus élevée des appartements pour lesquelles le taux de rénovation est plus faible (par rapport aux maisons individuelles). Si les dépenses totales de rénovation augmentent dans le secteur des bâtiments dans son ensemble, c'est parce que le taux de rénovation augmente dans le secteur tertiaire⁷⁷.

Figure 82 : Hausse continue des investissements dans le secteur des bâtiments



Sources: MECO, STATEC

⁷⁵ Un taux de remplacement annuel des chaudières fossiles de 4% a été retenu (ce qui correspond à une durée de vie moyenne de 25 ans).

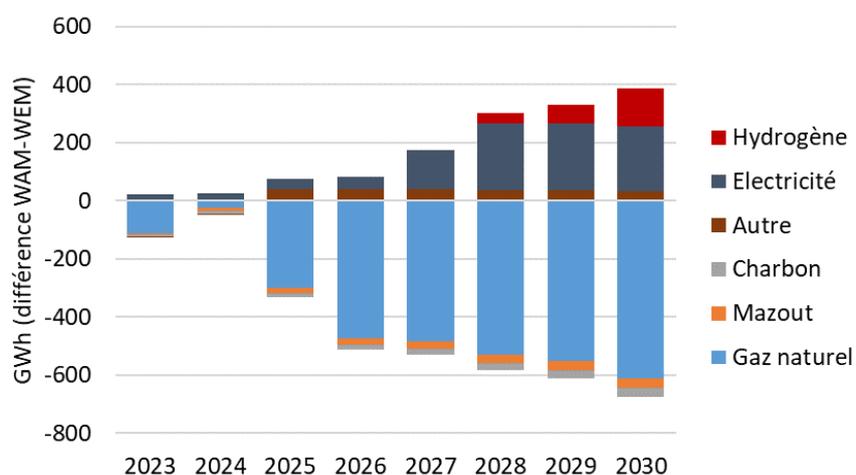
⁷⁶ Le STATEC ne dispose pas de chiffres en temps réel en la matière mais estime que 95% de ces remplacements seraient constitués de pompes à chaleur et 5% de chauffages au bois.

⁷⁷ Les rénovations supplémentaires dans le secteur tertiaire représentent environ 95% des investissements totaux liés au renouvellement des bâtiments.

5.2.3.4 Industrie : une décarbonation ambitieuse dépendant de l’approvisionnement en hydrogène renouvelable

L’industrie nécessiterait des investissements supplémentaires dont l’envergure est similaire à celle relative aux bâtiments. D’un côté, les industriels investiraient dans des processus plus efficaces pour améliorer leur efficacité énergétique. De l’autre côté, ils décarboneraient leur chaîne de production, soit par l’électrification, soit par l’utilisation d’hydrogène pour les processus nécessitant des températures élevées. L’hydrogène ne devrait néanmoins contribuer que marginalement à la transition énergétique à l’horizon 2030, étant donné que l’approvisionnement ne pourrait être assuré qu’après cette date (production encore très limitée et infrastructures d’acheminement encore manquantes). Les investissements dans le secteur de l’industrie ont été déterminés en estimant les subsides qui seraient attribués à des projets industriels dans les années à venir, ces derniers couvrant généralement 35% de l’investissement. Le ministère de l’Economie a ainsi estimé que l’industrie effectuerait des investissements supplémentaires d’environ 850 millions € en cumulé d’ici 2030.

Figure 83 : Réduction des énergies fossiles dans l’industrie

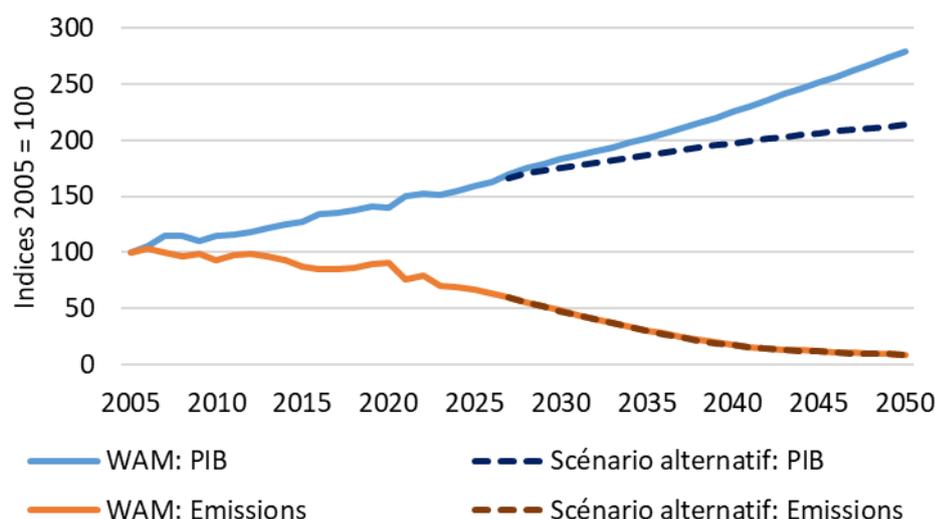


Source : STATEC

5.2.4 Prédiction de long-terme entourée d'incertitudes

5.2.4.1 Croissance du PIB

Figure 84 : Une baisse des émissions quasiment insensible à la trajectoire du PIB

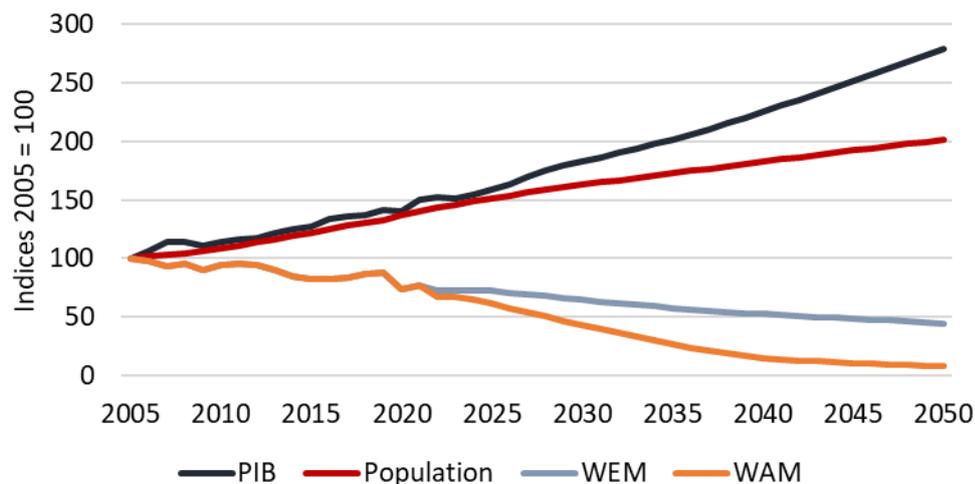


Source : STATEC

Les scénarios élaborés illustrent que l'efficacité énergétique et les technologies de décarbonation vont jouer un rôle primordial pour atteindre les objectifs climatiques, d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. Les gains d'efficacité permettraient ainsi de découpler la consommation d'énergie de la croissance économique et démographique. La consommation d'énergie stagnerait à long terme, alors que la croissance annuelle du PIB se tasserait à 2% à l'horizon 2050 sous l'effet du vieillissement démographique. En même temps, le déploiement des technologies décarbonées, notamment les pompes à chaleur ou encore les véhicules à zéro émissions désormais produits à une échelle industrielle au niveau mondial, permettrait de réduire les émissions de GES en substituant l'électricité à l'énergie fossile. Les énergies renouvelables continueraient leur essor : la hausse de la production d'électricité serait plus rapide que celle de sa consommation, avec à la clé une amélioration de l'indépendance énergétique dans les années à venir.

Le STATEC a révisé à la baisse les projections de croissance de la population et du PIB par rapport au scénario démographique utilisé pour l'élaboration du projet de mise à jour du PNEC en 2023. Les projections actuelles prévoient une population de près de 930 000 habitants en 2050, contre 1 020 000 dans le projet de mise à jour. En ce qui concerne la croissance du PIB, les projections actuelles estiment une croissance annuelle à long terme d'environ 2%, au lieu des 2.75% estimés précédemment. Cependant, cette révision des projections macro-démographiques n'impacte que marginalement les émissions à long terme, comme le confirme une analyse de sensibilité. Dans un scénario alternatif avec une croissance économique plus faible (environ un point de pourcentage de croissance en moins en moyenne), les émissions resteraient presque inchangées à long terme. Dans cette analyse, le PIB en 2050 est de 23% inférieur à celui du scénario WAM en 2050, mais les émissions ne seraient que de 2% inférieures à celles du scénario WAM. Il en va de même pour la consommation d'énergie, celle-ci reculerait de moins de 6% dans le scénario alternatif avec une moindre croissance économique.

Figure 85 : Découplage entre l'activité et les émissions



Source : STATEC

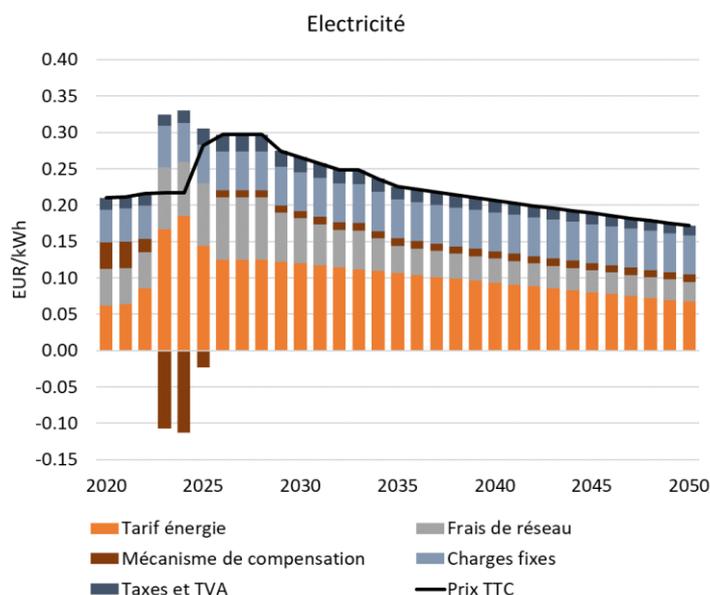
5.2.4.2 Hypothèses de prix de l'électricité à l'horizon 2050

Les prix des énergies jouent un rôle important dans la transition vers une économie durable à faible émission de carbone. En particulier, c'est l'évolution relative des prix de l'énergie provenant des sources d'énergie renouvelables par rapport aux prix des énergies fossiles qui est déterminante. Ils influencent directement le comportement des consommateurs et des industriels, qui veillent à la rentabilité économique des technologies vertes et des sources d'énergie renouvelables.

Des prix élevés pour les combustibles fossiles inciteraient les consommateurs et les industries à réduire leur consommation et à investir dans des technologies renouvelables ou à haute efficacité énergétique. Cela contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre, tout en favorisant l'innovation et la compétitivité dans le secteur des technologies vertes. À l'inverse, des prix élevés pour les énergies renouvelables peuvent freiner ce processus et ralentir la transition verte.

En matière de chauffage, le prix relatif de l'électricité par rapport au mazout et au gaz est un facteur déterminant pour assurer la transition vers les pompes à chaleur, essentiel pour décarboner le secteur des bâtiments. Pour les transports, le prix de l'électricité par rapport aux carburants, ainsi que le prix relatif des carburants au Luxembourg par rapport à l'étranger, jouent un rôle incitatif.

Figure 86 : Baisse du prix de l'électricité à long-terme



Source : STATEC

Les prix de l'électricité pour les consommateurs devraient baisser à long terme, malgré une hausse à court terme. Cette tendance repose sur plusieurs hypothèses concernant les différents composants du prix de l'électricité, à savoir le tarif de l'énergie, les frais de réseau, la contribution au mécanisme de compensation, les charges fixes et les taxes (taxe d'électricité et TVA).

Le tarif de l'électricité, acheté sur le marché boursier allemand en fonction de la stratégie d'achat des fournisseurs locaux, continuerait à augmenter suite aux effets retardés de la crise de l'énergie, mais devrait diminuer à l'horizon 2050 grâce à une utilisation accrue des énergies renouvelables, dont les coûts sont inférieurs à ceux des énergies fossiles⁷⁸. Les frais de réseau, qui couvrent les coûts de transport et de distribution, avaient accusé des hausses significatives en 2023⁷⁹, mais devraient diminuer à long terme sous l'hypothèse d'une relation inverse entre le niveau d'utilisation du réseau et les coûts de réseau unitaires (par kWh). En effet, une augmentation de la consommation sur le réseau permettrait de réduire les frais à payer par kWh. Ainsi, avec l'augmentation prévue de la consommation d'électricité dans le scénario WAM du PNEC, les coûts du réseau diminueraient d'ici 2050. La contribution au mécanisme de compensation⁸⁰, utilisée pour absorber les augmentations des tarifs en 2023 et 2024, devrait être réduite à zéro dans les années à venir. Les charges fixes, ainsi que le montant de la taxe sur l'électricité et le taux de TVA, sont supposés rester constants au fil du temps.

5.2.4.3 Le chauffage fossile deviendrait de plus en plus cher à long terme

Les prix des combustibles fossiles suivraient une trajectoire opposée à celle de l'électricité. Cette hausse s'expliquerait par plusieurs facteurs : l'augmentation annuelle de la taxe CO₂ appliquée sur le gaz et le mazout, ainsi que la hausse des prix des énergies fossiles brutes.

⁷⁸ Hypothèse en ligne avec les simulations du modèle PRIMES utilisées par la Commission Européenne dans le scénario de référence.

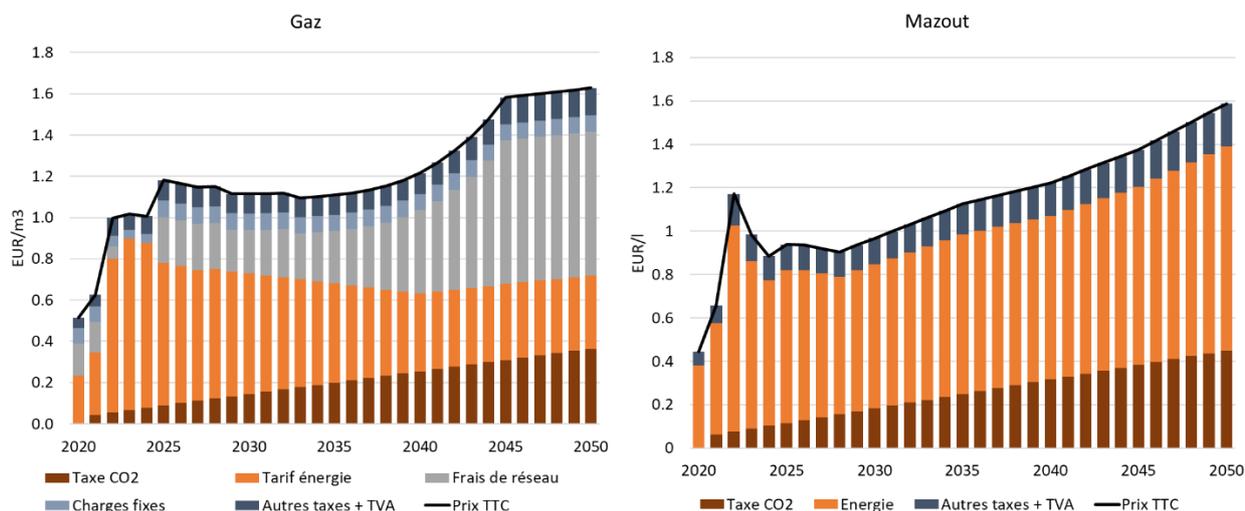
⁷⁹ Notamment dues aux augmentations des coûts des services auxiliaires à charge du gestionnaire du réseau de transport et pour la compensation des pertes en ligne.

⁸⁰ Selon Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR), « la contribution au mécanisme de compensation sert à répartir équitablement entre tous les consommateurs les coûts d'achat supplémentaires que les gestionnaires de réseau sont tenus de déboursier en vertu des contrats de rachat d'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables ou cogénération à haut rendement et bénéficiant d'une rémunération garantie ».

En plus de la taxe CO₂, le prix du gaz comprend le tarif de l'énergie, les frais de réseau, les charges fixes et les autres taxes, y compris la TVA. Ces derniers devraient rester constants au fil du temps. Le tarif de l'énergie, reflétant le coût d'achat du gaz sur les marchés internationaux⁸¹, avait augmenté de près de 120% en 2022⁸², mais reviendrait à des niveaux d'avant-crise d'ici 2040. À l'horizon 2050, le tarif du gaz diminuerait légèrement, conformément aux projections des prix internationaux⁸³ du gaz brut. Les frais de réseau augmenteraient continuellement, en raison de la relation inverse entre le niveau d'utilisation du réseau et coûts de réseau unitaires, comme déjà évoqué ci-dessus. En effet, avec la baisse prévue de la consommation de gaz dans le scénario WAM, les coûts du réseau augmenteraient considérablement par m³. En vue de cette hausse de plus en plus prononcée à l'approche de 2050 (avec une consommation de gaz qui tendait vers zéro), un plafond de prix a été supposé à partir de 2045.

Le prix du mazout comprend, outre la taxe CO₂, le prix brut du Brent, les autres taxes et la TVA. Comme ceux-ci resteraient constants dans le temps, la hausse du prix de mazout s'expliquerait, hormis la taxe CO₂, par une progression du prix brut de l'énergie, qui augmenterait par analogie avec le cours du pétrole brut de type Brent⁸⁴.

Figure 87 : Augmentation à long terme du prix des combustibles fossiles



Source : STATEC

L'évolution supposée des prix du chauffage électrique et fossile impliquerait que l'électricité deviendrait plus compétitive que les énergies fossiles. En comparaison avec les chaudières fossiles, les pompes à chaleur sont nettement plus efficaces, produisant trois fois plus d'énergie thermique qu'elles ne consomment d'électricité, car elles utilisent la chaleur ambiante de l'environnement.

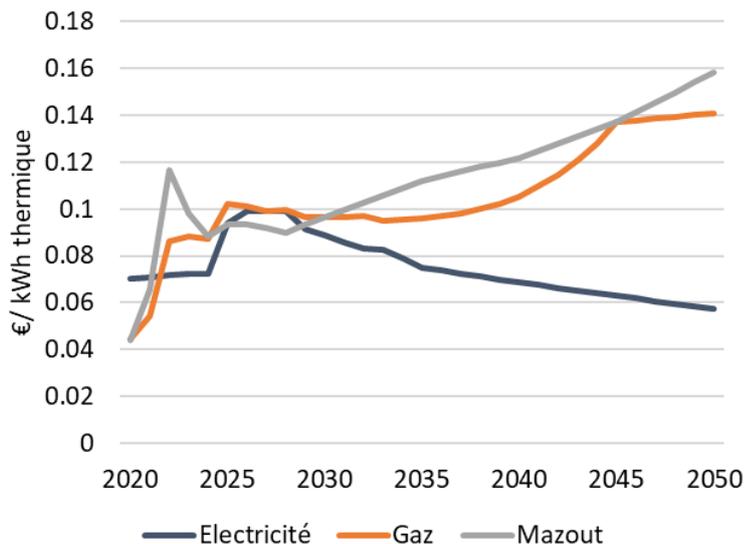
⁸¹ Ce prix peut fluctuer en fonction des conditions géopolitiques et économiques mondiales.

⁸² Le Solidaritétspak 2.0 a limité à 15% l'ajustement de tarif du gaz en 2023.

⁸³ Recommandations par la Commission européenne. Cf. Annexe 1 - Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025.

⁸⁴ Conformément à l'évolution des prix internationaux pétrole telle que décrite par les valeurs harmonisées recommandées par la Commission européenne Cf. Annexe 1 - Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025.

Figure 88 : Le chauffage par pompe à chaleur deviendrait de plus en plus compétitif avec les renchérissements des énergies fossiles⁸⁵

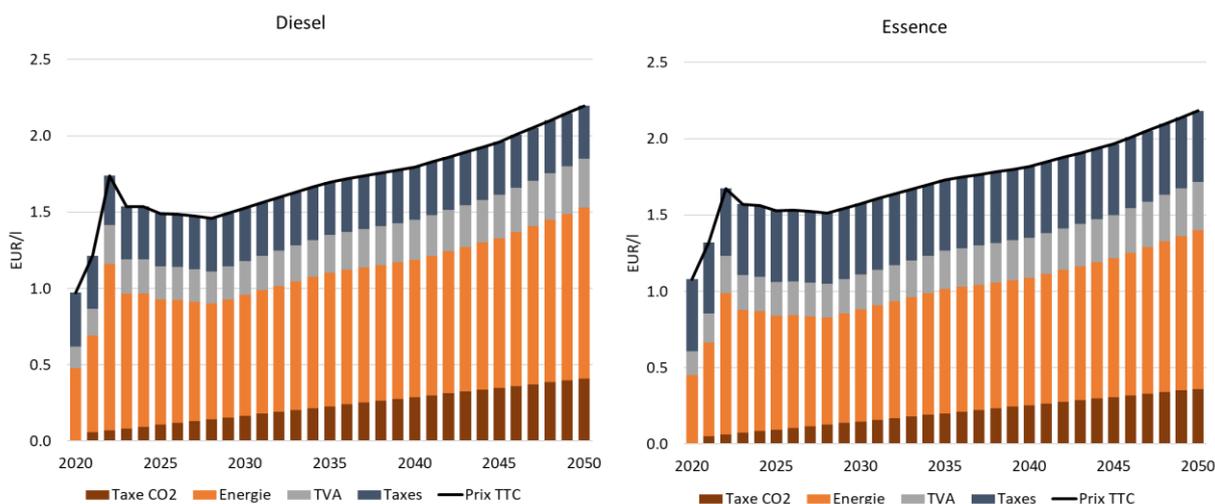


Source : STATEC

5.2.4.4 Le différentiel de prix à la pompe : un enjeu transfrontalier majeur

Les prix des carburants, composés des mêmes éléments que celui du mazout de chauffage, suivraient une trajectoire similaire à ce dernier, poussée à la hausse par la taxe CO₂ et le renchérissement du Brent. Le prix relatif des carburants par rapport à l'électricité, de même que le coût d'acquisition global des véhicules électriques par rapport aux véhicules thermiques, sont des facteurs qui déterminent la rentabilité d'une voiture électrique par rapport à un véhicule thermique. La comparaison du coût par kilomètre parcouru du diesel et de l'essence confirme que l'électricité constitue une meilleure rentabilité, l'écart se creusant considérablement au fil du temps.

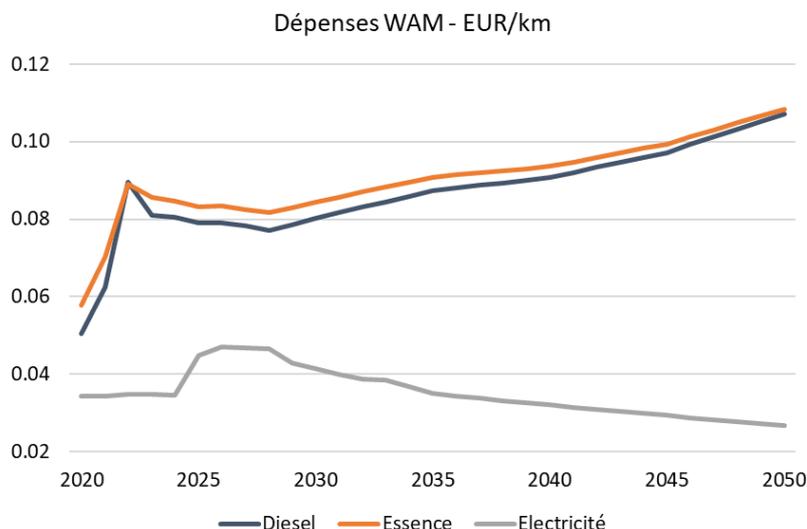
Figure 89 : Augmentation des prix de carburants



Source : STATEC

⁸⁵ Coûts en €/kWh de l'énergie hors coûts d'investissement initial

Figure 90 : La voiture électrique resterait la voiture la moins chère à l'usage

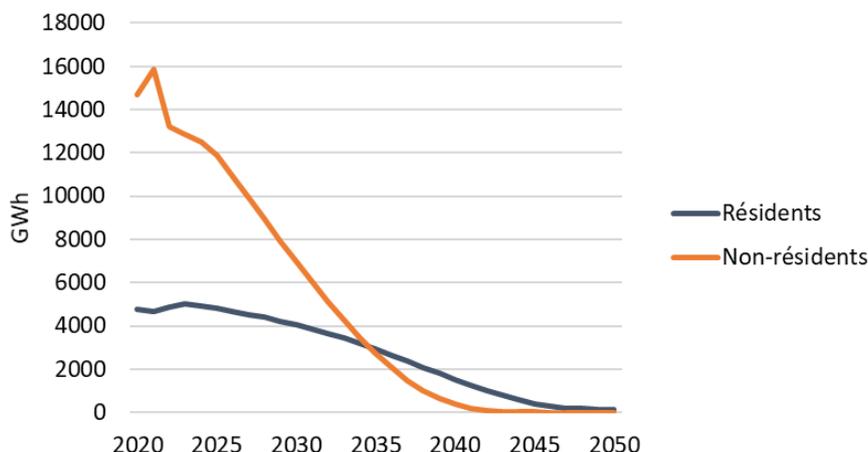


Source : STATEC

Dans une perspective transfrontalière, le différentiel de prix entre le Luxembourg et ses pays voisins constitue un autre élément important. Une spécificité du secteur du transport est que la majorité des émissions attribuées au Luxembourg provient des non-résidents. Environ deux tiers des ventes de carburants se font ainsi à des transporteurs internationaux ou des personnes privées en transit ou résidant dans la région frontalière. Ces ventes s’expliquent principalement par des prix à la pompe plus faibles au Luxembourg que dans les pays voisins.

La réaction des non-résidents aux différentiels de prix est prononcée (« élastique » dans le jargon économique), rendant l’instrument d’une taxe comme celle sur les émissions de CO₂ particulièrement efficace. A politique inchangée dans les pays voisins, chaque augmentation de 5€ par tCO₂ de la taxe au Luxembourg réduit le différentiel de prix avec les pays voisins d’un peu plus de 1 centime d’EUR. La succession de hausses annuelles de la taxe⁸⁶ réduirait progressivement les différentiels de prix et impliquerait un recul de plus en plus prononcé des ventes de carburants aux non-résidents.

Figure 91 : Les ventes de carburants disparaîtraient d’ici 2050



Source : STATEC

⁸⁶ Dans le scénario WAM, une hausse continue de la taxe CO₂ a été supposée, de 30 EUR en 2023 à 165 EUR à l’horizon 2050.

5.2.5 Conclusion

Le PNEC vise la décarbonation de l'économie luxembourgeoise. Cette transition passe par la substitution de capital aux dépenses d'énergies fossiles, ce qui nécessite des investissements supplémentaires conséquents. Ceux-ci constituent des injections dans le circuit économique et pourraient ainsi mener à une activité plus élevée. En effet, la plupart des études internationales estiment que la transition aurait un impact positif sur le PIB, mais d'une ampleur limitée. L'évaluation d'impact effectuée pour le Luxembourg aboutit aussi à un impact légèrement positif du PNEC sur le PIB et l'emploi au Luxembourg à l'horizon 2030.

Un chiffrage bottom-up des investissements et dépenses supplémentaires requis arrive à un montant représentant jusqu'à 1.4% du PIB en 2030. Ces investissements et dépenses seraient mobilisés aussi bien par des acteurs privés et publics. En plus des investissements publics, l'Etat soutiendrait financièrement les efforts des entreprises et ménages. Au-delà des hausses des dépenses publiques, la baisse des ventes de carburants provoquerait une diminution des recettes de l'Etat. Le solde public en pourcentage du PIB se détériorerait ainsi jusqu'à 1.3 points de % à l'horizon 2030. Les ménages bénéficieraient en revanche d'une baisse de leurs dépenses énergétiques. Cette baisse serait d'ailleurs plus prononcée que la hausse requise des investissements.

Au total, la transition énergétique réduirait drastiquement les émissions et aurait un léger impact positif sur l'activité à l'horizon 2030, mais, grâce au découplage entre les émissions et l'activité économique, une trajectoire légèrement différente du PIB ne remettrait pas en cause les objectifs climatiques nationaux.

5.2.6 Annexes

Tableau 73 : Impact de la transition énergétique sur le PIB selon différentes études

Etude	Horizon	Région	Impact sur PIB
Commission européenne (2018) (modèle JRC-GEM-E3)	2050	UE	-0.6% (action fragmentée) ; -1.3% (action globale)
Commission européenne (2018) (modèle E3ME)	2050	UE	+1.5% (action fragmentée) ; +2.2% (action globale)
Commission européenne (2018) (modèle QUEST)	2050	UE	+0.7%
Commission européenne (2020) (modèle JRC-GEM-E3)	2030	UE	-0.4% ; -0.3%
Commission européenne (2020) (modèle E3ME)	2030	UE	+0.2% ; +0.5%
Commission européenne (2020) (modèle QUEST)	2030	UE	-0.3% ; +0.1%
OECD (2017)	2050	Importateurs avancés d'énergies fossiles	+2.2%
Pisani-Ferry & Mahfouz (2023)	2040	France	+1% ; -1% (sans resp. avec choc de productivité)
Callonnec & Cancé (2022)	2030	France	+2.5%
Callonnec & Cancé (2022)	2050	France	+3.8%
Bureau Fédéral du Plan (2016)	2030	Belgique	+1.9% ; +2.5%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	Europe	+1.7%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	Allemagne	+0.6%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	France	+2.1%
NGFS (2022) (modèle NiGEM)	2050	Belgique	+2.4%

Sources : comme indiquées dans le tableau. Si plusieurs estimations d'impact sont indiquées, elles se réfèrent à des configurations différentes.

5.2.7 Bibliographie

- Bureau Fédéral du Plan. (2016). *Les impacts macroéconomiques de la transition bas carbone en Belgique-Annexe 2 : Résultats de la modélisation HERMES*. <https://climat.be/doc/macro-low-carbon-annex-2-hermes.pdf>
- Callonnec, G. & Cancé, R. (2022). *Évaluation macroéconomique de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2) avec le modèle ThreeME*. Ministère de la transition écologique. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/%C3%89valuation%20macro%C3%A9conomique%20de%20la%20Strat%C3%A9gie%20nationale%20bas-carbone_0.pdf
- Commission européenne. (2018). *In-depth Analysis in Support of the Commission Communication COM(2018) 773 A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2018-11/com_2018_733_analysis_in_support_en.pdf
- Commission européenne. (2020). *Impact Assessment accompanying the document Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:749e04bb-f8c5-11ea-991b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- IEA (2023). *Global EV Outlook 2023*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>
- NGFS. (2022). *NGFS Scenario Explorer hosted by IIASA*. <https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs/#/workspaces>
- OECD. (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>.
- OECD. (2017). *Investing in Climate, Investing in Growth*. <https://doi.org/10.1787/9789264273528-en>.
- Pisani-Ferry, J., & Mahfouz, S. (2023). *Les incidences économiques de l'action pour le climat*. France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/2023-incidences-economiques-rapport-pisani-5juin.pdf>
- STATEC. (2020). *Evaluation de l'impact de la taxe CO2*. <https://statistiques.public.lu/dam-assets/catalogue-publications/analyses/2020/analyses-08-20.pdf>
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.

5.3 Incidences des politiques et mesures planifiées sur les autres Etats membres et la coopération régionale

Le Luxembourg fait partie du marché intérieur de l'énergie de l'Union Européenne. En raison de sa taille et de ses caractéristiques démographiques et géographiques, le Luxembourg dépend à plus d'un titre des évolutions dans d'autres pays européens, et notamment dans les pays voisins. A cause des mêmes raisons, l'influence directe du Luxembourg sur le reste du marché européen de l'énergie peut être considérée comme faible. Une exception est la centrale de pompage-turbinage de Vianden, qui contribue de manière importante à la sécurité d'approvisionnement du système électrique de l'Europe centrale.

En raison de l'importance de l'intégration régionale et européenne, le Luxembourg s'engage de manière proactive à différents niveaux, en particulier dans le cadre du Penta et de la NSEC. Pour plus de détails concernant ces coopérations régionales et les répercussions sur les pays voisins respectifs, voir les chapitres 1.4.1 et 1.4.2.

5.4 Contribution des politiques et mesures planifiées à la réalisation de l'objectif de neutralité climatique de l'Union

La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat stipule la **neutralité climatique**, qui consiste à atteindre le « zéro émissions nettes », **d'ici 2050 au plus tard** comme l'objectif climatique à long terme du Luxembourg. Les projections du scénario WAM à l'horizon 2050 (voir Tableau 74 et Figure 92) suggèrent que **les politiques et mesures de la mise à jour du PNEC permettraient déjà d'approcher la neutralité climatique en 2050**. En effet, dans le scénario WAM, il reste des émissions nettes totales d'environ 0,7 million t CO_{2eq} en 2050, en sommant toutes les émissions et absorptions de GES, ce qui représente une réduction de plus de 94% par rapport à l'année 2005.

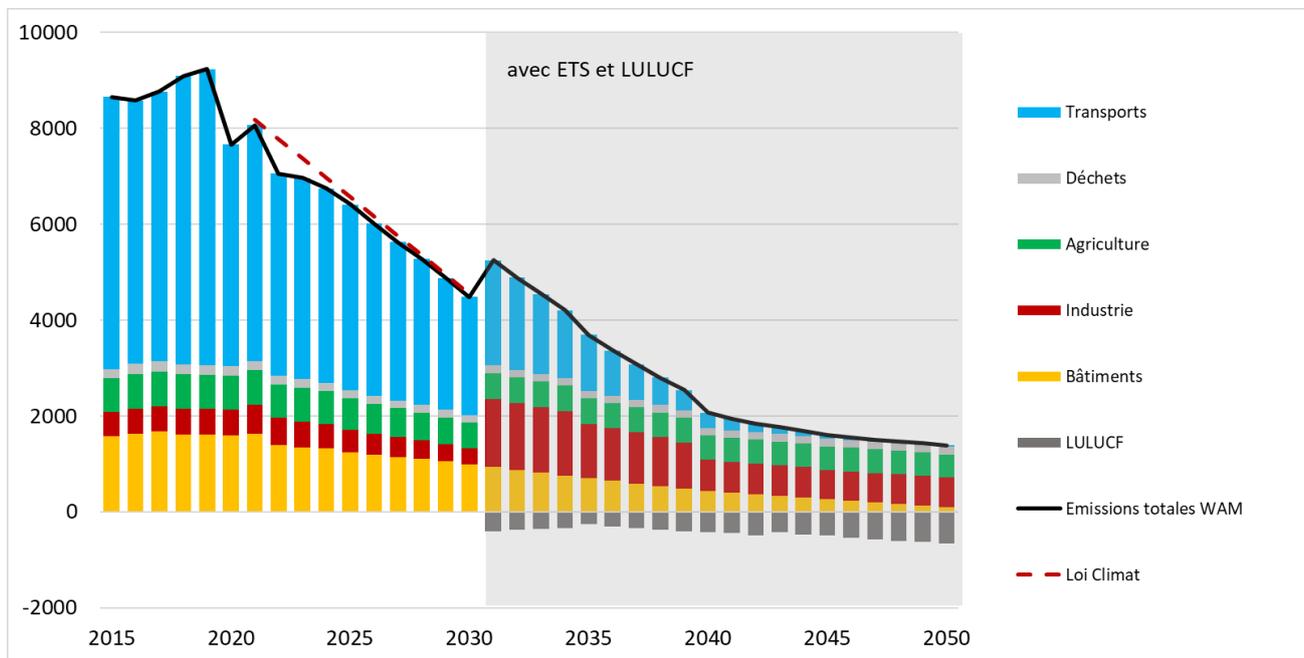
Tableau 74 : Projections des émissions et absorptions de GES jusqu'en 2050 sur la base des politiques et mesures additionnelles (nouvelles et renforcées) (**scénario WAM**)

[Milliers de tonnes CO _{2eq} (AR5)]	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Industries de l'énergie et manufacturières, construction	474	325	249	172	111	98
Transports	3872	2467	1170	321	78	37
Bâtiments résidentiels et tertiaires	1234	993	702	427	261	96
Agriculture et sylviculture	658	545	528	511	496	484
Traitement des déchets et des eaux usées	174	157	156	154	155	158
EMISSIONS ESR / loi climat	6410	4487	2805	1584	1100	873
EMISSIONS ETS	1246	1137	886	487	500	519
EMISSIONS TOTALES – ESR / loi climat & ETS	7656	5625	3692	2071	1600	1392
LULUCF	-431	-430	-256	-428	-493	-660
BILAN TOTAL – ESR / loi climat & ETS & LULUCF	7225	5195	3435	1643	1107	732

Source : Statec, AEV & SER (2024)

Les secteurs présentant les émissions résiduelles les plus élevées en 2050 sont l'industrie (secteur ETS et non-ETS) et l'agriculture. Bien que des efforts, mesures et solutions supplémentaires soient nécessaires et possibles, il semble difficile voire impossible de réduire à zéro les émissions dans ces deux secteurs à cause d'émissions inhérentes à certains procédés industriels ou à l'élevage de bétail. **Afin de combler la lacune, il s'avère d'autant plus important de consolider les puits de carbone naturels (LULUCF) et de développer les technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (« Carbon Capture, Utilisation and Storage » (CCUS)).** A noter que ces technologies n'ont pas encore été prises en compte dans les projections.

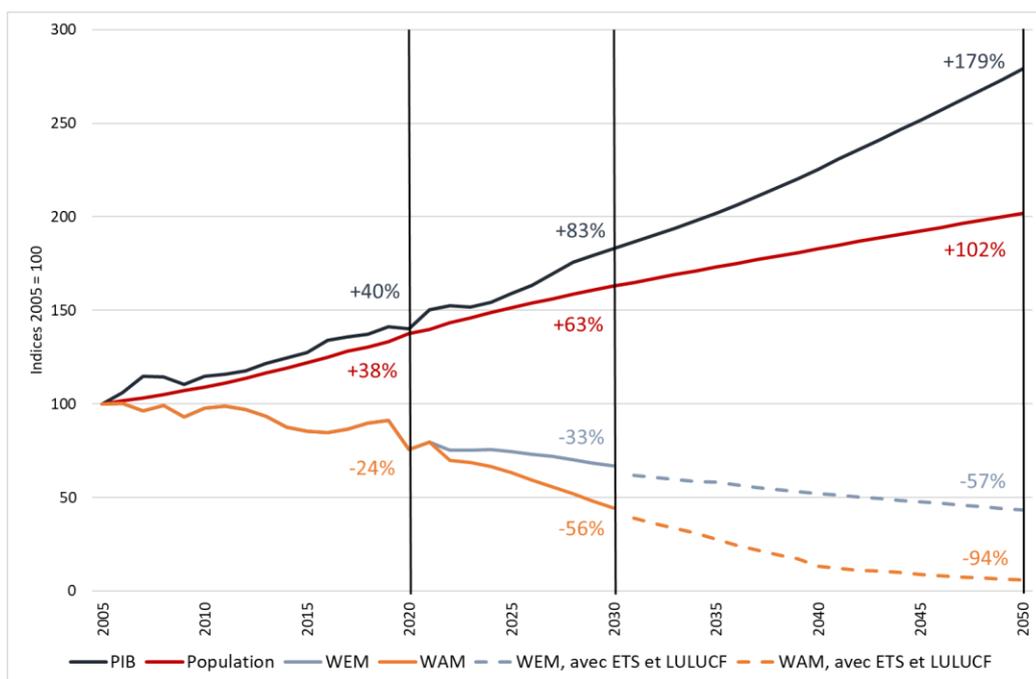
Figure 92 : Projection WAM des émissions et absorptions totales (émissions ESR / loi climat + émissions ETS + absorptions nettes LULUCF) de 2031 à 2050 (avec projection WAM des émissions ESR / loi climat en comparaison à la trajectoire des allocations d'émissions annuelles à l'horizon 2030 (loi climat) et émissions historiques de 2015 à 2022)



Source : Statec, AEV & SER (2024) ; Inventaire des émissions de GES (soumission de mars 2024) ; Loi relative au climat

La croissance démographique projetée du Luxembourg est un autre défi de taille auquel est confronté l'objectif de la neutralité climatique. Or, comme illustré à la Figure 93, les projections suggèrent qu'un **découplage entre la croissance démographique et les émissions de GES** est possible.

Figure 93 : Découplage entre croissance et émissions de GES



Source : Statec (2024)

Liste des abréviations

BEI	Banque Européenne d'Investissement
BIM	Building Information Modelling
EED	Energy Efficiency Directive (UE) 2023/1791 (directive relative à l'efficacité énergétique)
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (UE) 2024/1275 (directive sur la performance énergétique des bâtiments)
ETS	EU Emissions Trading System (système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet serre de l'UE)
FEC	Final Energy Consumption (consommation en énergie finale)
FNR	Fonds National de la Recherche
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (IPCC)
kt CO ₂ eq	kilotonnes équivalents de dioxyde de carbone
LISER	Luxembourg Institute for Socio-Economic Research
LIST	Luxembourg Institute of Science and Technology
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry (utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (UTCATF))
MAAV	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture
MDIGI	Ministère de la Digitalisation
ME	Ministère d'État
MECB	Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité
MECO	Ministère de l'Économie
MENEJ	Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse
MESR	Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
MFSVA	Ministère de la Famille, des Solidarités, du Vivre ensemble et de l'Accueil
MFIN	Ministère des Finances
MFP	Ministère de la Fonction publique
MAINT	Ministère des Affaires intérieures
MLOGAT	Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire
MMTP	Ministère de la Mobilité et des Travaux publics

M3S	Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale
MT	Ministère du Travail
Mt CO _{2eq}	millions de tonnes équivalents de dioxyde de carbone
NCER	National Centre of Excellence in Research
NSEC	North Seas Energy Cooperation
nZEB	nearly Zero Energy Building (bâtiment à consommation d'énergie quasi nulle)
PEC	Primary Energy Consumption (consommation en énergie primaire)
PIB	Produit Intérieur Brut
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PNEC	Plan National intégré en matière d'Énergie et de Climat du Luxembourg pour la période 2021-2030
RED	Renewable Energy Directive (UE) 2018/2001
RDI	Recherche, Développement et Innovation
TRL	Technology Readiness Level
UE	Union Européenne
WAM	With Additional Measures
WEM	With Existing Measures