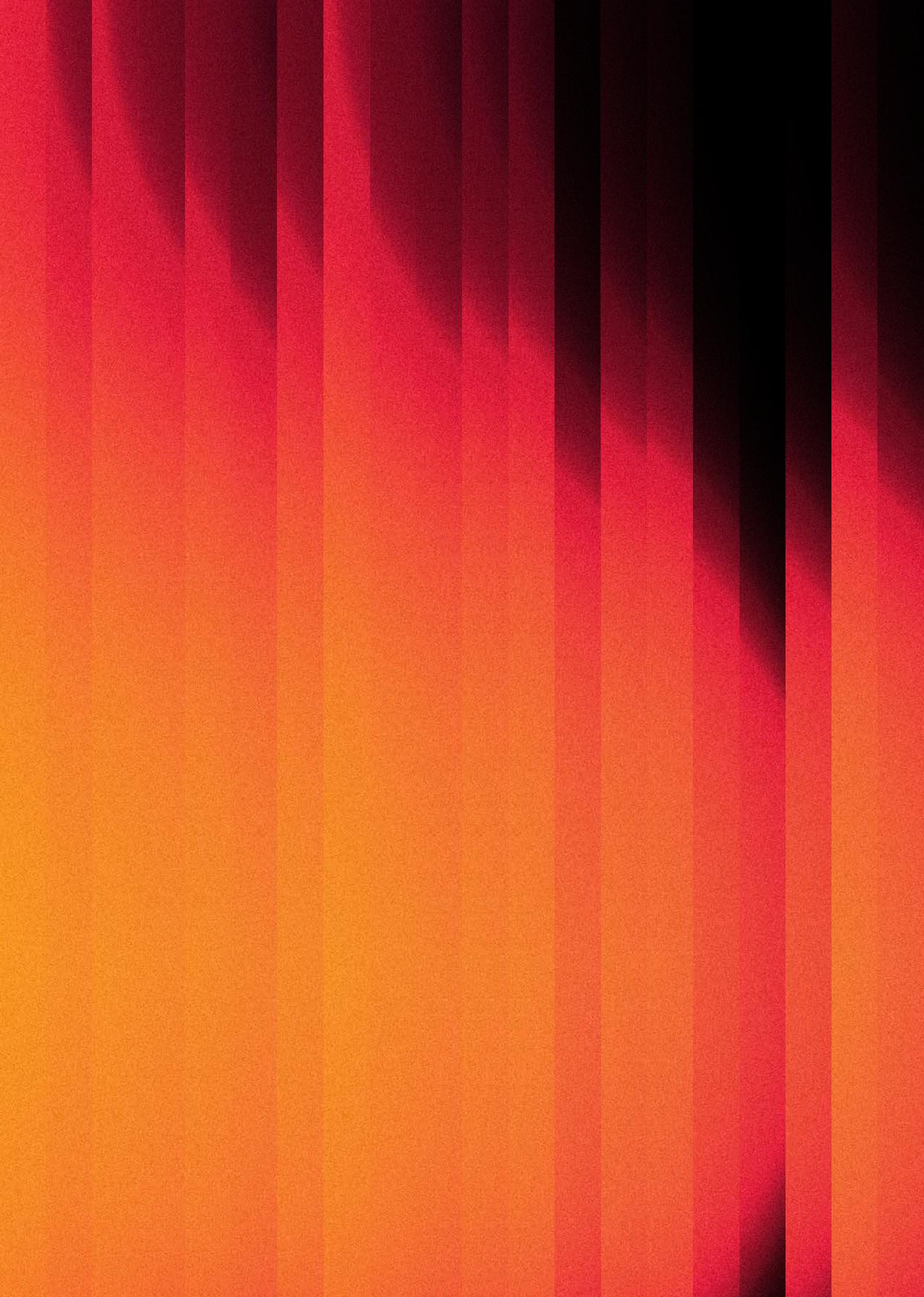


Accélérer la souveraineté numérique 2030

La stratégie du Luxembourg en matière d'intelligence artificielle



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Accélérer la souveraineté numérique 2030

La stratégie du Luxembourg en matière d'intelligence artificielle

Table des matières

Avant-propos _____ 06

L'ambition du Luxembourg en matière de données,
d'intelligence artificielle et de technologies quantiques _____ 08

Partie 1. Introduction _____ 16

1. Vision et valeurs _____ 16

2. L'écosystème actuel de l'IA _____ 18

3. Approche _____ 19

Partie 2. Leviers _____ 22

1. Talents et compétences _____ 23

2. Infrastructures _____ 28

3. Éventail de services _____ 30

4. Recherche, développement et innovation _____ 34

5. Gouvernance et réglementations _____ 36

6. Collaboration à l'international _____ 38

Partie 3. Secteurs à haut impact __ 40

Administration publique : promouvoir l'adoption de l'IA de confiance _____ 41

Finance : appliquer l'IA à travers l'écosystème _____ 43

Santé : rendre la médecine personnalisée une réalité à travers l'IA _____ 45

Culture : vecteurs d'intégration, de créativité et d'inclusion _____ 47

Partie 4. Projets phares ____ 50

Administration publique : Modèle linguistique juridique large du Luxembourg (4LM) _____	51
Finance : Le Centre d'expérience IA au sein du LHoFT _____	52
Médecine de précision : L'IA prête pour la médecine de précision _____	53
Marché du travail : Perspectives sur les compétences alimentées par l'IA _____	54
Éducation : Chatbot IA souverain pour soutenir les programmes éducatifs _____	55
Mobilité : Mouvement IA 1.0 _____	56
Cybersécurité : Démocratiser la cybersécurité _____	57
Énergie : Améliorer la transition énergétique du Luxembourg par l'intégration de données en temps quasi-réel _____	58
Sciences du climat : Jumeau numérique régional du changement climatique _____	59
Espace : Durabilité de l'espace _____	60
Patrimoine culturel : Un cadre stratégique pour l'intégration de l'IA dans le secteur culturel luxembourgeois _____	61

Partie 5. Conclusion _____ 62

Avant-propos



Luc Frieden

« L'innovation est le moteur du progrès humain et, par conséquent, du développement économique et social. Grâce à la vision ambitieuse et cohérente définie dans ces stratégies ainsi qu'aux projets phares identifiés, le gouvernement transformera le Luxembourg en un centre international de référence pour la valorisation souveraine et sécurisée des données. Nous aspirons à créer un centre agile, fondé sur la confiance et la transparence, et dans lequel acteurs privés et publics collaborent afin de mettre l'innovation au service de l'humanité – une innovation à l'européenne, avec une touche luxembourgeoise ! »



Stéphanie Obertin

« Les stratégies nationales sur les données, l'IA et les technologies quantiques sont l'aboutissement d'une excellente collaboration entre les ministères, les acteurs de la recherche publique, le secteur privé et la société civile. Les trois stratégies placent l'humain au centre de notre transformation numérique et inspirent des ambitions communes et des actions partagées afin de créer un écosystème dynamique, résilient et inclusif, capable de répondre aux défis actuels et futurs.

La valorisation des données est au cœur de notre vision, elle permet de prendre des décisions éclairées, de concevoir des politiques judicieuses et d'offrir des services publics efficaces tout en établissant la base pour les technologies de l'IA et quantiques. »



Elisabeth Margue

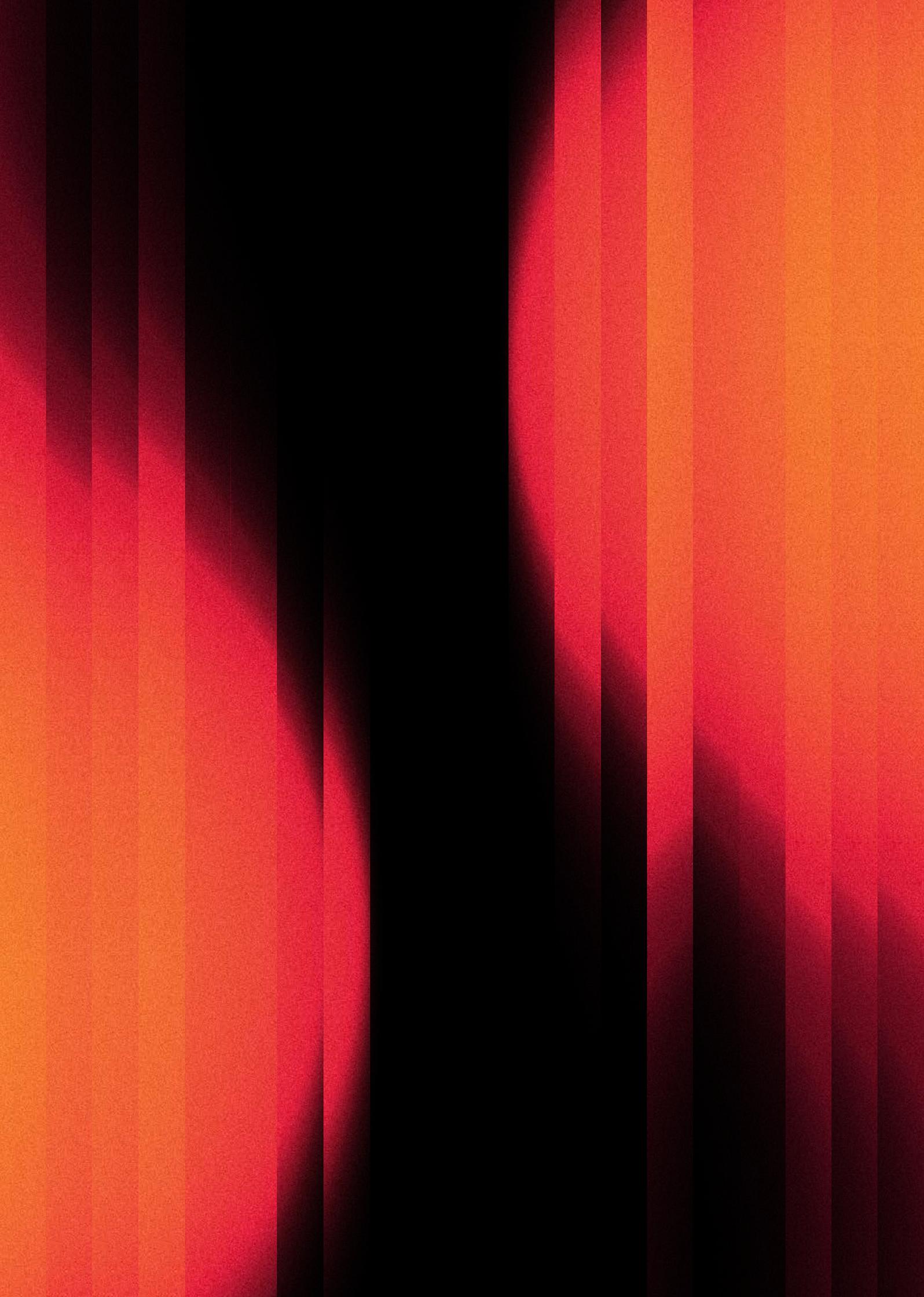
« Priorité à l'adoption concrète et utile – c'est le principe qui nous a guidé en fixant les actions en matière d'intelligence artificielle. Que ce soit à l'intérieur de l'administration publique ou des secteurs-clés comme la finance ou la santé. Chaque secteur, chaque entreprise et chaque personne aura un parcours différent en augmentant son expertise en IA. Mais chacun pourra s'appuyer sur les grands atouts de notre pays : nos performances en connectivité, en ressources computationnelles et en compétences numériques. En y ajoutant une réglementation qui accélère l'innovation, le Luxembourg a une réelle carte à jouer au sein de l'Union européenne. Soyons ambitieux, nous pouvons l'être ! »



Lex Delles

« La digitalisation n'est plus une option : elle est une nécessité absolue pour toute entreprise qui souhaite gagner en productivité et rester compétitive dans un environnement en évolution de plus en plus rapide. C'est pourquoi le Luxembourg investit dans des infrastructures numériques de pointe tout en facilitant l'accès par la provision de services adaptés aux besoins des entreprises et de la recherche. Avec le futur ordinateur quantique MeluXina-Q et le futur supercalculateur MeluXina-AI placé au cœur de l'AI Factory nationale, nous offrons aux entreprises de toutes tailles un cadre favorable à l'innovation pour accélérer concrètement leur digitalisation.

Par la mise en œuvre d'une stratégie numérique articulée autour des trois piliers fondamentaux que sont les données, l'IA et les technologies quantiques, nous nous donnons les moyens de renforcer notre souveraineté numérique, garantir notre compétitivité à long terme et consolider la résilience de notre économie dans un monde toujours plus digitalisé. »



Accélérer la souveraineté numérique 2030

L'ambition du Luxembourg en matière de données, d'intelligence artificielle et de technologies quantiques

Dans le cadre de l'accord de coalition 2023-2028, le gouvernement s'est engagé à promouvoir l'innovation dans le but de maintenir le Luxembourg à la pointe des nouvelles technologies et du numérique. Dans ce contexte, les **données**, l'**intelligence artificielle** (IA) et les **technologies quantiques** constituent les **trois axes** que le Luxembourg vise, afin de continuer à dynamiser son économie, améliorer la qualité de vie de ses citoyens, renforcer sa souveraineté digitale et technologique, et contribuer à la souveraineté numérique de l'Union européenne.

Après la publication de « **The Data-Driven Strategy for the Development of a Trusted and Sustainable Economy in Luxembourg** » et de « **Intelligence artificielle : une vision stratégique pour le Luxembourg** » en 2019, mais aussi de la stratégie « **Ons Wirtschaft vu Muer** » présentée en 2021, l'évolution technologique et son impact sur notre quotidien ont substantiellement changé. Avec la popularité rapide des nouveaux outils d'IA en 2023 et l'importance croissante des données et de leur valorisation, une revue des stratégies gouvernementales était devenue nécessaire.

Le Luxembourg mise sur les données, l'IA et les technologies quantiques pour renforcer sa souveraineté numérique et rester à la pointe de l'innovation.

En parallèle, une évolution technologique certes moins mature, mais pas moins fondamentale, à savoir celle des technologies quantiques, s'est également dynamisée rapidement. Il est donc opportun, voire urgent de positionner le pays pour la prochaine ère technologique, notamment par l'adoption de solutions innovantes et à fort impact d'ici 2030, grâce à la mise en place de budgets dédiés et additionnels.

Approche organisationnelle

Le gouvernement a invité le **ministère d'État (ME)**, le **ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur (MESR)**, le **ministère de l'Économie (MECO)** et le **ministère de la Digitalisation (MinDigital)** à identifier les complémentarités et opportunités au niveau des diverses initiatives à l'échelle nationale et internationale. Afin de bénéficier de synergies significatives et d'atteindre des objectifs ambitieux d'ici 2030, une **démarche holistique** a

été adoptée par ces ministères, tout en veillant à la participation, dès les préparations initiales lors d'ateliers, de réunions thématiques et des groupes de travail, de représentants de la société civile, des secteurs privé et public ainsi que des experts de la recherche publique du Luxembourg. Le **suivi de l'implémentation** de la stratégie selon ses trois axes repose sur une approche transversale impliquant l'ensemble du gouvernement.

Dans un souci de cohérence générale, les trois axes prioritaires sont abordés dans **trois documents dédiés**. Chaque document inclut une **partie commune identique** qui met en évidence les ambitions communes et la synergie entre les trois axes, suivie

d'une partie spécifique pour chacune : les **données, l'IA, et les technologies quantiques**. C'est l'ensemble de ce **corpus stratégique** qui constitue l'ambition nationale visant à **accélérer la souveraineté numérique** du Grand-Duché à l'horizon 2030.

Vision stratégique

D'ici 2030, le Luxembourg aspire à devenir un pays d'innovation numérique et technologique caractérisé par une grande agilité, centré sur l'humain, la durabilité et la collaboration à l'international. Pour ce faire, le Grand-Duché est déterminé à stimuler son écosystème du numérique pour le rendre toujours plus innovant, dynamique et agile. Afin d'assurer la cohérence, l'inclusivité et la collaborativité au sein de cet écosystème, les secteurs public et privé - y compris en matière de recherche et développement - seront fortement impliqués. Reposant sur une grande ouverture à l'international, un dynamisme économique avéré et une infrastructure numérique hors pair et hautement fiable, les ambitions nationales en matière de valorisation des données, d'IA et de technologies quantiques consistent à consolider le caractère du Luxembourg en tant que pionnier européen de la transition digitale, capable de servir de modèle et de bénéficier des avantages offerts par les technologies numériques. La vision vise à épauler la souveraineté numérique, le progrès technologique et économique et à favoriser le bien-être des citoyens.

Cette vision commune pour le **corpus stratégique** repose sur la conviction que l'innovation numérique et technologique, est essentielle pour garantir la compétitivité et la prospérité future du pays. Se basant sur ses avantages uniques telles qu'une **infrastructure souveraine de pointe** et l'**agilité d'un pays de taille limitée**, le Luxembourg se positionnera comme leader dans le domaine des applications à haute valeur ajoutée dans des secteurs hautement réglementés offrant ainsi une vraie complémentarité et plus-value sur la scène européenne et mondiale.

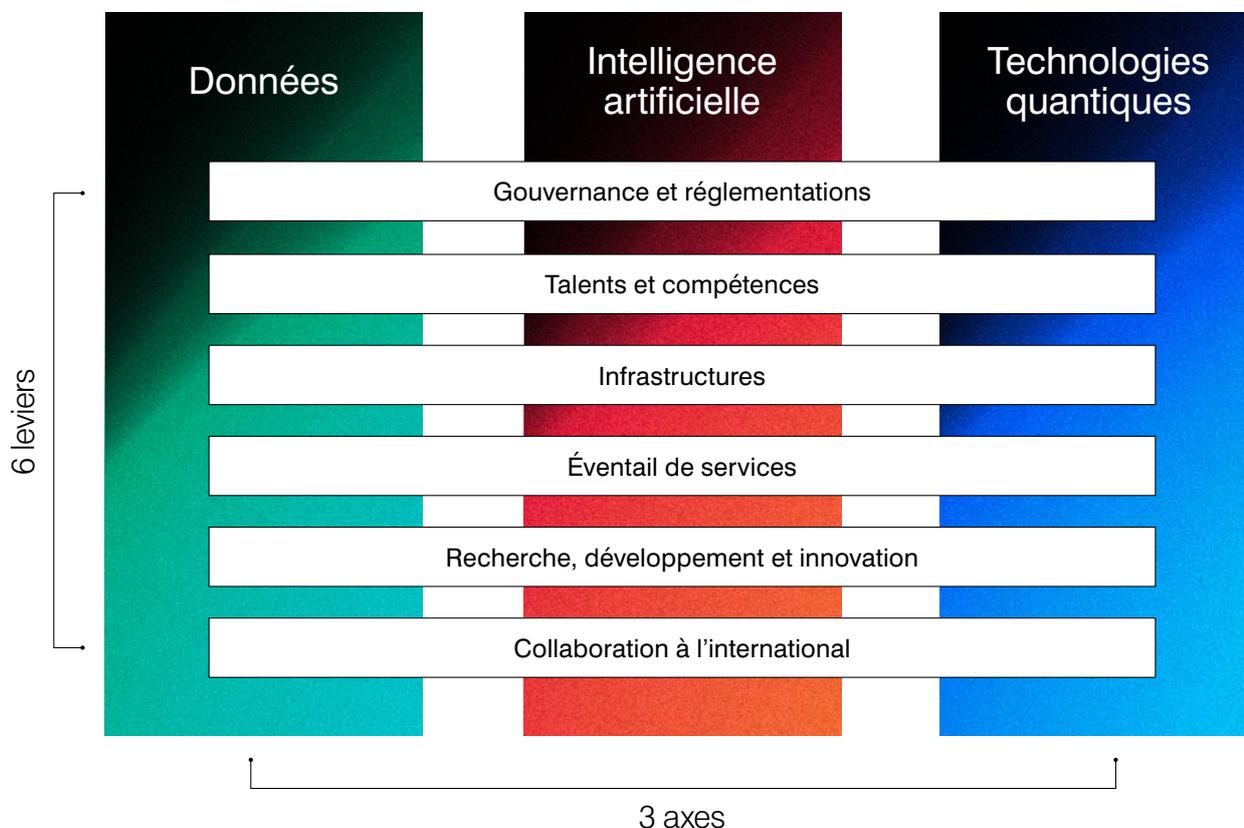
Ces stratégies visent à placer le Luxembourg à l'avant-garde d'un avenir où la technologie est un moteur essentiel de la croissance et du bien-être des citoyens, tout en assurant sa souveraineté numérique.

Une approche unifiée : tirer parti des interactions entre données, IA et technologies quantiques

Les données représentent la matière première de l'innovation numérique, l'intelligence artificielle permet d'en extraire de la valeur, et les technologies quantiques promettent de repousser les limites actuelles du traitement, de la sécurité et de l'analyse de l'information. Pour déclencher leur plein potentiel, ces trois stratégies ne doivent pas être approchées de manière isolée mais plutôt comme briques complémentaires pour construire un écosystème technologique interactif.

Une approche intégrée permet aussi de **mutualiser davantage l'utilisation des infrastructures** (par exemple cloud, HPC (calcul haute performance), calcul quantique) et **les ressources humaines et financières** disponibles. Ces interactions renforcent la capacité du pays à développer des solutions technologiques plus puissantes, plus sûres, et mieux adaptées aux défis de demain, notamment dans des secteurs clés tels que le secteur public, la finance, la cybersécurité, la santé, la culture ou le spatial.

Accélérer la souveraineté numérique 2030 : l'ambition du Luxembourg en matière de données, d'IA et des technologies quantiques



Six leviers d'actions communs aux trois axes prioritaires de développement stratégique

Le fil conducteur à travers chacun des différents documents est fourni par **six leviers transverses**. L'avantage de cette articulation est d'éviter une approche en silos et de faciliter la mise en évidence des synergies. Elle permet une lecture aussi bien thématique (par axe vertical) que pragmatique (par levier d'action horizontal) des différentes ambitions du Luxembourg en matière de numérique et de technologie.

Les leviers pour forger un écosystème du numérique cohérent sont les suivants :

- Instaurer et promouvoir des moyens de gouvernance et des réglementations pour stimuler l'utilisation et la réutilisation des données, ainsi qu'accélérer l'adoption de l'IA et des technologies quantiques tout en garantissant la sécurité et la protection des données, la souveraineté des infrastructures et la fiabilité des développements ;
- Développer et attirer les compétences et talents nécessaires pour renforcer la compétitivité nationale, innover et travailler dans le domaine

des technologies numériques et de renforcer la littératie numérique au niveau de la société ;

- Continuer à déployer une infrastructure de pointe adaptée à l'évolution des besoins nationaux, publics comme privés, tant en matière de connectivité que de calcul ;
- Offrir un éventail complet de services spécialisés pour accompagner la diffusion et l'adoption en matière de culture des données et des nouvelles technologies numériques au sein de la société et de l'économie, notamment en offrant des services publics plus efficaces et personnalisés, réduisant ainsi la charge administrative pour les citoyens et les entreprises ;
- Stimuler la recherche et l'innovation agile, au niveau public comme privé, afin de résoudre des défis sociétaux complexes ;
- Contribuer aux initiatives internationales dans le domaine des données, de l'IA et des technologies quantiques afin de promouvoir la souveraineté numérique et les valeurs européennes.

Implémentation des stratégies : dynamique intégrée et projets phares

L'opérationnalisation de la stratégie s'appuiera sur **un ensemble de projets phares** (*flagship projects*) traduisant des ambitions sectorielles concrètes dans des domaines stratégiques tels que la finance, la santé, la culture, l'espace, l'éducation, les compétences, la cybersécurité, l'énergie, la mobilité ou encore l'optimisation des processus législatifs et administratifs. Cette approche permettra de stimuler l'écosystème du numérique et de l'innovation au Luxembourg par l'adoption de solutions innovantes et à fort impact. À cet effet, seront également mis en place des budgets dédiés répondant aux besoins exprimés par les parties prenantes consultées.

Cette dynamique est soutenue par une gouvernance intégrée et par des structures dédiées telles que le **Deep Tech Lab** (voir ci-dessous) et les **plateformes collaboratives Data, AI et Quantum Factory** (voir ci-dessous), véritables catalyseurs d'innovation et de coordination.

Des projets phares dans des secteurs clés stimuleront l'innovation au Luxembourg, soutenus par des budgets dédiés et une gouvernance intégrée.

Les atouts stratégiques du Luxembourg pour réussir sa transition numérique

Pendant les dernières décennies, le gouvernement s'est engagé dans le développement d'infrastructures de pointe et s'est engagé de manière continue dans des initiatives et collaborations à caractère international. Le Luxembourg dispose d'ores et déjà d'un certain nombre d'éléments-clés pour affirmer son caractère de *pionnier digital* à échelle internationale :

- Le Luxembourg dispose de la plus haute densité de **centres de données « Tier IV »** en Europe. Ces centres de données garantissent le plus haut niveau de résilience au niveau de la fourniture en électricité, en eau et en connectivité tout en garantissant un très haut niveau de sécurité physique. Grâce à ce niveau de sécurité, ces centres de données peuvent héberger des infrastructures de stockage et de traitement de données hautement critiques.
- Le Luxembourg est un membre actif et reconnu de l' AISBL **Gaia-X**, une initiative européenne visant à créer une **infrastructure de données ouverte, sécurisée et souveraine** afin de favoriser l'interopérabilité des données ou des services *cloud* tout en respectant les normes européennes. Le Luxembourg y joue un rôle important avec

un représentant luxembourgeois siégeant au conseil d'administration et en ayant le leadership de l'écosystème relatif à la santé au sein de cette même association.

- Opérationnel depuis 2023, le **Luxembourg National Data Service (LNDS)** facilite la création de valeur à partir de l'utilisation secondaire des données pour des partenaires publics comme privés, et soutient le partage et la réutilisation des données du secteur public de manière fiable. Son approche, unique en son genre en Europe, vise à offrir un éventail complet de services liés aux données (gestion, accès, recensement, évaluation *Ethical, Legal, and Social Issues* (ELSI), pseudonymisation et anonymisation, etc.) de manière intersectorielle et centralisée pour accélérer l'exploitation des données au Luxembourg.
- Le Luxembourg se positionne comme un leader européen en matière de connectivité numérique, avec une **infrastructure Internet à haut débit** et une **couverture 5G** qui dépassent largement la moyenne de l'UE.

- Le Luxembourg est l'un des premiers États membres de l'UE sélectionnés pour accueillir un supercalculateur dans le cadre du réseau EuroHPC. Opérationnel depuis 2021, l'**HPC MeluXina** a été conçu, notamment, pour traiter les tâches de calcul de l'IA. En 2023, MeluXina a traité 35% de tous les projets d'IA d'EuroHPC, soulignant son rôle clé dans l'avancement de l'IA en Europe. À l'échelle nationale, ses heures de calcul sont de plus en plus utilisées pour développer des applications d'IA pour un nombre croissant d'entreprises, y compris de *startups*.
- Le Luxembourg est parmi les sept premiers États membres à avoir signé en 2019 une déclaration relative au développement et au déploiement d'une infrastructure européenne de communication quantique, le **EuroQCI**. De cette déclaration est née l'initiative nationale

LuxQCI qui a pour objectif de créer un laboratoire expérimental pour les communications quantiques, de développer et d'implémenter un réseau de communications quantiques au niveau national afin de l'interconnecter avec les réseaux de communications quantiques des autres États membres de l'Union européenne, créant ainsi le EuroQCI. Le développement de l'écosystème national dans le domaine des communications quantiques est un autre objectif-clé de l'initiative LuxQCI.

- Loin de constituer des acquis, ces atouts doivent être continuellement développés pour que le Luxembourg puisse accélérer sa souveraineté numérique et rester à la pointe des technologies digitales et à la hauteur des besoins nationaux et internationaux.

Inciter à l'innovation et à la création

La propriété intellectuelle devient plus que jamais un enjeu économique dont il faut tenir compte, afin d'assurer la croissance de nos acteurs innovants, créatifs et économiques. La propriété intellectuelle doit dès lors être intégrée de manière transversale et stratégique aussi bien dans les initiatives des différents départements ministériels, que dans les secteurs de l'économie et de la culture, et particulièrement dans le cadre de l'IA, des technologies quantiques et des données, de manière à ce que les efforts créatifs et innovants se soldent par des avantages compétitifs qui bénéficieront, in fine, à la société, à l'économie, ainsi qu'à la culture luxembourgeoise.

Le Luxembourg a su se doter d'un cadre juridique et réglementaire pleinement développé dans le domaine de la propriété intellectuelle. Ce cadre législatif contribue à assurer la place du Luxembourg parmi les leaders de l'innovation. Le Luxembourg continuera à s'impliquer dans les discussions et développements en la matière au niveau européen et international.

Il convient de souligner que dans un contexte de pérennité de l'économie du savoir, l'accès aux contenus ne devrait toutefois pas être uniquement considéré de manière dématérialisée. A ce titre, et afin de pouvoir garantir de façon durable la souveraineté du Luxembourg, il est fondamental de s'assurer que les ressources intellectuelles et l'accès à la connaissance ne soient pas uniquement dépendants d'opérateurs externes et de leurs ressources numériques.

Ces différents éléments permettront de maintenir le positionnement du Luxembourg à la pointe des économies basées sur la connaissance et l'innovation, gages de compétitivité et de croissance.

Devenir et rester un acteur clé de l'écosystème numérique

Les arguments-clés soulignés ci-après et extraits des stratégies individuelles soulignent des actions précises qui contribueront à positionner le Luxembourg comme un acteur clé de l'écosystème numérique européen:

- Le Luxembourg va se doter d'une gouvernance des données centralisée afin de garantir la réutilisation et l'échange des données dans un environnement de confiance. Pour faciliter les relations avec les administrés dans le cadre de leurs démarches administratives, le gouvernement prévoit également un cadre d'échange des données solide et cohérent en introduisant le principe Once-only (principe selon lequel une personne fournit une seule fois des données aux administrations). Afin de faciliter l'accès et la réutilisation des données, tout en garantissant la sécurité juridique et en maintenant la confiance citoyenne, le gouvernement vise à instaurer aussi un cadre précis pour la réutilisation, par les acteurs publics et privés, des données détenues par le secteur public (G2B). Il prévoit, en particulier:
 - les finalités autorisées pour lesquelles les accès aux données et leur réutilisation sont autorisés, p.ex. pour des fins de formation, de test et d'évaluation d'algorithmes et de solutions d'IA ;
 - un contrôle rigoureux des règles via l'intervention du Commissariat du gouvernement à la protection des données auprès de l'État (CGPD), agissant comme Autorité des données en charge de l'autorisation des accès aux données et leur réutilisation sur base d'une demande spécifique par le réutilisateur ;
 - le fait que les accès aux données et leur réutilisation s'opèrent dans un environnement de traitement sécurisé mis en place par le CGPD et géré par le Centre des technologies de l'information de l'État (CTIE) ;
 - le fait que les données soient anonymisées, pseudonymisées ou agrégées (le cas échéant par un tiers de confiance) préalablement à leur mise à disposition.
- Le réseau des fabriques d'IA (*AI Factories*) va faciliter l'accès à de grands volumes de données et mutualiser l'expertise à échelle européenne. De plus, le Luxembourg va pouvoir compter sur son nouveau supercalculateur MeluXina-AI pour accélérer encore davantage le développement de son écosystème numérique déjà dynamique et agile. La fabrique d'IA nationale, dont le

centre de gravité sera à Belval, va constituer un guichet unique augmentant la visibilité des initiatives et offres disponibles, donnant accès à des ressources essentielles pour accélérer le développement de l'IA au Luxembourg, tout en favorisant la collaboration, l'échange de connaissances et les synergies inter- et intra-sectorielles.

- Le nouveau supercalculateur MeluXina-AI sera intégré avec des solutions de cloud souverain et des centres de données Tier IV dans un computing continuum. Ce dernier offrira la flexibilité, la robustesse et la sécurité en termes de protection des données et d'IP nécessaires pour des applications dans des domaines hautement réglementés.
- Pour attirer et faire progresser les talents et compétences nécessaires au développement d'un écosystème d'IA prospère, le Luxembourg va adopter une approche agile, sectorielle, et inclusive, combinant innovation pédagogique, collaborations étroites industrie-académie, tout en capitalisant sur le MeluXina-AI. Le Luxembourg va se doter d'un outil avancé, basé sur l'IA, pour anticiper les besoins en compétences afin d'aligner les formations avec les évolutions du marché du travail. Afin de positionner le pays comme modèle en Europe pour un accès équitable aux compétences en IA, le Luxembourg va chercher à trouver un bon équilibre entre le développement des talents d'élite et l'inclusion large des citoyens.
- Afin de pousser l'application rapide de l'IA dans le secteur-clé de l'économie qu'est la finance, un projet d'envergure sera mis en œuvre afin de vivre le potentiel des cas d'usage basé sur l'IA. Dans le même esprit, le secteur-clé qu'est la santé complémente sa stratégie numérique avec un projet d'envergure afin d'utiliser l'IA pour améliorer les soins médicamenteux des patients, poussant ainsi l'application de l'IA dans le but de rendre la médecine plus personnalisée.
- Le *Deep Tech Lab* (DTL) ambitionne de stimuler la valorisation économique des activités de recherche en matière de *Deep Tech* au Luxembourg, afin de faciliter les interactions entre le monde académique et le monde économique, notamment par la création de partenariats public-privé, de spin-offs ou encore la commercialisation de licences. Par la même occasion, il permettra de participer concrètement aux efforts d'attraction, de rétention et de développement des talents, de

garantir la souveraineté nationale et de concrétiser les ambitions nationales dans les domaines des données, de l'IA et des technologies quantiques. Le DTL viendra utilement compléter les solutions déjà existantes au Luxembourg pour stimuler la recherche, l'innovation et l'entrepreneuriat, et viendra ainsi soutenir les activités de cet écosystème dans son ensemble. Il constituera un environnement scientifique et technologique dynamique où chercheurs et ingénieurs pourront se concentrer sur la fourniture des solutions innovantes et concrètes, en phase avec les ambitions du Luxembourg. Son objectif ultime sera de participer à relever des défis sociétaux et industriels à forte valeur ajoutée. Des approches ascendantes et descendantes seront mobilisées pour identifier les sujets et les domaines d'innovation à fort impact.

- Pour se préparer aux menaces cyber de l'ère quantique, le Luxembourg ambitionne d'accélérer la transition vers la cryptographie post-quantique et de déployer des réseaux de communication quantique intégrés à l'initiative européenne EuroQCI. Cela inclut le soutien à des bancs d'essai pour des réseaux terrestres et satellitaires

sécurisés, ainsi que la promotion de cas d'usage concrets. La composante spatiale, avec le développement d'un satellite QKD, constitue l'une des priorités stratégiques du pays. Ces efforts contribueront à renforcer la cybersécurité et les capacités de défense nationales, en cohérence avec ses priorités de long terme en matière de souveraineté numérique, de cybersécurité et de technologies spatiales.

- L'intégration du calculateur quantique MeluXina-Q dans l'infrastructure existante du MeluXina HPC et le futur couplage avec MeluXina-AI permet une distribution intelligente des tâches de calcul entre les différentes architectures, optimisant ainsi l'utilisation des ressources disponibles. Cette configuration va créer un centre d'excellence en calcul, où les capacités avancées des superordinateurs classiques et spécialisés en IA sont renforcées par les atouts uniques des ordinateurs quantiques.

L'ensemble des atouts et arguments-clés, permettra de présenter le Luxembourg comme centre de compétence et véritable « hub » européen à la pointe du numérique.

Le Luxembourg devient
un hub numérique
européen grâce à une
stratégie axée sur les
données, l'IA et les
technologies quantiques

Partie 1. Introduction

La stratégie du Luxembourg en matière d'intelligence artificielle

1. Vision et valeurs

Le Luxembourg ambitionne de devenir un hub d'innovation à forte influence européenne et internationale dans le domaine de l'IA centrée sur l'humain. Le Luxembourg souhaite démontrer comment l'IA peut bénéficier à ses citoyens et à ses entreprises, atteindre ses ambitions écologiques et partager ses expériences dans un esprit de coopération internationale. Pour y parvenir, le Grand-Duché s'engage à créer un écosystème de l'IA de confiance, cohérent, inclusif et collaboratif, impliquant les secteurs public, privé et de la recherche. Cette ambition repose sur les valeurs d'ouverture, de dynamisme et de fiabilité qui caractérisent le Luxembourg.

Un écosystème de l'IA prospère et constructif devrait intégrer les éléments suivants :

1. Une IA centrée sur l'humain

Placer l'humain au cœur de l'innovation en garantissant que les avancées technologiques améliorent concrètement la qualité de vie des citoyens.

2. Une administration publique efficace et proactive

Optimiser l'administration publique en favorisant des processus intelligents et efficaces, ainsi que des services publics personnalisés et inclusifs.

3. Une compétitivité renforcée des entreprises

Encourager l'adoption des technologies de l'IA dans l'ensemble de l'économie en continuant à déployer des infrastructures de pointe et renforcer un écosystème de compétences.

4. Une recherche d'envergure internationale qui attire et développe les talents

Créer un écosystème de recherche où (1) l'IA est à la fois transversale et interdisciplinaire, (2) stimule l'innovation et (3) attire et développe des talents nationaux et internationaux.

Le Luxembourg est envisagé comme un terreau fertile de l'IA qui cultive des applications responsables de l'IA adaptées aux besoins et priorités locaux. En consolidant la position du Luxembourg en tant que leader de l'IA responsable, cette démarche permettra d'exploiter cette technologie pour construire un avenir plus durable et inclusif.

La stratégie du Luxembourg en matière d'IA est guidée par les recommandations de l'OCDE¹ à l'intention des gouvernements, ainsi que par l'initiative précédente de 2019, « **Vision stratégique du Luxembourg pour l'IA** », qui a servi de point de départ dans ce processus. Une action clé de la vision de 2019 a été la **consultation publique représentative sur l'attitude des citoyens vis-à-vis de l'IA**, produite en 2021, dont les résultats ont également été pris en compte dans le processus stratégique.

Le Luxembourg veut devenir un hub d'innovation en IA centrée sur l'humain, fondé sur la confiance, la compétitivité, la collaboration et l'impact sociétal.

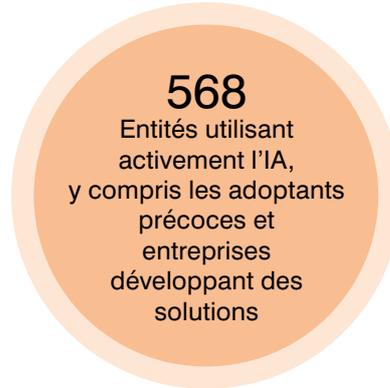
¹ OECD, Principes de l'IA, 2019

2. L'écosystème actuel de l'IA

Un aperçu de l'IA au Luxembourg

Cartographie de l'écosystème de l'IA

Luxinnovation, l'agence nationale de l'innovation, a réalisé en 2024 un projet de cartographie de l'IA qui a permis de dresser un inventaire de l'écosystème de l'IA au Luxembourg.



568 entités composent l'écosystème économique de l'IA au Luxembourg, positionnées tout au long de la chaîne de valeur de l'IA.

Investisseurs et incubateurs privés

Organisations et fonds pouvant fournir des capitaux, des ressources, un mentorat et un soutien aux start-ups, aux entreprises technologiques et aux projets de l'IA.

Fournisseurs de solutions technologiques de l'IA

Ces entreprises créent les modèles, algorithmes et systèmes de l'IA fondamentaux qui pilotent les fonctionnalités intelligentes dans diverses applications et industries.

Communautés de l'IA (conseil, universités et recherche)

Sociétés de conseil et organismes d'étude et de recherche qui permettent l'utilisation des technologies d'IA et soutiennent leur adoption par les utilisateurs finaux.

IA : entreprises, développeurs, start-up/PME

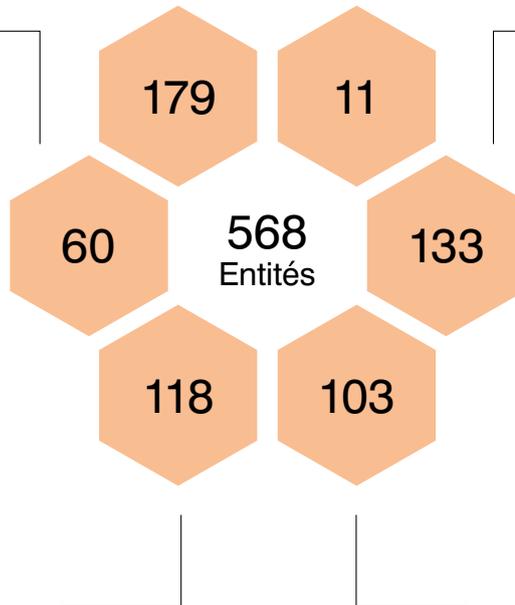
Ces fournisseurs utilisent les technologies de l'IA existantes pour développer, personnaliser et déployer des applications, des outils et des services basés sur l'IA pour les entreprises et les industries.

Utilisateurs de l'IA (adoptants précoces)

Organisations publiques et privées qui utilisent ou prévoient d'utiliser des technologies et des solutions d'IA pour accomplir des tâches, améliorer des processus et prendre des décisions avisées au sein de leur organisation.

Fournisseurs de données potentiels

Ces fournisseurs proposent des données brutes ou traitées qui peuvent être utilisées pour améliorer les performances et la précision des algorithmes de l'IA.



Le champ d'application de la cartographie de l'IA au Luxembourg a été défini conformément au « Call for the selection of Hosting Entities for acquiring or upgrading EuroHPC systems with AI capabilities and establishment of associated AI Factories » (Appel à candidatures pour la sélection d'entités d'hébergement en vue de l'acquisition ou de la mise à niveau de systèmes EuroHPC dotés de capacités d'IA et de la création de fabriques d'IA associées). Pour plus d'informations, veuillez visiter le Knowledge Hub de Luxinnovation.

N.B. : Certaines entités peuvent être classées dans plusieurs catégories, le cas échéant.

Cartographie de l'écosystème luxembourgeois de l'IA (en septembre 2024)

3. Approche

L'IA au service du bien-être sociétal

La population luxembourgeoise intègre déjà l'IA dans ses tâches quotidiennes, grâce à une connectivité généralisée, de solides compétences numériques, des initiatives d'inclusion numérique, un engagement citoyen actif et un haut niveau de confiance dans le gouvernement². Les entreprises locales adoptent et investissent activement dans des solutions de l'IA. Bien que le public soit favorable à son adoption, il est de plus en plus conscient des risques associés, tels que les partis-pris (« biais »), la désinformation et les impacts environnementaux. L'IA a le potentiel de devenir un allié précieux, mais à condition d'être alignée sur des principes éthiques et des cadres réglementaires visant à minimiser les risques et à maximiser les bénéfices.

L'approche est définie par les principes suivants :

Priorité à l'humain

L'ambition est que toute solution de l'IA développée dans le pays (1) respecte les normes et réglementations, (2) évite de perpétuer les inégalités existantes et (3) mette l'accent sur les valeurs d'une IA digne de confiance, telles que l'équité, la responsabilité et la confidentialité. Pour garantir une sécurité optimale, le Luxembourg s'est associé à d'autres États membres de l'UE pour mettre en place des installations d'essai et d'expérimentation, permettant aux développeurs de l'IA d'identifier et de réduire les risques avant le déploiement. En septembre 2024, l'Institut luxembourgeois de la normalisation, de l'accréditation, de la sécurité et de la qualité des produits et services (ILNAS) a lancé une Commission nationale de normalisation dans le domaine de l'IA (ILNAS/NSC 04³), qui contribue à la normalisation mondiale de l'IA. Elle aborde les exigences techniques d'interopérabilité et de compatibilité, tout en améliorant la qualité, la sécurité et la confiance dans les systèmes de l'IA. Un autre exemple des efforts du Luxembourg pour garantir une utilisation responsable de l'IA est sa position sur les systèmes d'armements autonomes, étant donné que le domaine de la défense est moins réglementé que le domaine civil. Grâce à ces efforts et à bien d'autres, une évaluation continue des applications de l'IA s'effectue en fonction de la valeur qu'elles apportent à la société.

Utilisation durable de l'énergie

Le Luxembourg s'engage à s'aligner à l'UE et l'ONU pour promouvoir l'utilisation responsable et durable de l'IA par les entreprises et les citoyens, à exploiter tout son potentiel pour soutenir la transition énergétique au Luxembourg et pour rendre l'approvisionnement en énergie plus fiable et plus abordable. Ainsi, l'IA jouera un rôle central dans la mise en œuvre du Plan national intégré en matière de l'énergie et du climat (PNEC⁴) du Luxembourg. De plus, l'IA fait partie de plusieurs initiatives à l'intersection de l'énergie et de la numérisation, comme la Décennie numérique du Luxembourg et un centre national d'excellence en recherche. L'importance de l'IA pour le secteur de l'énergie est encore soulignée par un projet phare dédié à cet objectif.

L'IA jouera un rôle crucial dans la mise en œuvre et le succès de ces initiatives. Cependant, sans une approche sécurisée et réfléchie du déploiement de l'IA, l'impact énergétique – et ses conséquences environnementales - de l'utilisation inadaptée ou excessive de l'IA pour diverses tâches risquera d'être conséquent : des stratégies à long terme sont nécessaires pour équilibrer les besoins énergétiques avec la durabilité tout en améliorant l'efficacité des modèles de l'IA.

² Statec, Confiance dans les institutions, la démocratie et les statistiques officielles, (n°10) 10/2023

³ Portail-Qualité, Artificial Intelligence and Big Data, Normes et Normalisation, 12/2024

⁴ Gouvernement Luxembourgeois, Plan national intégré en matière d'énergie et de climat du Luxembourg pour la période 2021-2030 (PNEC)

Discours démocratique

L'IA est devenue un outil puissant pour influencer le discours démocratique. Elle offre la possibilité d'améliorer le processus démocratique en aidant les citoyens à mieux comprendre la politique et à participer activement aux discussions politiques. Cependant, elle présente également des risques, tels que la diffusion de fausses informations et la manipulation de l'opinion publique.

Les médias, garants indispensables et essentiels de la démocratie, font face à des défis particulièrement complexes. Bien que les systèmes d'IA promettent de révolutionner la manière dont les journalistes exploitent les données et produisent du contenu, ils risquent également de nuire à l'indépendance éditoriale et à la qualité. Par exemple, en l'absence d'informations équilibrées et vérifiées, l'IA pourrait renforcer des bulles politiques. De plus, il est devenu de plus en plus difficile de distinguer les contenus créés par des journalistes de ceux générés par l'IA. Cela inclut notamment les *deepfakes*⁵ politiques, qui figurent parmi les utilisations abusives les plus répandues de l'IA et soulèvent des questions éthiques majeures, menaçant ainsi le débat démocratique. Les régulateurs doivent veiller au respect des normes éthiques, quelle que soit l'origine du contenu. La surveillance humaine et la transparence dans les salles de rédaction, telles que l'étiquetage des articles générés par l'IA comme prévu par le règlement européen sur l'intelligence artificielle⁶ « AI Act », seront essentielles pour la confiance du public. La réglementation luxembourgeoise permettra de préserver l'intégrité de l'information et de maintenir la confiance du public dans ses médias et ses institutions gouvernementales. Ainsi, la Convention entre l'État et le Média de service public 100,7 oblige ce dernier à garantir que les algorithmes reflètent le cas échéant les valeurs du service public et favorisent la découverte de contenus. Par ailleurs, le régime d'aides au journalisme professionnel constitue un pilier stratégique du débat démocratique. En soutenant un paysage médiatique pluraliste, indépendant et professionnel, il permet de renforcer la résilience de l'espace public face aux dérives informationnelles liées à l'IA, et assure aux citoyens un accès durable à une information fiable, diversifiée et de qualité.

Agilité

La capacité à s'adapter rapidement à l'évolution des demandes du marché, des chaînes de valeur et des avancées technologiques est au cœur de l'approche adoptée par le Luxembourg. Pour maintenir cette agilité, les pratiques d'achat public doivent adopter une approche prospective, en privilégiant la flexibilité par rapport aux contrats à durée indéterminée pour des besoins en IA trop spécifiques ou à court terme. Au lieu de s'engager sur le long terme pour l'offre technologique actuelle en matière de l'IA, l'administration publique du Luxembourg devrait privilégier des accords adaptables qui permettent de réagir rapidement aux évolutions technologiques de l'IA. L'agilité inclut également des processus plus rationalisés et une efficacité accrue pour favoriser un environnement propice à l'innovation en IA.

Modèles open-source

Les modèles de l'IA open-source peuvent offrir des avantages significatifs, notamment la transparence, des progrès plus rapides et un contrôle décentralisé. L'Open-Source Initiative (OSI) a défini les modèles de l'IA open-source comme des systèmes qui peuvent être librement utilisés, étudiés, modifiés et partagés, y compris la transparence des données d'entraînement, du code source et, de manière cruciale : les poids du modèle⁷. Les véritables modèles open-source offrent un accès complet à tous les aspects nécessaires pour comprendre et reproduire le modèle. Le Luxembourg continuera à valoriser à la fois les modèles open-source et closed-source, tout en se concentrant sur la manière de traiter les risques et les opportunités de ces modèles sous les perspectives juridiques et de gouvernance. Les entités publiques, y compris les organisations de recherche, sont encouragées à privilégier l'utilisation de modèles de l'IA open-source dans la mesure du possible.

⁵ Financial Times, Political deepfakes top list of malicious AI use, DeepMind finds, 06/2024

⁶ Règlement (UE) 2024/1689 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 établissant des règles harmonisées sur l'IA et modifiant les règlements (CE) n° 300/2008, (UE) n° 167/2013, (UE) n° 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 et (UE) 2019/2144, ainsi que les directives 2014/90/UE, (UE) 2016/797 et (UE) 2020/1828.

Art. 50 : Les utilisateurs d'un système de l'IA générant ou manipulant des textes publiés dans le but d'informer le public sur des questions d'intérêt public doivent indiquer que le texte a été généré ou manipulé par de l'IA. Cette obligation ne s'applique pas lorsque l'utilisation est autorisée par la loi pour les fins de prévention, détection, enquête ou poursuites pour des infractions pénales, ou lorsque le contenu généré par de l'IA a été soumis à un processus de révision humaine ou de contrôle éditorial et qu'une personne physique ou morale assume la responsabilité éditoriale de la publication du contenu.

⁷ Open-Source Initiative, The Open-Source AI Definition – 1.0

Fiabilité

L'IA fiable, en particulier l'IA explicable, est fondamentale pour garantir la transparence, la robustesse et la responsabilité des systèmes de l'IA. Lors de l'adoption de nouvelles technologies, il est crucial de prendre en compte les droits de propriété intellectuelle, la protection des données, la cybersécurité et l'éthique. Ces aspects doivent être intégrés dès la conception pour que l'adoption à long terme de l'IA réussisse dans l'économie. Cela inclut le respect du consensus émergent sur les normes et réglementations pour une IA fiable. Le but est de contribuer aux efforts européens plus larges pour développer des solutions d'IA dignes de confiance.

Souveraineté

Le Luxembourg ambitionne de se positionner comme une plateforme européenne majeure pour le développement responsable d'une IA souveraine. Cette approche reflète l'importance géopolitique croissante du développement de capacités de l'IA indépendantes en Europe, tout en mettant l'accent sur les considérations éthiques et les pratiques de déploiement sécurisées. Enfin, les projets phares consacrés à l'IA serviront de démonstrations tangibles des capacités souveraines du Luxembourg et contribueront aux efforts européens plus larges visant à développer des solutions de l'IA souveraines.

Le Luxembourg mise sur une IA souveraine, transparente et éthique pour soutenir la démocratie et garantir la fiabilité de l'information.

Partie 2.

Leviers

Aborder l'IA sous tous ses aspects

La deuxième partie de cette stratégie décrit les leviers essentiels pour assurer le succès de l'IA au Luxembourg. Chaque facteur joue un rôle central dans le renforcement de l'écosystème de l'IA, avec des ambitions et des actions distinctes visant à promouvoir l'innovation et la croissance. L'accent est mis sur la création d'un environnement dynamique où l'IA peut prospérer, débloquent de nouvelles opportunités et générant une valeur durable pour les entreprises et la société dans son ensemble.

1. Talents et compétences
2. Infrastructures
3. Éventail de services
4. Recherche, développement et innovation
5. Gouvernance et réglementations
6. Collaboration à l'international

1. Talents et compétences

Cultiver l'expertise pour un avenir prometteur

Le Luxembourg se donne pour ambition de renforcer la capacité nationale à tirer parti de l'IA. Pour y parvenir, l'objectif est de cultiver les compétences en IA à tous les niveaux de la société. Cela implique la mise en œuvre d'approches adaptées aux profils de compétences ciblés.

Trois profils de compétences clés ont été identifiés :

1. **Excellence en IA** : Ce groupe est composé de créateurs de l'IA ayant une connaissance technique approfondie et une grande créativité. Ils conçoivent des algorithmes, entraînent et affinent des modèles, construisent des pipelines de l'IA et intègrent ces modèles dans des produits et services. Ils sont les principaux innovateurs en IA. Il est crucial de leur donner accès à l'infrastructure adéquate, à une formation technique spécialisée et à un soutien continu pour développer des solutions de pointe et des outils de l'IA impactantes. De plus, ils doivent être pleinement conscients des considérations éthiques associées.
2. **Praticiens de l'IA** : Ces professionnels maîtrisent les technologies de l'IA, mettent en œuvre et maintiennent des modèles et systèmes de l'IA dans

leurs domaines, même s'ils ne construisent pas eux-mêmes les solutions. Cette catégorie inclut les analystes commerciaux, les développeurs commerciaux, les chefs de projet, les équipes de support informatique, les intégrateurs informatiques, les experts juridiques et éthiques, et bien d'autres. Il est important qu'ils aient accès à une formation en IA spécifique à leur domaine d'expertise, à une formation de sensibilisation et à des opportunités d'échange entre pairs.

3. **Utilisateurs de l'IA** : Ce groupe comprend des professionnels non techniques dans divers secteurs qui utilisent des applications et solutions de l'IA préconstruites (par exemple, des outils d'aide à la décision, des *chatbots*, des analyses prédictives) pour améliorer la productivité et les résultats. Il est important qu'ils sachent utiliser l'IA correctement pour maximiser ses avantages et garantir une utilisation responsable. Cela inclut une formation de base sur les fonctionnalités de l'IA, les meilleures pratiques pour utiliser les outils de l'IA, et une sensibilisation aux implications juridiques, éthiques et de sécurité de l'IA.

Ambition : Développer l'excellence en IA

Le développement de l'innovation en IA et le déploiement responsable nécessitent une expertise hautement spécialisée qui va au-delà des compétences techniques et numériques générales. Les contributions des créateurs de l'IA—experts en apprentissage automatique, éthique des algorithmes, gouvernance des données et conception centrée sur l'humain—sont essentielles pour développer et affiner les modèles, construire des pipelines de l'IA, et l'intégrer dans des applications réelles.

En combinant des politiques ciblées d'attraction de talents, une coopération solide entre la recherche et l'industrie, et une infrastructure IA de pointe, le Luxembourg renforce sa position en tant que moteur clé du développement et de l'innovation en IA.

Les mesures législatives récentes incluent la simplification du processus de la Carte Bleue européenne, la facilitation des permis de travail post-diplôme pour les chercheurs non européens, et l'octroi aux membres de la famille des ressortissants de pays tiers d'un accès illimité au marché du travail. Ces initiatives favorisent un environnement accueillant pour les meilleurs professionnels de l'IA et renforcent l'écosystème de l'IA au Luxembourg.

Ambition : Outiller les praticiens de l'IA

La stratégie du Luxembourg pour **cultiver les praticiens de l'IA** est fait en deux façons : renforcer le pipeline de talents grâce à des programmes académiques et combler les lacunes de compétences immédiates par des initiatives de montée en compétences (« *upskilling* ») et de requalification des compétences (« *reskilling* »). Les initiatives suivantes sont au cœur de cette stratégie :

- **Programme structuré d'apprentissage en IA** avec le Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST): Projets de recherche collaborative en IA que le LIST mène avec des PME qui ne peuvent pas affecter de personnel à de longs programmes de formation formelle. Cela aboutit à l'*upskilling* des professionnels en milieu de carrière en experts en IA, praticiens de l'IA axés sur les domaines et leaders d'entreprise avertis en IA grâce à une combinaison de formation, d'apprentissage sur le tas et de mentorat, stimulant ainsi l'innovation en IA parmi les PME.
- **Sessions de formation pratique en HPC** avec LuxProvide, le centre national de supercalculateur du Luxembourg, et le Digital Learning Hub : Solutions de formation pratique pour doter

les praticiens des compétences techniques et opérationnelles nécessaires au déploiement de l'IA.

- **Cours de littératie des données** avec le LNDS et avec l'Institut National d'Administration Publique (INAP) pour le secteur public.
- **Plateforme de formation continue AI4All** : Combine des cours en ligne ouverts et massifs (MOOCs) hébergés au Centre de Compétence de l'Université avec des formations et ateliers en présentiel offerts par des institutions partenaires de formation, telles que le Digital Learning Hub, la House of Training, le LIST, des partenaires industriels, etc., fournissant aux participants des compétences théoriques et pratiques en IA.
- **Une offre étendue de formation continue en compétences IA** : Développement des cours modulaires pour permettre aux participants de construire progressivement une expertise.

Cette formation continue renforcera l'engagement du Luxembourg envers une éducation en IA personnalisée et de haute qualité. Développés dans le cadre du programme AI4All, ces cours adaptables peuvent également être appliqués à d'autres domaines technologiques.

Bien que l'accent soit mis ici sur les praticiens de l'IA ayant une expertise technique, il convient de reconnaître le rôle tout aussi important des professionnels ayant des compétences complémentaires (gouvernance de l'IA, cybersécurité ou gestion de projet) qui assurent un déploiement responsable et un alignement avec les objectifs organisationnels.

Ambition : Expertise et engagement en IA dans l'enseignement supérieur

La stratégie globale de l'Université du Luxembourg en matière de talents vise à attirer, développer et retenir des experts et professionnels de haut calibre en IA. Elle propose des salaires compétitifs, des installations de recherche à la pointe de la technologie, des opportunités de collaboration interdisciplinaire et de soutien à la recherche.

› Action 1 : Étendre l'intégration de l'IA dans l'enseignement supérieur

Pour doter les étudiants de l'Université du Luxembourg de compétences de pointe, le corps enseignant mettra continuellement à jour **le programme d'études en IA** pour refléter les dernières tendances de l'industrie et les avancées technologiques. Cette approche englobe tous les cycles d'enseignement, Licence, Master et Doctorat, conformément à la **stratégie globale de l'Université en matière de talents**.

- **Master en informatique et sciences de l'information** : Offre une spécialisation en IA qui enseigne aux étudiants à utiliser des approches et outils de pointe pour évaluer de grandes quantités de données ; explorer et extraire des connaissances à partir d'ensembles d'informations grands et/ou complexes ; mettre en œuvre et appliquer des méthodes d'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes courants en IA ; utiliser la logique pour formaliser les connaissances et présenter des raisonnements, en particulier dans les systèmes multi-agents et les contextes déontiques.
- **Master en science des données ; Master en calcul haute performance ; et Master en cybersécurité et cyberdéfense** offrent une variété de cours sur l'apprentissage automatique, l'apprentissage profond et le traitement du langage naturel.
- De plus, l'Université du Luxembourg et l'ILNAS proposent le **Master en Technopreneurship (MTECH)** pour doter les professionnels de compétences en normalisation de l'IA, technologies intelligentes et fiabilité—combinant des projets industriels pratiques avec une collaboration étroite entre le monde académique, la recherche et les communautés de normalisation technique.

Les lycées luxembourgeois proposent de nombreux programmes de BTS (Brevet de technicien supérieur) : des cours post-secondaires de deux ans valant 120 ECTS. Cela inclut déjà un programme de **BTS en Intelligence Artificielle Appliquée** qui forme les étudiants à l'utilisation, la conception et l'entraînement de modèles de l'IA à travers des approches théoriques et pratiques.

En plus de son orientation technique, l'**Institut d'éthique numérique de l'Université du Luxembourg (ULIDE)** vise à encourager et soutenir les facultés dans l'intégration des principes clés de l'éthique des risques, de l'équité, de la transparence et de la durabilité dans les cours liés à l'IA, en dotant les étudiants des compétences nécessaires pour aborder les implications sociétales de l'IA, telles que les fausses nouvelles, les biais algorithmiques et l'inclusivité dans les applications de l'IA.

› Action 2 : Mise en œuvre de l'initiative « AI Sphere »

L'Université du Luxembourg étend ses efforts de collaboration scientifique avec l'initiative « AI Sphere », qui crée un pont entre le monde académique, l'industrie et la société. Elle enrichit l'apprentissage académique par des applications pratiques, des collaborations industrielles et un engagement interactif. Elle connecte les talents en IA avec l'industrie et la société à travers des espaces de création, des hackathons et des projets

de l'IA réels. Cela permet aux entreprises de s'engager avec des talents qualifiés, de développer des solutions de l'IA et de recruter de futurs employés.

Les étudiants et les chercheurs acquièrent une expérience pratique en IA, une exposition à l'industrie et des opportunités de stages et de partenariats de recherche. L'initiative « AI Sphere » promeut la diversité de genre dans les sciences, notamment en s'appuyant sur la campagne annuelle « Women & Girls in Science », qui vise à encourager la participation des femmes et des filles dans les domaines STEM.

L'initiative « AI Sphere » complète les programmes de compétences en IA existants et formels, tels que AI4ALL de la Luxembourg AI Factory. Alors que l'Université du Luxembourg renforce son rôle de centre d'éducation, d'innovation et de collaboration industrielle en IA, elle fournit aux décideurs des informations précieuses pour façonner l'économie numérique du Luxembourg.

Ambition : Étudiants et enseignants prêts pour un avenir piloté par l'IA

La maîtrise de l'IA devient une compétence essentielle pour les étudiants et les enseignants. Les outils basés sur l'IA font déjà partie de la vie scolaire quotidienne—personnalisant l'apprentissage, améliorant les processus d'évaluation et permettant des retours rapides. Ces outils peuvent favoriser la créativité, la collaboration et la pensée critique, tout en rationalisant les tâches administratives. Cependant, pour réaliser ces avantages, il faut des stratégies globales qui permettent aux étudiants et aux enseignants d'utiliser l'IA de manière responsable, critique, créative et efficace.

› Action 3 : Intégration responsable, prospective et inclusive de l'IA dans l'éducation

Le Grand-Duché vise à préparer les étudiants et les éducateurs à la vie et au travail dans un monde où l'IA sera de plus en plus répandue, en promouvant la maîtrise de l'IA et des données à tous les niveaux d'éducation. Le concept d'intelligence augmentée est au cœur de la stratégie actuelle du ministère de l'Éducation nationale : une collaboration humain-IA qui améliore l'enseignement et l'apprentissage, soutient le bien-être et maintient l'agence humaine au centre. L'objectif est de créer une culture de l'IA réfléchie et critique qui maximise les opportunités tout en abordant les risques.

- **Des formations ciblées et des programmes de développement professionnel** équiperont les enseignants et les chefs d'établissement scolaire avec les compétences nécessaires pour intégrer l'IA en toute confiance. Une **plateforme**

nationale de l'IA fournira aux écoles des outils conformes au règlement général sur la protection des données (RGPD) et validés pédagogiquement, accompagnés de directives claires, de pratiques inspirantes et de ressources de formation.

- Une **base de données de programmes d'études pilotée par l'IA et un chatbot national souverain** pour les professionnels sera développée, afin d'améliorer la planification pédagogique, d'assurer la protection des données et de promouvoir l'enseignement et l'apprentissage innovants à tous les niveaux du système éducatif.
- De plus, un **organe consultatif central** soutiendra les écoles sur les questions juridiques, technologiques et pédagogiques, garantissant que l'utilisation de l'IA est conforme aux normes éthiques et aux réglementations en matière de confidentialité.
- La stratégie met l'accent **sur l'intégration de la maîtrise de l'IA et des données dans les programmes nationaux** afin de préparer les étudiants à l'avenir numérique, en veillant à ce qu'ils deviennent des penseurs critiques et des utilisateurs responsables et créatifs de la technologie.

Au-delà des applications pédagogiques, le ministère explorera comment **l'automatisation pilotée par l'IA, telle que les bots et les assistants virtuels**, pourrait soutenir les flux de travail administratifs, rationaliser la communication et gérer efficacement les tâches routinières. Ces outils aident à réduire la charge de travail des enseignants et des chefs d'établissement scolaire, leur permettant de se concentrer sur l'apprentissage des élèves et le leadership. Assurer l'intégration responsable, sécurisée et centrée sur l'humain de ces solutions est essentiel pour maintenir des normes élevées dans l'éducation.

Ambition : Montée en compétences de la main-d'œuvre

L'impact de l'IA sur les emplois et les compétences requises est déjà visible. Son changement transformateur affectera une large gamme de travailleurs—des professionnels du savoir et des programmeurs en passant par les ouvriers d'usine. Selon l'Organisation Internationale du Travail (OIT), l'impact de l'IA sur les emplois dépend de la composition des tâches au sein d'une profession. Alors que les technologies d'automatisation ont historiquement eu le plus grand impact sur les employés ayant des niveaux d'éducation plus faibles, l'IA aura probablement un impact plus élevé sur les employés plus éduqués. D'ici 2030, 60 % des emplois pourraient voir 30 à 40 % de leurs tâches modifiées par l'IA, soulignant l'urgence de l'upskilling et du reskilling.

À l'échelle mondiale, l'OIT estime que 13,4 % des emplois pourraient être améliorés par l'IA, tandis que 5,1 % pourraient être menacés de déplacement. Les emplois qui reposent sur des compétences manuelles ou des relations interpersonnelles sont susceptibles d'être complétés et enrichis par les technologies de l'IA. Cet effet dual—risque et opportunité—souligne la nature du potentiel de l'IA.

> Action 4 : Renforcer les compétences individuelles en IA

Le Luxembourg reste engagé à intégrer la maîtrise de l'IA et les compétences numériques dans le développement professionnel, garantissant que les individus puissent s'adapter, évaluer de manière critique les applications de l'IA et travailler efficacement avec des systèmes améliorés par l'IA.

- Des institutions telles que le Centre national de formation professionnelle continue (CNFPC), l'Agence nationale pour l'emploi (ADEM), le Digital Learning Hub, l'Institut de formation de l'éducation nationale (IFEN) et l'INAP, élargiront les compétences liées à l'IA dans leurs programmes de formation afin de permettre l'upskilling continu dans tous les secteurs et professions.
- En améliorant l'accessibilité, la flexibilité et la formation en IA spécifique à chaque secteur, la stratégie d'upskilling du Luxembourg garantira que l'adoption de l'IA soit inclusive, éthiquement fondée et réactive aux demandes évolutives du marché du travail. Les cours de formation seront développés en tenant compte des différents apprenants. Une attention particulière sera accordée aux groupes particulièrement vulnérables aux avancées technologiques, tels que les demandeurs d'emploi, les personnes âgées ou les personnes en situation de handicap.
- AI4ALL, un programme organisé par l'Université du Luxembourg en coopération avec le LIST et le Digital Learning Hub, offre des parcours d'apprentissage modulaires et flexibles qui s'adaptent pour combler les lacunes en compétences et les besoins spécifiques des secteurs. Les participants peuvent progresser des bases de l'IA au niveau débutant aux applications avancées spécifiques à l'industrie. Le programme utilise à la fois des MOOCs en ligne et des formations en présentiel. Il favorise des opportunités d'upskilling continu dans des secteurs clés tels que la finance, l'espace, la cybersécurité et l'économie verte, par exemple, en reliant les connaissances théoriques aux applications réelles de l'IA.

› Action 5 : Amélioration des compétences au sein des entreprises

L'adoption de l'IA varie selon les industries, chacune faisant face à des défis et des opportunités uniques. Identifier les points de douleur spécifiques à chaque secteur permet de développer des solutions de formation sur mesure qui aident les entreprises à intégrer l'IA de manière efficace. Une collaboration étroite avec les employeurs garantit que les programmes de formation restent pertinents, réactifs et alignés avec les besoins du marché en évolution. Les partenariats public-privé tirent parti de l'expertise en IA pour améliorer la formation professionnelle continue (cVET), créant des programmes personnalisés qui dotent les travailleurs de compétences en IA ciblées et à fort impact pour stimuler la compétitivité, l'efficacité et l'innovation.

› Action 6 : Stages structurés en IA

Les initiatives de stages structurés en IA entre l'Université du Luxembourg, le LIST et les entreprises avancées dans l'IA offrent un double avantage : les étudiants acquièrent une expérience pratique inestimable en contribuant à des projets liés à l'IA, tandis que les entreprises façonnent activement la prochaine génération d'experts en IA. Cette collaboration garantit un vivier de talents dotés de connaissances de pointe et de compétences pratiques.

› Action 7 : Intégration de l'IA | aider les entreprises à exploiter leurs données et l'IA

Conscients que la plupart des entreprises utilisatrices de l'IA ne la développeront pas en interne, des efforts sont menés pour leur fournir des conseils sur les premières étapes de l'adoption. De nouveaux programmes de formation stratégiques, spécifiquement conçus pour les cadres dirigeants et dispensés par des institutions telles que le CNFPC et le Digital Learning Hub, aident les entreprises à appréhender les complexités et à acquérir les compétences interdisciplinaires nécessaires à une mise en œuvre réussie de l'IA. Cela inclut la gestion de projet, la cybersécurité, la conformité légale et les enjeux éthiques, tels que les biais.

Les mesures de soutien et de formation ciblées visent à démontrer les avantages tangibles de l'IA pour les PME, en les aidant à identifier et à mettre en œuvre des solutions individuelles adaptées à leurs besoins spécifiques. Les grandes entreprises, quant à elles, peuvent nécessiter des cadres avancés pour étendre l'adoption de l'IA à l'ensemble de leurs opérations.

Ambition : Informer les citoyens et promouvoir l'alphabétisation en IA

Pour compléter l'objectif du gouvernement de faire du Luxembourg une nation préparée pour l'IA, l'ambition est d'offrir les ressources nécessaires pour améliorer le niveau de maîtrise de l'IA des citoyens. Cela est crucial pour la qualité du discours démocratique et pour protéger la prise de décision individuelle des risques liés à l'IA.

› Action 8 : Promouvoir le MOOC « Elements of AI »

Le gouvernement luxembourgeois soutient activement le MOOC « Elements of AI » dans le cadre de son **engagement à promouvoir la culture de l'IA au sein de la population**. En collaboration avec le Centre de Compétence de l'Université du Luxembourg (ULCC), le cours finlandais a été adapté pour répondre aux besoins uniques du Luxembourg, en intégrant des fonctionnalités telles que des groupes d'étude en personne et des webinaires animés par des experts pour compléter l'expérience d'apprentissage en ligne.

En engageant des partenaires nationaux tels que l'IFEN, le Digital Learning Hub et l'INAP, cette initiative garantit l'accessibilité et la pertinence pour divers publics, y compris les éducateurs, les professionnels et le grand public.

Les participants qui terminent le cours via le portail dédié reçoivent un certificat délivré par l'ULCC. Grâce à des initiatives comme celle-ci, le gouvernement **prévoit d'équiper au moins 1 % de la population avec des connaissances de base en IA**, en alignement avec les objectifs européens plus larges en matière de culture numérique.

› Action 9 : Promouvoir l'Institut d'éthique numérique de l'Université du Luxembourg (ULIDE)

L'Institut pour l'éthique numérique de l'Université du Luxembourg **offre des opportunités en matière d'éthique et de sensibilisation** à l'IA pour le public, les étudiants, les éducateurs et les professionnels afin de promouvoir la compréhension des pratiques responsables en matière d'IA. Il engage les décideurs politiques, les chercheurs et les leaders de l'industrie pour aligner au mieux le développement de l'IA avec les normes éthiques et les objectifs de durabilité. La sensibilisation de divers groupes permet de créer une société bien informée, capable de s'engager de manière critique avec les technologies de l'IA.

2. Infrastructures

Sécuriser les bases technologiques

Le Luxembourg bénéficie d'une infrastructure numérique solide. Sa connectivité, son infrastructure énergétique et sa capacité de traitement sont à la fois substantielles et souveraines. Tous les projets de développement d'infrastructures et de services tirent parti de ces avantages.

Ambition : Investissement continu dans les capacités numériques souveraines

Le Luxembourg a comme objectif le développement continu d'infrastructures numériques souveraines et de pointe pour renforcer ses capacités technologiques tout en contribuant à la sécurité des données. Cette double approche - souveraineté et excellence technologique - constitue un levier stratégique pour l'innovation en IA.

› Action 10 : Opérationnalisation de MeluXina-AI

Le Luxembourg a récemment été sélectionné pour accueillir un supercalculateur optimisé pour l'IA, MeluXina-AI, à travers un appel européen à manifestations d'intérêt. Le projet MeluXina-AI sera détenu par EuroHPC JU et exploité par LuxProvide. Sa mise en œuvre et son lancement opérationnel sont prévus pour mi-2026, après une phase de passation de marché dirigée par EuroHPC JU en 2025, basée sur les spécifications décrites dans la proposition du Luxembourg. MeluXina-AI sera installé aux côtés de l'infrastructure HPC existante de MeluXina, la remplaçant éventuellement et se connectant de manière transparente à la future plateforme de calcul quantique MeluXina-Q.

MeluXina-AI est conçu pour offrir des performances multi-exaflop, un stockage de données efficace et un tissu d'interconnexion à faible latence. Il priorise la sécurité et la résilience grâce à sa certification ISO 27001, sa redondance multi-sites et sa conformité. L'adaptabilité de MeluXina-AI soutient les besoins évolutifs et s'intègre aux services nationaux et européens. La durabilité reste un objectif central, comme en témoigne son design écoénergétique et son faible empreinte carbone. L'accessibilité et la convivialité du système prennent en compte diverses communautés, tandis que son bac à sable SaaS permet des expérimentations en toute sécurité.

› Action 11 : Promotion des offres de cloud souverain

Alors que des agences gouvernementales clés comme le CTIE et le régulateur financier CSSF sont devenues clients de lancement de solutions de cloud souverain déconnectées fournies par des fournisseurs basés au Luxembourg, le gouvernement continue à chercher de renforcer l'offre globale de solutions de cloud souverain. Des fournisseurs de cloud européens importants ont récemment commencé à offrir des solutions de cloud souverain basées au Luxembourg au marché de l'UE. De plus, plusieurs fournisseurs de cloud à grande échelle ont annoncé des offres de cloud au Luxembourg pour des projets nécessitant une localisation nationale des données.

Les entreprises et les acteurs institutionnels peuvent bénéficier de cette variété de possibilités de cloud tout en conservant un avantage dans le domaine des services d'IA. Cela renforce considérablement la position du Luxembourg en tant que pays hôte pour les institutions internationales.

Ambition : Infrastructures de connectivité renforcée par l'IA

Le Luxembourg bénéficie d'une infrastructure de connectivité à très haut débit étendue, qui gagnera en efficacité à mesure que de plus en plus de composants se tourneront vers les technologies basées sur l'IA.

L'IA apporte de l'efficacité au découpage de réseau 5G, permettant aux opérateurs de télécommunications d'offrir des segments de réseau personnalisés pour des cas d'utilisation spécifiques, comme l'IoT (Internet of Things) ou les applications à haute bande passante. L'IA peut optimiser le fonctionnement des technologies Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output) et de formation de faisceaux, qui sont cruciales dans les réseaux 5G. L'IA facilite une utilisation efficace de l'énergie en permettant d'ajuster dynamiquement les niveaux de puissance et les directions des faisceaux en fonction de la demande et de la localisation des utilisateurs. Elle aide également à gérer les ressources de l'informatique de périphérie, assurant une faible latence et une haute fiabilité pour les applications critiques, telles que celles liées aux véhicules autonomes et à la chirurgie à distance.

La gestion du trafic basée sur l'IA peut répondre aux défis rencontrés par les réseaux fixes et mobiles. Dans les réseaux fixes, l'IA se concentre sur l'optimisation des connexions stables et à haute capacité. Dans les réseaux mobiles, elle gère des conditions dynamiques et variables, telles que la mobilité des utilisateurs.

Le Luxembourg dispose d'une connectivité haut débit avancée, renforcée par l'IA pour optimiser les réseaux 5G, réduire la consommation d'énergie, et améliorer la gestion du trafic et la cybersécurité.

Dans les deux cas, l'IA améliore les performances du réseau, réduit la congestion et améliore l'expérience utilisateur globale en gérant intelligemment le trafic en temps réel. Elle peut améliorer la prévision de l'offre et de la demande, renforcer les mesures d'efficacité énergétique, tirer parti de la flexibilité des batteries et de la réponse à la demande, permettre un commerce énergétique plus efficace et optimiser la planification et l'exploitation des réseaux et de la connectivité.

L'IA a le potentiel de transformer la détection des menaces en (1) surveillant le trafic réseau pour des modèles inhabituels pouvant indiquer des menaces de sécurité, telles que des attaques DDoS (Distributed Denial-of-Service) ou des accès non autorisés, et (2) en répondant immédiatement. À l'avenir, la réponse automatisée aux incidents pourrait minimiser l'impact des violations de sécurité et réduire les temps de réponse. En essence, l'IA offre aux opérateurs de télécommunication de nouvelles façons d'améliorer leur efficacité opérationnelle, d'améliorer l'expérience client et de débloquer des sources de revenus inexploitées, tout en maintenant un réseau robuste et sécurisé. Cela soutient non seulement la compétitivité, mais préserve également la flexibilité face aux demandes en évolution rapide au sein de l'industrie des télécommunications.

Pendant les périodes de faible trafic, **les outils de l'IA peuvent gérer des modes de veille adaptés pour les équipements réseau**, tels que les routeurs, les commutateurs et les stations de base. En ajustant les cycles de veille en fonction de la demande prédite, les opérateurs réduisent considérablement la consommation d'énergie sans affecter la qualité du service. L'IA est prête à aider à la conception et à l'expansion de l'infrastructure réseau en analysant les modèles de consommation d'énergie et en recommandant des configurations qui minimisent l'utilisation d'énergie. Par exemple, pendant les heures creuses, l'IA peut réduire la consommation d'énergie des stations de base ou même éteindre sélectivement les composants réseau sous-utilisés.

Ambition : Considérations énergétiques pour l'IA et l'infrastructure numérique du Luxembourg

L'avenir des technologies et des infrastructures de l'IA impliquera une augmentation rapide des besoins énergétiques pour la collecte, le stockage et le traitement des données. Une électricité fiable, durable et abordable sera essentielle pour soutenir l'adoption généralisée des solutions numériques, attirer les entreprises et permettre le déploiement à grande échelle des infrastructures. En même temps, la croissance rapide des infrastructures numériques, en particulier grâce aux solutions d'IA, présentera des défis et des opportunités significatifs qui devront être gérés avec soin pour assurer un déploiement équilibré dans les domaines suivants :

Énergies renouvelables : les énergies renouvelables seront essentielles pour répondre aux besoins énergétiques futurs des technologies de l'IA. À mesure que l'IA continue d'évoluer, le Luxembourg nécessitera des quantités plus importantes d'énergie renouvelable pour atteindre ses objectifs de durabilité et réduire les émissions de carbone.

Efficacité énergétique : Afin de garantir une utilisation des ressources et de l'énergie la plus efficace possible, le Luxembourg prévoit d'adopter des pratiques de l'IA frugales qui se concentrent sur l'optimisation des modèles de l'IA afin de réduire leur consommation de calcul, de mémoire et d'énergie.

Développement des réseaux : La demande accrue d'électricité due à l'IA et aux centres de données impliquera des améliorations des réseaux électriques du Luxembourg permettant une alimentation électrique stable, fiable et évolutive.

Conscient que l'énergie est une considération critique, le Luxembourg offre un approvisionnement fiable, durable et abordable qui servira comme base pour devenir un centre de développement durable de l'IA. En attirant des investissements, en créant des emplois et en favorisant l'innovation, c'est possible de stimuler la croissance dans les secteurs de l'énergie et de la technologie. Cette vision positionne le Luxembourg comme un pionnier de l'IA durable et d'un modèle de collaboration exemplaire entre les infrastructures numériques et les systèmes énergétiques.

3. Éventail de services

Accélérer l'innovation et la mise en œuvre de l'IA

Pour soutenir adéquatement le secteur privé, en particulier les startups et les PME, le Luxembourg propose des services adaptés à des besoins divers. Dans le cadre des efforts visant à offrir un environnement réglementaire simplifié qui stimule l'innovation, les bacs à sable d'IA offrent aux entreprises un espace sécurisé pour innover. La Luxembourg AI Factory, aux côtés de MeluXina-AI et de ses ressources informatiques de nouvelle génération, fournit des services clés.

Ambition : Encourager un écosystème d'innovation IA intégré

L'ambition du Luxembourg est de créer un écosystème d'innovation d'IA intégré, reliant l'ensemble des acteurs, ressources et initiatives pour accélérer l'adoption, le développement et le déploiement de l'IA.

> Action 12 : Luxembourg AI Factory I un guichet unique pour les services de l'IA

Désignée pour devenir un **guichet unique de premier plan** pour les services d'IA, la Luxembourg AI Factory aidera les entreprises à explorer, développer et déployer des projets basés sur l'IA. Pour fournir une gamme complète de services, elle s'appuiera

sur l'expertise et l'expérience de cinq membres du consortium :

- **LuxProvide**, le centre national de supercalcul du Luxembourg, mettra en œuvre et exploitera MeluXina-AI, et fournira des solutions d'ingénierie HPC-IA, des applications et des services de support à l'écosystème.
- **Luxinnovation**, l'agence nationale d'innovation, collaborera avec les entreprises du secteur privé pour identifier les opportunités d'innovation en IA, rendant les entreprises plus compétitives et élargissant l'utilisation de l'IA. De plus, l'agence coordonnera les activités d'incubation d'IA et établira des partenariats avec d'autres AI Factories.
- **LNDS**, qui se spécialise dans la gestion des données intersectorielles et la création de valeur à partir de l'utilisation secondaire des données, facilitera l'accès aux grands volumes de données de haute qualité essentielles au développement de l'IA. Il contribuera à renforcer les capacités au sein de l'écosystème d'IA, notamment le soutien éthique, juridique et d'impact social adapté aux récentes réglementations sur les données et l'IA, tout en collaborant avec le bureau européen de l'intelligence artificielle (« AI Office »).
- **LIST et l'Université du Luxembourg**, tous deux organismes de recherche publics, concentreront leurs recherches sur des applications concrètes d'IA, en partenariat étroit avec le secteur privé. En outre, ils soutiendront le développement des compétences, fourniront un accès à des laboratoires et installations spécialisés, et maintiendront une veille technologique en IA.

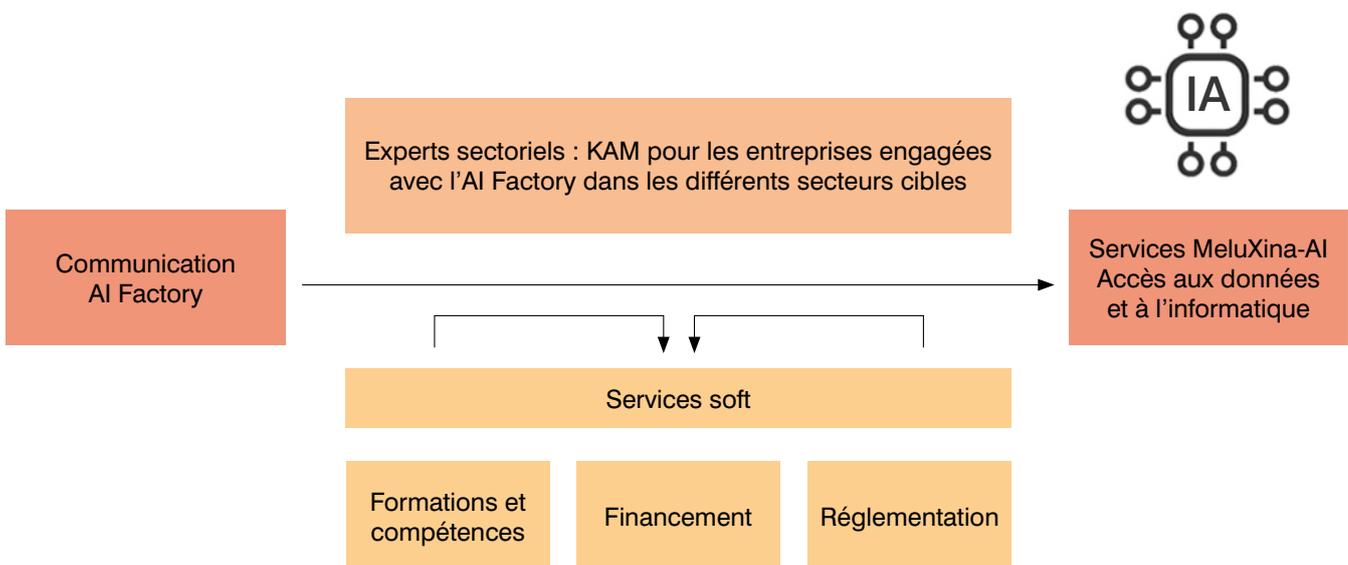


Schéma AI Factory

En plus de ces cinq membres du consortium, la Luxembourg AI Factory sera soutenue par plusieurs partenaires associés de l'écosystème. Le bureau central de la Luxembourg AI Factory, établi à Luxinnovation à Belval, servira de premier point de contact pour les entreprises, les chercheurs et autres parties prenantes intéressées par l'adoption de l'IA. Ce bureau offrira des services de conseil initial et des évaluations des besoins de chaque entreprise, les orientant potentiellement vers l'un des cinq pôles d'IA pour des services et des ressources supplémentaires :

- Pôle d'IA Finance (LHoFT, Luxembourg House of Financial Technology)
- Pôle d'IA Spatial (LSA, Luxembourg Space Agency)
- Pôle d'IA Cybersécurité (LHC, Luxembourg House of Cybersecurity)
- Pôle d'IA Économie verte (LIST)
- Pôle d'IA Agnostique sectoriel pour tous les autres domaines (Technoport)

Cette approche stratégique est conçue pour maximiser l'interaction entre les experts en IA (fournisseurs de solutions) et les acteurs sectoriels (utilisateurs de solutions), y compris les entreprises privées, les incubateurs, les chercheurs, les étudiants, les investisseurs et les équipes de soutien de la Luxembourg AI Factory. Ces pôles mettent les entreprises privées à proximité d'experts en IA spécialisés dans leur domaine, ce qui facilitera la collaboration et le développement de projets communs.

Une gamme complète de services à l'écosystème de l'IA :

La Luxembourg AI Factory vise à soutenir et à stimuler un écosystème d'IA dynamique au Luxembourg en favorisant la collaboration, l'échange de connaissances et la croissance mutuelle. Cette initiative guidera non seulement les entreprises dans le partage de leurs connaissances, mais fournira également une plateforme pour la résolution conjointe de problèmes afin d'accélérer l'adoption, le développement et le déploiement de l'IA.

La Luxembourg AI Factory soutient tous les acteurs pour accélérer l'adoption et l'usage responsable de l'IA via la collaboration, la formation et l'accompagnement personnalisé.

La Luxembourg AI Factory s'engage à soutenir toutes les parties prenantes concernées, indépendamment de leur niveau de maturité en IA, de leur expertise ou de la taille de leur organisation. Cela comprend la démystification de l'IA et la littératie numérique via des formations spécifiques et des services de conseil orientés projets, ainsi que le soutien à la conformité et les activités de réseautage. Ses activités spécifiques englobent les éléments suivants :

- Guider les entreprises de l'idéation à l'exécution afin de soutenir chaque phase d'adoption de l'IA en offrant ces services :
 - Construction de solutions d'IA avancées
 - Évaluations de maturité en IA
 - Bacs à sable réglementaires
 - Cadres de partage de données
 - Accès et valorisation des données
- Favoriser le développement de l'expertise en IA grâce à des programmes de formation et d'upskilling, permettant aux entreprises de créer et d'étendre leurs capacités internes en IA.
- Mettre en relation les entreprises avec des experts accrédités en IA et des sources de financement, y compris Horizon Europe, des subventions R&D et Innovation, et des incitations financières.
- Aider les entreprises à définir des cas d'utilisation de l'IA et à réaliser des études de faisabilité, garantissant une approche structurée et stratégique de l'intégration de l'IA.

> Action 13 : Collaborer stratégiquement en unifiant les initiatives nationales

Pour favoriser l'innovation et exploiter les synergies entre différents secteurs, la Luxembourg AI Factory travaillera en étroite collaboration avec les initiatives nationales existantes :

- Le **Luxembourg Digital Innovation Hub (L-DIH)** soutient les entreprises basées au Luxembourg, en particulier les PME, dans leur parcours de transformation numérique, avec un accent sur le secteur manufacturier. Il fournit des tests de technologies, le développement de compétences et l'accès à des opportunités de financement pour aider les entreprises à évaluer leur maturité numérique, identifier les lacunes et mettre en œuvre des solutions qui améliorent la compétitivité ; la Luxembourg AI Factory renforcera les services du L-DIH en intégrant des capacités d'IA avancées dans ses offres.
- Le **Centre national de compétences en calcul haute performance (NCC Luxembourg)** fournit aux entreprises et aux chercheurs un accès aux ressources et à l'expertise en HPC. Le projet se

concentre sur l'amélioration des connaissances et des compétences en HPC, rendant le HPC plus accessible aux communautés industrielles et de recherche du Luxembourg. Le NCC joue un rôle central dans le développement de technologies de pointe qui nécessitent une puissance de calcul considérable, notamment l'IA, les simulations et le traitement de données massives.

- **L'Institut de la Propriété Intellectuelle Luxembourg (IPIL)** sensibilise à l'importance de la propriété intellectuelle et renforce les capacités **d'application des règles de propriété intellectuelle (PI) aux projets d'IA** par le biais de formations spécialisées et d'accompagnements personnalisés. L'IPIL met en relation les parties prenantes impliquées dans des projets d'IA avec un réseau de plus de 300 professionnels de la PI disponibles au Luxembourg pour assurer des conseils juridiques de haut niveau en matière de PI.

Ambition : Financement ciblé pour le développement et l'adoption de l'IA

Le Luxembourg a créé un écosystème de financement robuste : une gamme diversifiée d'opportunités de financement couvre l'ensemble de la chaîne de valeur, encourageant la commercialisation de la recherche académique.

L'AI Factory du Luxembourg jouera un rôle crucial dans ces initiatives, soit en complétant les activités existantes, soit en élargissant leurs capacités.

> Action 14 : Nouvelle opportunité de financement thématique pour l'IA

La **Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation** sera révisée pour refléter des nouveaux domaines stratégiques, y compris l'IA. Les priorités de recherche définies dans ces domaines s'alignent directement avec la majorité des programmes de financement du Fonds National de la Recherche (FNR), notamment CORE. La mise à jour de la Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation pour refléter les développements dans les technologies numériques encourage des projets de recherche de haute qualité dans les domaines clés. De plus, l'introduction possible d'un nouvel instrument de financement pour la recherche axée sur des missions spécifiques serait explorée.

Le ministère de l'Économie, le ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, et le FNR encouragent les collaborations entre les institutions de recherche publiques et les entreprises privées par le biais de leurs **appels à projets thématiques conjoints pour des projets de Partenariat Public-Privé (PPP)** afin de favoriser les transferts de

technologie et de connaissances entre le monde académique et les entreprises dans des domaines stratégiques tels que l'IA.

Les entreprises privées bénéficient déjà d'une gamme d'instruments de recherche, de développement et d'innovation offerts par le ministère de l'Économie. Ces instruments soutiennent l'innovation en IA dans le cadre des programmes d'innovation, des nouvelles technologies et du calcul haute performance. Ces dispositifs de financement utilisent une approche ascendante (bottom-up) basée sur des projets, néanmoins, l'innovation en IA pourrait bénéficier d'un cadre descendant (top-down). Par conséquent, l'introduction d'appels thématiques avec des taux d'aide financière ajustés sera envisagée pour inciter des domaines spécifiques d'innovation parmi les entreprises privées.

Au-delà du soutien national, le Luxembourg encourage activement les entreprises locales à poursuivre des **opportunités de financement européen et à s'engager dans des initiatives collaboratives en IA.**

> Action 15 : Soutenir la création et l'accélération des startups de l'IA

Les startups et les scale-ups sont particulièrement vitales pour l'innovation en IA. Le Luxembourg offre un soutien dédié qui suit sa feuille de route «From Seed to Scale» et son plan d'action en découlant pour le développement de l'écosystème des startups. Il vise à offrir un ensemble complet de services et de programmes qui couvrent l'ensemble du processus de transfert de technologie, du **développement de spin-offs** à la **création** et à la **croissance de startups**.

Pour augmenter le nombre et la qualité des spin-offs avec des propositions de valeur basées sur la recherche luxembourgeoise, un **groupe de travail sur la stratégie de transfert de technologie** composé des principales parties prenantes nationales a récemment été mis en place. Il se propose d'identifier les obstacles actuels à la création et au développement réussi des spin-offs et de proposer un plan d'action pour les surmonter.

S'appuyant sur le succès de Fit4Start—l'initiative nationale phare du Luxembourg pour le financement d'amorçage des startups en phase de démarrage—un **programme Fit4Scale** pour aider les startups à se développer et à s'étendre vers de nouveaux marchés sera lancé. Les deux programmes se concentrent sur des domaines stratégiques et offrent des composantes adaptées aux besoins uniques des entreprises d'IA à différents stades de croissance.

Un pilier essentiel d'un écosystème de startups favorable est l'accès aux investissements : une gamme de fonds pour financer les startups au stade d'amorçage, tels que le *Digital Tech Fund*, *Orbital Ventures* et le *Luxembourg Future Fund* sont déjà en place.

Pour encourager davantage l'investissement privé dans les startups, un **crédit d'impôt** sera introduit pour les investissements dans de jeunes entreprises innovantes par des contribuables personnes physiques.

› Action 16 : Soutien à l'intégration de l'IA pour les PME

Le ministère de l'Économie offrira divers modules de soutien aux entreprises, en particulier aux PME, pour stimuler l'adoption des technologies numériques.

Des **mesures spécifiques à l'IA** complètent le soutien disponible pour les entreprises, accélérant l'adoption de l'IA parmi les PME et renforçant la compétitivité :

- **SME Packages axé sur l'IA** | Soutient les PME dans leurs premiers pas vers l'adoption de l'IA et fournit des solutions simples et faciles à mettre en œuvre
- **Fit 4 Digital – AI** | Offre aux entreprises l'opportunité de collaborer avec un consultant expérimenté pour définir les défis, les objectifs et les priorités ; comprend une analyse de faisabilité des cas d'utilisation présélectionnés et le développement d'une feuille de route (plan d'action détaillé, estimations des coûts, sélection d'une solution d'IA—qu'elle soit générique ou sur mesure—et un retour sur investissement estimé)

Ambition : Faciliter l'expérimentation responsable de l'IA

Les bacs à sable sont des cadres structurés permettant aux innovateurs de développer et de tester de nouvelles idées, produits, modèles commerciaux et services dans un environnement contrôlé. Les bacs à sable réglementaires sont organisés sous la supervision d'une autorité compétente et offrent un processus structuré pour les entreprises qui souhaitent entrer de manière responsable sur le marché de l'IA sans incertitude juridique.

› Action 17 : Bacs à sable réglementaires pour l'IA

En mai 2024, la Commission nationale pour la protection des données (CNPD) du Luxembourg a lancé un bac à sable réglementaire axé sur la protection des données en relation avec l'IA. Cet environnement numérique isolé permet aux innovateurs de tester des systèmes d'IA pour la protection des

données personnelles et la conformité au RGPD avant leur mise sur le marché. Ces tests sont menés en collaboration avec les parties prenantes locales. Les développeurs d'IA peuvent collaborer avec la CNPD pour aborder les questions de protection des données et les risques pour la vie privée. Ces efforts préventifs contribuent à des systèmes plus sûrs et plus fiables.

La CNPD mettra en place un bac à sable réglementaire national pour l'IA dans le cadre de l'AI Act une fois que la législation nationale relative entrera en vigueur⁸.

Le CGPD proposera également un bac à sable réglementaire pour l'IA conformément à l'AI Act. Le projet de loi d'application de l'AI Act permettra d'intégrer le bac à sable dans l'environnement de traitement sécurisé établi par le CGPD, conformément aux réglementations européennes sur la réutilisation des données. Cela favorise la simplification administrative, l'alignement des procédures et la sécurité juridique.

› Action 18 : LIST – Observatoire des LLM et bac à sable technique⁹

En février 2024, le LIST a introduit un bac à sable d'IA pour les entreprises, les développeurs d'IA et les régulateurs afin de réaliser des évaluations indépendantes des algorithmes d'IA à la lumière des nouvelles exigences de l'AI Act, qui diffèrent selon le secteur et le cas d'utilisation. LIST a également rendu public l'Observatoire des LLM, qui évalue les biais sociaux des grands modèles de langage (LLM) les plus populaires. Ces biais comprennent ceux fondés sur l'orientation sexuelle, l'âge, le genre, la politique, la race, la religion et l'ethnicité. Le classement des biais sociaux des LLM sensibilise les citoyens aux biais implicites intégrés dans les LLM. Les entreprises peuvent utiliser ce classement pour sélectionner le modèle pré-entraîné le mieux adapté à leurs besoins spécifiques et tester leurs solutions basées sur des LLM pré-entraînés.

⁸ Commission des Médias et des Communications, Projet de loi 8476, Chambre des Députés.pdf

⁹ The LIST AI Sandbox, Link: ai-sandbox.list.lu

4. Recherche, développement et innovation

Transformer les idées en solutions

Les petits pays avec des ressources limitées ne peuvent pas concurrencer les grandes nations capables de faire des investissements massifs dans les modèles de fondation de l'IA. C'est pourquoi le Luxembourg doit concentrer stratégiquement ses investissements pour maximiser l'impact et la compétitivité.

Ambition : Promouvoir l'excellence dans le développement d'une IA de confiance, durable et sécurisée

Le Luxembourg définira des priorités stratégiques dans le domaine de l'IA qui tirent parti des forces et des ambitions globales de l'écosystème.

> Action 19 : IA responsable, souveraine et de confiance

Le Luxembourg, avec son secteur financier internationalement connu, a toujours mis l'accent sur la mise à disposition d'une infrastructure de confiance pour les citoyens et les entreprises. Il adopte une approche similaire pour les systèmes d'IA, pour lesquels la confiance est centrale à l'adoption. Les projets de recherche et d'innovation financés par le Luxembourg prendront toujours en compte les implications ELSI - Éthiques, Juridiques et Sociales.

En se concentrant sur l'IA de confiance, le Luxembourg favorise la confiance du public dans les technologies de l'IA, encourageant leur adoption dans des secteurs critiques tels que la santé, la finance et la gouvernance. La poursuite de l'IA de confiance inclut le financement de la recherche pour développer des cadres d'audit de l'IA, de certification et de lignes directrices éthiques qui préservent des systèmes d'IA équitables et responsables. Le Luxembourg est déjà actif dans ce domaine :

- L'unité HANDS (Human Centered AI, Data, and Software) du LIST est composée de plus de 100 chercheurs et ingénieurs travaillant sur l'évaluation éthique de l'IA, la fiabilité de l'IA, l'IA explicable, l'acceptation de l'IA par les utilisateurs et la conformité de l'IA, entre autres sujets. LIST exploite également un nœud du Citcom.ai TEF (Testing and Experimentation Facilities) pour tester l'IA dans les villes intelligentes et les communautés (Smart Cities & Communities) ainsi qu'un nœud

du projet EnerTEF, répondant au besoin d'outils d'IA fiables et rigoureusement testés dans des environnements énergétiques réels.

- En février 2024, le LIST a publié un bac à sable technique de l'IA conçu pour aider les développeurs d'IA à garantir la fiabilité de leurs solutions en préparation de l'AI Act. Le bac à sable propose une évaluation publique des biais sociaux des LLM.
- Le LIST explore également comment les métriques et les benchmarks traditionnels de l'IA peuvent s'étendre pour inclure des aspects de fiabilité, de résilience et de responsabilité dans le cadre du projet EDF STORE.
- Le SnT (Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust) héberge le groupe de recherche TruX engagé dans la construction d'algorithmes d'apprentissage automatique explicables répondant aux défis liés au compromis entre précision et interprétabilité.
- La Chaire de politique de cybersécurité, établie par la Direction de la Défense du Luxembourg et l'Université du Luxembourg, entreprend des études approfondies, engage des activités de recherche et offre des conseils stratégiques et des recommandations sur les défis politiques, éthiques et juridiques liés à l'IA.

> Action 20 : IA frugale et l'efficacité des modèles

L'efficacité et la compression des modèles d'IA sont un domaine de recherche actif en raison de leur importance pour une utilisation optimale des ressources. **Le Luxembourg développera une expertise dans la création de modèles d'IA légers et efficaces qui nécessitent moins de puissance de calcul et d'énergie** et sont capables de fonctionner sur des nœuds périphériques. Cela réduit non seulement les coûts opérationnels, mais rend l'IA plus accessible à un plus large éventail d'applications et d'utilisateurs. En se concentrant sur l'élagage des modèles, la quantification et la distillation des connaissances, par exemple, il devient possible de développer des solutions d'IA à la fois puissantes et économes en ressources, donc accessibles aux utilisateurs qui ne peuvent pas investir massivement dans du matériel spécialisé.

La capacité de faire fonctionner des modèles légers et économes en ressources sur des appareils personnels deviendra possible, entraînant une augmentation de la confidentialité. La distillation des données présente une autre approche prometteuse. Elle consiste à créer de petits ensembles de données avec lesquels il est

toujours possible d'entraîner des modèles et d'obtenir une grande précision. Le Luxembourg tirera parti des données synthétiques pour surmonter la disponibilité limitée des données réelles nationales.

› Action 21 : IA pour la sécurité et sécurité de l'IA

Entre de mauvaises mains, les technologies de l'IA augmentent la menace de l'ingénierie sociale, des deepfakes, du phishing et des attaques de logiciels malveillants. Protéger les personnes et les actifs contre les cyberattaques, les fausses nouvelles et autres menaces contre la société devient maintenant une urgence nouvelle.

Heureusement, l'IA peut également être un allié puissant pour créer des outils et services de cybersécurité abordables. Des contre-mesures activées par l'IA, continuellement mises à jour, pourraient être l'antidote parfait aux attaques conçues par l'IA. La recherche, ainsi que l'AI Factory nationale, alimenteront de nouveaux outils et services de cybersécurité améliorés par l'IA pour les PME et les grandes entités.

Les systèmes basés sur l'IA sont fondamentalement imprévisibles en raison de leur nature statistique, produisant parfois des résultats incorrects ou irrationnels (les soi-disant *hallucinations*). Cela découle de la fragilité intrinsèque des modèles d'IA et des interactions complexes, souvent imprévisibles, entre les composants de l'IA et les logiciels ou matériels traditionnels. Sécuriser ces systèmes présente un défi majeur. La LHC et la communauté de recherche active au Luxembourg développeront de leurs côtés des outils d'évaluation qui détectent les vulnérabilités, atténuent les risques et renforcent les modèles d'IA avant et pendant le déploiement. Des mesures de sécurité robustes sont essentielles pour garantir la fiabilité de l'IA ; prévenir l'exploitation, la pollution, l'exfiltration ; et maintenir la confiance dans les décisions pilotées par l'IA.

Ambition : L'IA comme catalyseur de l'innovation en recherche

L'IA agit comme une force transformatrice qui accélère et amplifie l'innovation dans la recherche. En tirant parti des possibilités offertes par cette technologie, le Luxembourg aspire à développer un environnement de recherche vibrant et créatif, propice à des avancées scientifiques significatives.

› Action 22 : Ingénierie logicielle pour l'IA et l'IA pour l'ingénierie logicielle

L'IA est sur le point de transformer l'ingénierie logicielle, et il est essentiel d'adapter les compétences en

conséquence. Développer, affiner, tester et utiliser des logiciels alimentés par l'IA repose sur des principes rigoureux d'ingénierie logicielle, tels que la conception modulaire, les tests, la maintenance et la reproductibilité. L'IA elle-même peut aider à appliquer ces meilleures pratiques d'ingénierie logicielle. Dans un avenir très proche, un seul ingénieur logiciel pourra déployer des agents d'IA qui automatisent les tâches routinières, améliorent le débogage et même génèrent des codes. Le Luxembourg ne prévoit pas que cela entraîne une diminution de la demande pour les ingénieurs logiciels. Au contraire, à mesure qu'ils deviennent plus productifs grâce à l'IA, la demande pour les ingénieurs logiciels maîtrisant l'IA augmentera.

Pour réaliser pleinement cette vision, l'**Université du Luxembourg adaptera de nouveaux programmes de diplômes qui combinent l'ingénierie logicielle de base avec des études avancées en IA**. Ces programmes combineront des cours en développement logiciel traditionnel, algorithmes et structures de données avec des sujets comme l'apprentissage automatique, la science des données, l'éthique de l'IA et l'interaction homme-machine. Les Masters en Calcul Haute Performance, en Science des Données et en Biomédecine Computationnelle de l'Université du Luxembourg incluront tous des cours qui équipent les étudiants des meilleures pratiques en ingénierie logicielle. Ces diplômes prépareraient les diplômés à concevoir, construire et gérer des systèmes d'IA fiables et maintenables, tout en leur fournissant les compétences pour développer des agents d'IA qui rationalisent les processus de développement logiciel.

› Action 23 : IA pour la découverte scientifique

Le Luxembourg investira dans l'IA pour la découverte scientifique afin d'accélérer les découvertes révolutionnaires dans diverses disciplines. Ces investissements soutiendront le développement de systèmes d'IA spécialisés capables de générer de nouvelles hypothèses, d'analyser des données expérimentales complexes, d'automatiser les processus de laboratoire et de modéliser des phénomènes trop complexes pour les méthodes computationnelles traditionnelles. En établissant des collaborations interdisciplinaires entre spécialistes de l'IA et scientifiques de domaine, et en créant une infrastructure partagée pour les données et les ressources computationnelles, le Luxembourg se positionne à l'avant-garde de l'avancement scientifique piloté par l'IA.

Intégration des citoyens

Puisque ces projets reposent tous sur le soutien des citoyens, le Luxembourg lancera une série de **campagnes d'intégration des citoyens pour les projets de l'IA**. L'initiative vise à engager la

société dans la compréhension et la participation à la recherche et au développement de l'IA. En menant des entretiens structurés, des discussions et des campagnes éducatives, elle recueillera des informations sur les opinions et les préoccupations du public concernant l'IA, en se concentrant sur l'éthique, le partage des données et l'impact sociétal. Grâce à des efforts de publicité et de sensibilisation, y compris des articles de journaux et des campagnes sur les réseaux sociaux, l'initiative promouvra les avantages de la recherche en IA et encouragera une participation plus large. De plus, les projets de science citoyenne permettront aux individus de contribuer activement à la collecte de données et à la recherche en IA, favorisant un sentiment d'appartenance et d'implication.

Le Luxembourg développe une IA de confiance, efficace et sécurisée, adaptée à ses ressources.

5. Gouvernance et réglementations

L'adoption de l'IA repose sur la confiance

Ambition : Garde-fous réglementaires clairs

L'Union européenne a réussi à établir un cadre unique au sein du marché intérieur : il s'agit maintenant d'assurer une mise en œuvre efficace, pragmatique et harmonisée. Le Luxembourg accueille favorablement l'entrée en vigueur du règlement sur l'intelligence artificielle, qu'il considère comme une avancée importante vers un encadrement plus sûr et éthique de cette technologie. Tout en soutenant ses objectifs généraux, il reste attentif à sa mise en œuvre concrète, qui constituera une phase décisive pour en évaluer pleinement les effets et ajuster, le cas échéant, certaines dispositions en fonction des réalités du terrain.

> Action 24 : Mise en œuvre rapide et pragmatique de l'AI Act¹⁰

L'AI Act est entré en vigueur le 2 août 2024, et les premières dispositions sont devenues applicables en février 2025. Cette réglementation soutient le développement d'une IA centrée sur l'humain et digne de confiance, qui exploite les opportunités tout en protégeant contre les risques. Elle adopte une approche horizontale et basée sur les risques, interdisant les pratiques d'IA nuisibles contraires aux valeurs de l'UE.

L'AI Act établit également une méthodologie d'évaluation des risques pour identifier les systèmes d'IA « à haut risque », qui peuvent affecter de manière significative la santé, la sécurité ou les droits fondamentaux. Ces systèmes devront répondre à un ensemble d'exigences obligatoires horizontales et obtenir une évaluation de conformité avant d'être commercialisés dans l'UE.

La conformité sera supervisée par un système de gouvernance national basé sur des structures existantes, ainsi que par un mécanisme de coopération européen.

Le Luxembourg soutient une mise en œuvre pragmatique qui minimise la charge réglementaire pour les entreprises. Le dialogue réglementaire sur les cas d'utilisation de l'IA hautement complexes devra être encouragé, structuré et orienté vers des solutions tangibles. Parallèlement, le Luxembourg soutiendra le nouvel AI Office de la Commission européenne dans son rôle critique au centre de la réglementation technologique de l'UE.

Pour une application et une mise en œuvre efficaces de l'AI Act au niveau national, le projet de loi n° 8476 a été déposé le 23 décembre 2024. Étant donné que la réglementation est directement applicable, le projet de loi se concentre essentiellement sur la désignation des autorités nationales compétentes, la définition des pouvoirs et la fixation des sanctions. L'approche proposée au Luxembourg mise sur une approche décentralisée, valorisant les compétences des autorités déjà existantes et expertes dans leurs domaines respectifs (telles que la CSSF pour les acteurs du

¹⁰ Règlement (UE) 2024/1689 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 établissant des règles harmonisées concernant l'intelligence artificielle et modifiant les règlements (CE) no 300/2008, (UE) no 167/2013, (UE) no 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 et (UE) 2019/2144 et les directives 2014/90/UE, (UE) 2016/797 et (UE) 2020/1828

secteur financier), afin de simplifier autant que possible les interactions pour les entreprises. A défaut d'autorité sectorielle spécifique, la CNPD assurera le rôle d'autorité de surveillance du marché par défaut, ainsi que celui de coordinateur des autorités chargées de surveiller leurs secteurs respectifs afin d'assurer une application harmonisée de l'AI Act au Luxembourg.

› Action 25 : Mise en œuvre de la Convention-cadre sur l'IA, les droits de l'homme, la démocratie et l'État de droit du Conseil de l'Europe¹¹

Le Luxembourg participe activement aux travaux du Comité sur l'Intelligence Artificielle (CAI) du Conseil de l'Europe. Le CAI met en œuvre HUDERIA (évaluation de l'impact sur les droits de l'homme, la démocratie et l'État de droit), une méthodologie pour identifier les contextes dans lesquels les systèmes d'IA pourraient menacer les droits de l'homme, la démocratie et l'État de droit, ainsi que les moyens d'évaluer et d'atténuer ces risques.

La Convention-cadre du Conseil de l'Europe sur l'intelligence artificielle et les droits de l'homme, la démocratie et l'État de droit vise à établir un cadre juridique garantissant que les systèmes d'IA respectent les droits de l'homme, la démocratie et l'État de droit. Elle promeut une gouvernance responsable de l'IA en définissant des normes internationales contraignantes pour la transparence, la responsabilité et la gestion des risques. La Convention aborde de manière collaborative les défis liés à l'IA tout en encourageant l'innovation et le développement éthique de l'IA. En harmonisant les réglementations, elle fournit une base commune pour les politiques en matière d'IA dans les pays membres et non membres. La Convention est le premier accord international contraignant sur l'IA et s'aligne pleinement avec l'AI Act de l'UE. En septembre 2024, la Commission européenne a signé la Convention au nom de l'UE lors de la conférence informelle des ministres de la Justice du Conseil de l'Europe à Vilnius.

› Action 26 : Reconnaître les aspects cybersécurité de la réglementation de l'IA

Les législateurs européens ont établi des exigences de sécurité proportionnelles aux risques inhérents à l'utilisation des systèmes d'IA. L'AI Act impose une approche globale basée sur les risques. Pour mettre en œuvre correctement les mesures de cybersécurité, les fournisseurs de systèmes d'IA à haut risque doivent se référer à des normes harmonisées (encore à adopter) et, si nécessaire, fournir la preuve de conformité par

des certifications de cybersécurité. Cela est lié à l'**Acte sur la Cybersécurité**, qui harmonise la certification à travers l'Europe. Étant donné que les systèmes d'IA sont souvent intégrés dans les processus métiers, les entités régulées doivent inclure ces systèmes dans leurs efforts de conformité. Cela relie l'AI Act à **NIS2, DORA et d'autres réglementations sectorielles**, comme celles dans le domaine de la santé. L'AI Act exige également que certains systèmes d'IA à haut risque répondent aux exigences essentielles de cybersécurité définies dans le **règlement sur la cyber-résilience (CRA)**.

Ambition : Réduire la charge administrative grâce à l'IA

L'IA peut jouer un rôle pivot dans l'assurance de la conformité aux réglementations et aux normes dans divers secteurs. Le Luxembourg utilisera l'IA pour automatiser les processus de conformité lorsque cela est possible, réduisant ainsi la charge pour les entreprises et rendant l'adhésion réglementaire plus efficace. Cela ne signifie pas abaisser les normes, mais faciliter leur respect. Un projet phare concret, **4LM**, (présenté dans la section des projets phares à la fin de ce document) présentera des utilisations des LLM pour trouver des opportunités de simplification des rapports. Ce domaine de concentration s'aligne sur la tendance mondiale vers des environnements réglementaires plus stricts, positionnant le Luxembourg comme un leader innovant en matière de technologie de conformité et exploitant la puissance de l'IA pour gérer des cadres réglementaires de plus en plus complexes au niveau de l'UE. Parallèlement, le Luxembourg **utilisera l'IA pour réduire la charge administrative** pour les entreprises grâce au développement d'outils dédiés basés sur l'IA, les aidant à gérer leurs exigences de conformité.

Le Luxembourg soutient une mise en œuvre pragmatique, la réduction de la charge administrative et le renforcement de la cybersécurité.

¹¹ COE, La Convention-cadre sur l'Intelligence Artificielle, Conseil de l'Europe 2024

6. Collaboration à l'international

Le Luxembourg comme passerelle de confiance et hub naturel pour des partenariats stratégiques

Le Luxembourg défend depuis longtemps les marchés ouverts, la fiabilité réglementaire, les investissements technologiques transfrontaliers, l'ouverture commerciale et les partenariats internationaux. Avec un marché intérieur limité, le pays se distingue en tant que porte d'entrée fiable et établie, servant de hub naturel vers l'ensemble du marché numérique européen et au-delà.

Ambition : Développer le pôle numérique Luxembourg-UE

Avec son infrastructure numérique avancée et un rôle éprouvé dans la gouvernance de la technologie et des données de confiance, le Luxembourg est idéalement positionné pour jouer un rôle central dans le renforcement de la capacité technologique de l'UE et affirmer le leadership de l'Europe dans l'IA éthique et de haute performance.

Déjà siège de plusieurs institutions de l'UE¹², le Luxembourg accueille également une partie de l'AI Office de l'UE par la présence de la DG CONNECT (Direction générale des réseaux de communication, du contenu et des technologies). Le Luxembourg entend soutenir le travail de la Commission européenne dans la mise en place de nouveaux services numériques destinés aux citoyens de l'UE, ainsi que renforcer les capacités et les compétences de l'AI Office par le biais d'expertises, de projets communs et de conférences.

› Action 27 : Connexion aux régions phares de l'écosystème de l'IA

Pour un écosystème aussi puissant que possible, le Luxembourg doit se connecter aux écosystèmes régionaux de l'IA qui complètent ses propres besoins. L'établissement de ce réseau facilitera l'échange de la valeur et ouvrira de nouvelles opportunités.

- La proximité régionale du Luxembourg avec des centres de recherche d'excellence en IA mondialement reconnus—tels que CISPA et DFKI en Sarre, INRIA à Nancy, et le centre IA de Tübingen en Bade-Wurtemberg—présente une

opportunité idéale pour positionner le Luxembourg comme un hub multilingue et un bâtisseur de ponts européens.

- La Luxembourg AI Factory renforcera davantage les liens du pays avec l'écosystème IA européen en collaborant avec un réseau entier d'AI Factories, l'AI Office de l'UE, l'ESA (European Space Agency), les EDIHs (European Digital Innovation Hubs Network) et les TEFs.

› Action 28 : Participation active aux consortiums européens d'infrastructures numériques

Le Luxembourg participe activement à plusieurs EDICs (European Digital Infrastructure Consortium), nouveaux instruments juridiques européens qui facilitent les projets multi-pays. Chacun couvre un sujet stratégique d'intérêt commun pour les États membres. Cela permet des avancées partagées à l'échelle européenne. Le Luxembourg participe actuellement à divers EDICs, parmi d'autres :

- **Alliance pour les technologies linguistiques EDIC**, particulièrement pertinente pour les pays où la disponibilité des données est relativement rare en ce qui concerne leur langue, comme c'est le cas pour le Luxembourg.
- **Genome EDIC**, qui construit des infrastructures d'accès aux données génomiques, permettant des résultats de recherche de nouvelle génération. Le Luxembourg a l'intention de devenir le pays hôte.
- **CitiVerse EDIC**, qui bénéficie au Luxembourg en stimulant la gestion des ressources, l'innovation urbaine et la durabilité grâce à des solutions alimentées par l'IA qui répondent aux menaces potentielles.

› Action 29 : Contribution à la normalisation internationale

Le Luxembourg joue un rôle actif dans la normalisation technique de l'IA via divers comités européens et internationaux. Ces activités sont coordonnées par la Commission nationale de normalisation ILNAS/NSC 04 Intelligence Artificielle, une plateforme clé pour les acteurs du marché luxembourgeois afin de suivre et de contribuer aux activités de normalisation. En partageant

¹² La Cour de justice de l'Union européenne, la Cour des comptes européenne, la Banque européenne d'investissement, le Fonds européen d'investissement, le Mécanisme européen de stabilité, l'Office des publications de l'Union européenne, des parties de l'administration du Parlement européen, plusieurs unités de la DG DIGIT, de la DG CNECT et de la DG Santé de la Commission européenne

leur expertise, ils aident à façonner les normes mondiales de l'IA. Toute entité nationale intéressée peut inscrire des délégués pour participer aux efforts de normalisation.

La Commission participe activement aux travaux des comités techniques de normalisation suivants :

- **Le sous-comité ISO/IEC JTC 1/SC 42 Intelligence Artificielle** : Développe des normes pour l'IA et aborde les aspects technologiques : terminologie ; cadre d'apprentissage automatique ; gouvernance et systèmes de gestion de l'IA ; données ; fiabilité ; cas d'utilisation et applications ; caractéristiques des systèmes et algorithmes pour la mise en œuvre de l'IA.
- **Le Comité technique conjoint 21 (JTC 21) de CEN-CENELEC** : Joue un rôle clé dans le développement de normes pour l'IA qui soutiennent la mise en œuvre de l'AI Act de l'UE, alignant les systèmes d'IA avec les valeurs et les droits européens. Il se concentre sur la création de normes répondant aux besoins du marché et de la société. En développant des normes harmonisées, telles que le cadre de confiance et la gestion des risques de l'IA, le JTC 21 aide les entreprises à se conformer à l'AI Act. Le groupe de travail 2 du JTC 21 est présidé par un représentant du Luxembourg et couvre les risques liés à l'IA, la gestion de la qualité et l'évaluation de la conformité de l'IA.
- **Le Groupe de spécification de l'industrie pour la sécurisation de l'intelligence artificielle (TC SAI)** de l'ETSI (Institut européen des normes de télécommunications) : Développe des spécifications techniques qui aident à atténuer les menaces pour les systèmes d'IA, tant de la part d'autres systèmes d'IA que de sources conventionnelles.
- **L'UIT-T** : Considère l'utilisation et l'impact de l'IA dans différents domaines et fournit des recommandations dédiées, principalement par le biais de groupes de travail.

> Action 30 : Participation aux forums internationaux liés à l'IA

Le Luxembourg participe activement aux groupes de travail sur la politique numérique de l'OCDE et aux **réunions d'experts de l'AIGO (Artificial Intelligence Governance)**. L'OCDE a établi et aidé à mettre en œuvre les Principes de l'IA de l'OCDE, les premières normes internationales pour une IA responsable.

Le Luxembourg est également membre du Partenariat mondial sur l'intelligence artificielle (GPAI) pour promouvoir une IA centrée sur l'humain, sûre et digne de confiance, conformément aux Principes de l'IA de l'OCDE. Étant donné l'impact transversal et mondial de l'IA, le GPAI favorise la coopération internationale et les synergies avec l'OCDE pour relever les défis de gouvernance et aligner les initiatives en matière d'IA.

Partie 3. Secteurs à haut impact

Transformer le statu quo grâce à la technologie de l'IA

Après avoir analysé les leviers clés qui permettront l'accélération de l'adoption de l'IA au Luxembourg, l'attention se porte désormais sur les secteurs à fort impact dans lesquels l'IA apportera des changements significatifs. À mesure que l'IA continue d'évoluer, son potentiel transformateur devient de plus en plus évident. Ce chapitre explore quatre secteurs clés : l'administration publique, la finance, la santé et la culture.

Administration publique : promouvoir l'adoption de l'IA de confiance

Accélérer l'adoption de l'IA au sein de l'administration publique

La compétitivité d'une nation dépend de l'efficacité de son administration publique et de la disponibilité de services de qualité et accessibles aux citoyens et aux entreprises. Le déploiement progressif de l'IA est en cours dans l'ensemble du gouvernement luxembourgeois, ce qui a un impact sur la gestion interne quotidienne et les services publics.

Principes clés pour le développement de l'IA dans le secteur public

1. Centrés sur l'humain

Les modèles de l'IA du secteur public doivent être au service des citoyens, respectant l'intérêt public et les droits fondamentaux. Leurs succès reposent sur des méthodes de contrôle efficaces et l'atténuation des risques.

2. Performance et durabilité

L'IA devrait permettre d'améliorer continuellement les performances de l'ensemble de l'administration publique. Elle permet une meilleure organisation/gestion interne (G2G) et améliore la réactivité et la fiabilité au service des entreprises et des citoyens (G2B et G2C).

3. Transparence et traçabilité

L'IA améliore la prise de décision politique en exploitant les données, les analyses et une information étendue et objective. Cependant, pour maintenir la confiance, il est essentiel de pouvoir démontrer le raisonnement derrière ces décisions, en particulier celles soutenues par des systèmes d'apprentissage profond.

4. Inclusion

Les applications de l'IA favorisent une approche numérique dès la conception et permettent d'adapter les services publics à la diversité de la population. Il est essentiel d'éviter de manière proactive toute discrimination dans l'accès, l'utilisation, la compréhension, etc., des services publics. Tout agent public qui développe ou sélectionne des systèmes de l'IA doit donc être formé aux pratiques d'application non discriminatoires de l'IA.

5. Gouvernance, éthique et réglementation

Un système de gestion des risques doit être mis en place pour aider les agents de l'État à concevoir et à intégrer des systèmes de l'IA non discriminatoires, conformément à l'AI Act. Une approche de gouvernance multidisciplinaire et interministérielle, faisant appel à des compétences juridiques, techniques et éthiques, permettra d'accompagner les professionnels dans le développement, l'application et l'analyse de l'IA.

Objectifs pour l'adoption des modèles d'IA dans l'administration publique

Il est nécessaire de poursuivre des objectifs stratégiques spécifiques qui garantissent l'intégration efficace et responsable des modèles de l'IA dans l'administration publique. Ces objectifs visent à créer une administration proactive, axée sur les données et orientée vers la performance, dans le respect des principes éthiques et juridiques.

1. Améliorer l'expérience des citoyens

Les capacités de traitement du langage naturel de l'IA permettent de créer de nouveaux services publics qui améliorent la manière dont les citoyens interagissent avec les agents gouvernementaux. La communication est ainsi plus fluide, plus inclusive et plus personnalisée.

2. Optimiser l'efficacité des processus internes de l'État

En combinant les algorithmes LLM avec l'apprentissage automatique, l'IA offre un potentiel énorme pour l'analyse de grands ensembles de données, l'identification d'informations et la reconnaissance de structures. Elle est donc très efficace pour automatiser des tâches et optimiser des processus.

3. Affiner la prise de décision grâce à l'analyse des données

Les capacités d'analyse et de reconnaissance de schémas de l'IA peuvent être exploitées sur de grands ensembles de données, en dégagant des informations approfondies et en détectant des corrélations et des schémas que les humains ne remarquent pas.

4. Soutenir des projets innovants en matière de l'IA

Continuer le soutien financier et l'expertise pour les projets de l'IA via des initiatives telles que Tech-in-Gov et explorer de nouvelles technologies dérivées de l'IA.

5. Promouvoir le développement des compétences et le partage des connaissances

Partager les meilleures pratiques, offrir des formations de qualité, renforcer les capacités et les compétences en matière de données et de l'IA. Cela inclut le soutien aux projets et initiatives du Groupe de travail en science des données, tels que le « Guide de bonnes pratiques pour les scientifiques des données du secteur public ».

6. Soutenir les initiatives liées au développement de modèles dédiés à la langue luxembourgeoise

Veiller à ce que les solutions de l'IA soient efficaces, inclusives, culturellement pertinentes et répondent aux besoins uniques des citoyens du Luxembourg.

7. Créer un registre recensant les algorithmes de l'IA pour l'administration publique

Essentiel pour une utilisation éthique et responsable de l'IA, en renforçant la transparence, la responsabilité et la confiance des citoyens dans les systèmes de l'IA.

Établir les bases de l'IA auprès du CTIE

Le CTIE (Centre des technologies de l'information de l'État) est un partenaire de confiance pour les ministères et les administrations en matière de développement de solutions *eGovernment*. À mesure que l'IA a fait son apparition et a évolué, le CTIE a soutenu la mise en œuvre de projets intégrant des éléments de l'IA.

Le CTIE continuera de prendre les mesures nécessaires pour fournir **un environnement informatique favorable aux projets de l'IA** en intégrant les éléments essentiels de l'IA dans son infrastructure informatique et en établissant un cadre solide pour le développement et le déploiement de modèles de l'IA. Il veillera à ce que toutes les équipes gouvernementales disposent **des outils et du soutien** nécessaires pour intégrer efficacement l'IA dans leurs processus et services, offrant différents types de modèles de l'IA (par exemple, des modèles de recherche et des modèles génératifs) qui peuvent être combinés et ajustés pour répondre à des besoins spécifiques.

Le CTIE maintiendra sa **philosophie de normalisation** par le partage d'infrastructures, de plateformes et de méthodes de gestion de projet. Les clients auront la possibilité de réaliser leurs projets de manière indépendante ou en collaboration avec le CTIE. Grâce à cette approche normalisée, le CTIE garantit la conformité des projets aux réglementations nationales et européennes, ainsi que le respect des exigences en matière de sécurité informatique et d'interopérabilité.

Offrir des assistants intelligents basés sur l'IA pour la productivité

La croissance des modèles linguistiques avancés a popularisé les assistants intelligents en ligne faciles à utiliser, mettant en évidence le potentiel de l'IA auprès du grand public. Dans le secteur public, ces assistants peuvent simplifier l'acquisition de connaissances, résumer des textes complexes, générer des contenus, suggérer des textes pour les réseaux sociaux et permettre une communication multilingue fluide.

Le CTIE propose des assistants intelligents dans son catalogue de services pour deux raisons principales :

- Les assistants intelligents disponibles gratuitement sur le Web présentent des risques importants pour la sécurité des données sensibles. En revanche, les assistants intelligents proposés dans le cadre du catalogue de services du CTIE fonctionnent dans un cadre contractuel entre le fournisseur et

le CTIE, ce qui garantit une plus grande sécurité et confidentialité des données.

- Ces assistants sont faciles à utiliser et dotés d'interfaces en langage naturel qui aident les employés, même les moins habitués aux outils numériques, à s'adapter progressivement aux technologies de l'IA. Cette approche facilite la transition vers des pratiques modernes.

Centre de compétences en IA pour le secteur public

Le CTIE a récemment établi un centre de compétence en IA pour le secteur public. Au-delà de la définition et de la mise en œuvre de l'architecture et des outils nécessaires à l'adoption de l'IA, il met l'accent sur la veille technologique, la collaboration interdisciplinaire, la formation et le mentorat pour faciliter l'adoption de l'IA au sein des autres équipes du CTIE. Ces équipes peuvent bénéficier directement de la technologie ou collaborer sur des projets d'IA pour des clients. Le centre de compétence permettra une adoption généralisée et rapide de l'IA dans le secteur public.

Cas d'usage :

Exploiter l'IA générative pour soutenir la diplomatie économique du Luxembourg

Cette initiative vise à exploiter de manière sécurisée et éthique l'IA générative fiable (RAG (Retrieval Augmented Generation) et IA souveraine) pour **améliorer la diplomatie économique du Luxembourg et façonner sa stratégie internationale** future à travers une approche intégrée « Team Luxembourg ».

Offrir des **résultats mesurables**, suivre les progrès et améliorer l'allocation des ressources pour garantir un impact plus important sur les marchés prioritaires, telle est l'ambition de la Direction de la Promotion du Commerce Extérieur et des Investissements (MFEA D8), qui joue un **rôle essentiel dans la définition et la conduite de la diplomatie économique du Luxembourg**. La préparation des dossiers se fait en étroite collaboration avec d'autres ministères et parties prenantes clés : l'outil mis en place pourra être un support indéniable dans ces préparations.

Finance : appliquer l'IA à travers l'écosystème

L'IA au cœur de l'innovation financière

L'écosystème financier du Grand-Duché, déjà reconnu pour son expertise réglementaire, sa mise en œuvre rapide et son expérience transfrontalière, a la possibilité d'améliorer considérablement son avantage concurrentiel grâce à l'adoption stratégique de l'IA dans des domaines tels que la conformité réglementaire, la gestion des risques et les services aux clients. Tant le régulateur que le ministère des Finances s'orientent vers la mise en œuvre de l'IA pour pouvoir montrer l'exemple.

Application de l'IA auprès des autorités financières publiques

En décembre 2024, la **CSSF (Commission de Surveillance du Secteur Financier)**, le régulateur financier, est devenue un client de lancement d'un cloud souverain déconnecté. Cela aide à améliorer

son efficacité et à agir en tant qu'agent d'innovation pour l'écosystème. Avec un projet phare et une action concrète dans cette stratégie, développés par le LHoFT, l'écosystème financier du Luxembourg a l'opportunité de profiter de cette stratégie sectorielle.

Plusieurs départements du ministère des Finances explorent ou mettent déjà en œuvre des projets de l'IA. Les avantages potentiels de l'IA sont particulièrement significatifs pour ces départements en raison de leur grande taille et de leur gestion extensive des données :

- **Administration du Cadastre et de la Topographie**

Responsable de fournir des données géographiques essentielles au développement territorial et au fonctionnement du marché immobilier, l'Administration du Cadastre et de la Topographie met actuellement en œuvre deux projets de l'IA :

- EXTIOPIA a démontré avec succès la faisabilité de l'utilisation de l'apprentissage profond pour extraire des objets topographiques, en particulier des bâtiments, à partir d'images aériennes. Cette technologie est désormais utilisée pour les mises à jour récurrentes des bases de données des bâtiments.
 - UrbIA vise à automatiser la transcription des anciens livres cadastraux manuscrits. Ce projet permettra un accès plus facile aux titres de propriété datant d'avant 1972 et améliorera l'efficacité des recherches.
- **Administration des Contributions Directes du Luxembourg**

Intègre stratégiquement l'IA dans ses initiatives de transformation numérique. Une équipe spécialisée développe activement des modèles de l'IA, en s'inspirant des pratiques des autorités fiscales internationales. Les projets actuels sont catégorisés en intelligence de la population fiscale (pour la prévision et la simulation), détection de la non-conformité et de la fraude, et modèles opérationnels utilisant l'IA générative. Bien que les applications initiales soient principalement internes, l'administration prévoit d'étendre les capacités de l'IA aux services destinés au public, tels qu'un chatbot.
 - **Administration des Douanes et Accises**

L'administration met actuellement en œuvre le projet LUCCS, une solution informatique complète visant à faciliter le commerce international et à renforcer la position du Luxembourg en tant que hub logistique européen. LUCCS a intégré diverses fonctions pour la gestion des risques, les inspections sur site et le suivi après dédouanement. La prochaine phase consiste à ajouter une couche exploratoire pour optimiser les processus de gestion des risques et améliorer la précision du ciblage des expéditions à haut risque.
 - **Administration de l'Enregistrement, des Domaines et de la TVA**

Développe en ce moment trois projets de l'IA pour optimiser les processus administratifs, réduire les erreurs humaines, accélérer la prise de décision et poser les bases de l'automatisation future de l'analyse des documents :

 - Déploiement d'un chatbot pour faciliter la recherche d'informations à partir de sources fiscales et non fiscales. Le chatbot fournira aux employés des résumés concis et des liens pertinents, permettant de gagner du temps et d'améliorer l'efficacité.

- SmartRetrieve, un outil innovant de recherche d'informations conçu pour aider les agents de la taxe d'abonnement à traiter les documents des fonds d'investissement collectifs. Il rationalise le processus d'analyse en fournissant des réponses contextuelles et des extraits de documents, permettant aux agents de se concentrer sur des tâches à plus forte valeur ajoutée et d'améliorer la précision des vérifications.

- **Inspection Générale des Finances (IGF)**

L'IGF a mené une étude pour explorer les avantages potentiels, les défis et les risques associés à l'utilisation de l'IA dans ses opérations et a identifié plusieurs bénéfices. Les cas d'utilisation spécifiques incluent l'automatisation de la préparation et du suivi du budget, la mise en œuvre d'assistants virtuels, l'analyse des données liées à la préparation du budget et l'utilisation de l'analyse prédictive. Les prochaines étapes de l'IGF consisteront à créer une feuille de route pour la mise en œuvre de l'IA, à préparer son infrastructure technologique et à développer un catalogue de données.

- **Trésorerie de l'État**

Comme l'IGF, la Trésorerie de l'État vise à inclure l'IA dans ses projets de numérisation, en mettant particulièrement l'accent sur l'automatisation de la gestion des dossiers au sein de la Caisse de consignation, ainsi que sur la gestion des risques, la détection des fraudes pour les transactions de paiement, et la surveillance globale des opérations et des rapports.

Législation et réglementation de l'IA

L'intégration de l'IA dans les services financiers améliore la prise de décision, l'efficacité opérationnelle, la gestion des risques et l'expérience du client. C'est crucial d'avoir une gestion des défis tels que la conformité, la connaissance du client (KYC), la confidentialité des données et les biais algorithmiques. Le rôle du secteur financier dans le financement des innovations en IA souligne son importance dans la promotion du progrès économique et technologique.

Cependant, à mesure que l'IA évolue, la réglementation doit également évoluer. Le ministère des Finances surveille de près la législation européenne sur l'IA pour garantir la conformité. Bien que le Luxembourg ait choisi de ne pas introduire de réglementations nationales spécifiques sur l'IA pour le secteur financier, l'alignement sur les normes européennes est essentiel pour maintenir un environnement compétitif et conforme.

Action: Évènement « AI for FinTech »

À partir de 2026, une conférence annuelle sur le thème de l'IA dans la FinTech représentera un développement crucial dans la stratégie plus large de l'IA du pays, spécifiquement conçue pour accélérer l'adoption au sein de son secteur des services financiers. En tant qu'initiative clé, l'évènement réunira les institutions financières établies du Luxembourg, les innovateurs émergents de la FinTech et les experts internationaux en IA pour favoriser la collaboration et l'échange de connaissances. La forme de la série d'événements sera conçue par le LHoFT, sous la direction stratégique du ministère des Finances.

En connectant les forces traditionnelles du secteur bancaire du Luxembourg avec les capacités de pointe de l'IA, le pays vise à se positionner à l'avant-garde de l'adoption responsable de l'IA dans les services financiers. Cela représente une évolution naturelle pour le marché financier luxembourgeois, qui a constamment démontré son adaptabilité à travers diverses transformations du marché tout en maintenant sa réputation de stabilité et de sécurité dans le domaine des services financiers hautement réglementés.

Santé : rendre la médecine personnalisée une réalité à travers l'IA

Personnaliser les soins, transformer les vies

L'écosystème de la santé englobe l'ensemble des activités contribuant à l'amélioration et à la préservation de la santé. Même s'il inclut les professionnels de santé, les hôpitaux, les entreprises pharmaceutiques et de dispositifs médicaux, ainsi que les décideurs politiques et les patients, il est en réalité bien plus vaste. Il s'étend également à des domaines tels que la recherche universitaire, l'innovation industrielle, les technologies de l'information et le droit. Les grandes avancées dans ces domaines ont un impact significatif sur l'écosystème de la santé. Les progrès de l'IA sont peut-être les plus remarquables.

La stratégie du Luxembourg pour la santé

L'objectif ultime de la stratégie de l'IA en santé est d'améliorer la santé humaine en renforçant la prévention et les soins. La **médecine de précision basée sur l'IA**, également appelée **médecine personnalisée**, constitue une avancée majeure dans la prévention et le traitement. Son but est d'adapter ces derniers aux spécificités génétiques, environnementales et comportementales de chaque individu.¹³

Les instituts de recherche exploitent l'IA pour analyser des données biomédicales à grande échelle, offrant ainsi une meilleure compréhension des maladies complexes, l'identification de biomarqueurs, la prédiction de l'évolution des pathologies et l'adaptation des traitements aux profils individuels des patients.

Cette avancée est en partie rendue possible grâce à l'infrastructure de calcul haute performance du Luxembourg, qui permet aux chercheurs et aux établissements de santé de traiter de vastes quantités de données médicales de manière sécurisée et efficace, facilitant ainsi le développement de modèles de l'IA appliqués à la génomique, à l'épidémiologie et à la découverte de médicaments.

La médecine de précision nécessite de vastes quantités de données, et en tant que petit pays, le Luxembourg a beaucoup à gagner en s'intégrant dans des initiatives paneuropéennes. La participation à l'Espace européen des données de santé (EHDS) et à des initiatives internationales telles que l'initiative 1+ Million Genomes et le Genome EDIC, sera essentielle pour accéder à des données de haute qualité et mettre en commun des ressources afin d'optimiser les coûts.

Les startups et les entreprises établies au Luxembourg investissent de plus en plus dans les solutions de santé basées sur l'IA, allant des dispositifs portables aux plateformes exploitant le traitement du langage naturel pour la gestion des dossiers médicaux.

Mission

La stratégie de l'IA pour la santé inclut un **cadre de préparation à l'intégration de l'IA dans l'écosystème de santé** au Luxembourg. Elle propose une feuille de route favorisant des contributions coordonnées et proactives des parties prenantes, tout en renforçant les capacités techniques et analytiques essentielles à l'amélioration continue. Les facteurs clés pour la préparation à l'IA au Luxembourg incluent la

¹³ Jørgensen JT. Twenty Years with Personalized Medicine: Past, Present, and Future of Individualized Pharmacotherapy. *Oncologist*. 2019 Jul;24(7):e432-e440. doi: 10.1634/theoncologist.2019-0054. Epub 2019 Apr 2. PMID: 30940745; PMCID: PMC6656435.

préparation numérique, l'accès au marché, la recherche et l'éducation, l'innovation, la législation, l'engagement des parties prenantes et l'engagement international.

Vision

Le Luxembourg deviendra un pionnier européen de la santé numérique, intégrant l'IA de façon transparente dans toutes les composantes de ses systèmes de santé. Le pays se positionnera à l'avant-garde de la prévention des maladies et des traitements de précision, et s'établira comme **un centre économique majeur de la santé numérique en Europe**.

Objectifs

- (1) Identifier les facteurs clés – qu'ils relèvent des secteurs, des disciplines ou des acteurs – qui jouent un rôle essentiel dans la préparation du Luxembourg à l'adoption de l'IA.
- (2) Créer un cadre de préparation à l'IA pour son intégration dans les soins de santé.
- (3) Identifier les lacunes et les problèmes empêchant l'intégration de l'IA dans l'écosystème de la santé.
- (4) Développer un cas de test qui définit et traite les éléments essentiels à l'adoption complète de l'IA dans le système de santé.

Principes directeurs

- (1) Le Luxembourg vise à élaborer des lignes directrices et des cadres à long terme conçus pour être prêts pour l'IA dès leur adoption.
- (2) Le cadre sera applicable quel que soit le secteur ou le niveau de maturité.
- (3) L'IA sera développée et déployée selon les principes d'une IA digne de confiance, garantissant transparence, explicabilité, robustesse et respect de la confidentialité des données.

Les éléments contribuant au cadre de préparation à l'IA du Luxembourg sont également des points focaux d'autres politiques et stratégies gouvernementales. Les actions menées dans ces domaines viendront à soutenir et compléter les lacunes identifiées ci-dessus.

1) Stratégie numérique pour les données de santé :

Le règlement relatif au EHDS¹⁴ sera au cœur de la nouvelle stratégie numérique pour les données de santé, développée par le ministère de la Santé et de la Sécurité sociale du Luxembourg. Cette stratégie vise à mettre le patient au contrôle de ses données de santé et au cœur du système de soins afin d'assurer des soins qualitatifs, intégrés et multidisciplinaires. Elle établira des cadres favorisant l'adoption de technologies numériques innovantes dans le domaine de la santé, répondant aux besoins des patients et des professionnels de santé.

2) Stratégie nationale en matière de données :

L'utilisation des données du secteur public inclut le développement de systèmes qui soutiennent la santé de chaque individu et la création d'un environnement économique attractif pour les innovateurs.

3) Organismes d'accès aux données de santé (HDAB-LU) :

Dans le cadre du règlement EHDS encadrant l'utilisation secondaire transfrontalière des données, chaque État membre de l'UE devra être connecté à l'infrastructure européenne HealthData@EU et mettre en place des organismes nationaux offrant des services de gestion des données et des environnements de traitement sécurisés aux utilisateurs et détenteurs de données.

4) L'initiative 1+Million Genomes : Soutenue par des projets de l'UE depuis 2018, l'initiative 1+MG cherchera à créer un espace de données formel pour la collecte, la curation et le partage de données génomiques et phénotypiques, afin de permettre de nouvelles recherches et des soins de santé personnalisés basés sur le génome, entièrement intégrés à l'EHDS.

¹⁴ Règlement (UE) 2025/327 du Parlement européen et du Conseil du 11 février 2025 relatif à l'espace européen des données de santé et modifiant la directive 2011/24/UE et le règlement (UE) 2024/2847

Culture : vecteurs d'intégration, de créativité et d'inclusion

Rencontre entre l'IA et l'imagination

Les arts et la culture ont appris à la société comment faire face aux défis communs par une pensée inclusive et critique. Tout comme les bibliothèques, les espaces culturels donnent naissance à des débats, des interactions humaines et à l'engagement civique. Le secteur culturel offre une approche fondée sur l'humain et les valeurs, qui peut apporter un équilibre à l'IA et à l'automatisation, en veillant à ce que la technologie reste au service de l'humanité.

Une approche fondée sur les valeurs

La **stratégie culturelle en matière de l'IA** vise à établir un cadre pour les applications et les développements de l'IA, afin de le rendre accessible aux entités publiques et privées. L'ambition est de positionner le secteur culturel non seulement comme utilisateur des technologies de l'IA, mais aussi comme acteur impliqué dans le développement de solutions adaptées à ses besoins et à ses valeurs.

La **mission du ministère de la Culture** est d'élaborer des cadres politiques favorisant la durabilité et la confiance, tout en conciliant le rythme rapide des avancées technologiques avec la cadence souvent plus lente de leur adoption. L'objectif est d'encourager la créativité, l'inclusion, le développement des compétences, la culture numérique et la pensée critique, tout en sensibilisant le public aux défis potentiels.

Protection des créateurs et des utilisateurs

L'IA doit être non seulement accessible et intuitive pour le marché, mais aussi adaptée aux créateurs et utilisateurs. Pour accompagner la transition numérique du secteur créatif, il est essentiel de prendre en considération la législation existante en matière de droits d'auteur et droits voisins pour valoriser les compétences créatives.

Une **approche centrée sur l'humain** devrait être associée à une **approche centrée sur les créateurs**, en mettant l'accent sur les droits d'auteur et les droits voisins, le principe de rémunération appropriée et proportionnée et la valeur des matières premières créatives. Une approche centrée sur les créateurs prend en compte à la fois l'impact de la culture sur l'IA et celui de l'IA sur les créateurs et les institutions culturelles.

La mission des institutions du patrimoine culturel a toujours été de préserver l'intégrité des données en

s'appuyant sur une chaîne de conservation fiable, garantissant ainsi leur provenance et leur authenticité. Dans une économie fondée sur les données, les compétences, les infrastructures et les processus développés dans le secteur du patrimoine culturel représentent des atouts majeurs.

Ces institutions contribuent aux efforts nationaux, notamment : (1) par leur expertise en gestion des flux de travail et des données fiables, et (2) par leurs vastes volumes de données pouvant servir à l'entraînement des modèles de l'IA. Les acteurs de ce secteur doivent être reconnus non seulement comme des utilisateurs des technologies de l'IA, mais aussi comme de précieux acteurs impliqués dans le développement de solutions.

Points d'actions :

- Répondre à la complexité de l'IA par une approche transversale, adaptée aux créateurs et aux utilisateurs.
- Reconnaître les institutions du patrimoine culturel comme des atouts et des partenaires clés dans le développement d'un écosystème de l'IA, en les positionnant comme un terrain d'expérimentation pour explorer l'éthique, la gouvernance et la transparence.
- Maintenir un cadre équilibré de la propriété intellectuelle et poursuivre les activités de sensibilisation à travers les services de l'IPIL concernant l'IA et la propriété intellectuelle.
- Élaborer des politiques en matière de droits comme première étape vers une réglementation et une plus grande transparence sur la réutilisation des données du patrimoine culturel pour l'entraînement des modèles de l'IA.

L'IA comme outil au service des créateurs

L'IA générative fait désormais partie de la vie quotidienne. Elle doit être considérée comme un **facilitateur plutôt qu'une menace pour la création artistique** : l'IA améliore plutôt qu'elle ne remplace les capacités humaines. Ces outils ouvrent la voie à de nouvelles méthodes de génération et de partage d'idées, ainsi qu'à une plus grande précision. La maîtrise de ces technologies est essentielle. À l'échelle de l'UE, des initiatives spécifiques devraient combler le déficit actuel en matière d'éducation aux médias, en privilégiant une approche multipartite pour un impact plus inclusif.

Points d'actions :

- Intégrer la langue luxembourgeoise aux plateformes de l'IA générative, qui nécessitent un minimum de deux millions de mots. Les institutions culturelles pourraient contribuer à cet effort, à condition qu'elles disposent d'abord des moyens nécessaires pour renforcer leur maturité numérique.
 - À noter que le ministère de la Culture et le Zenter fir d'Lëtzebuenger Sprooch participent et apportent leur soutien au projet ALT-EDIC, qui vise à développer de grands modèles de langage (LLM) pour le Luxembourg.
- Réduire l'écart entre l'évolution rapide des technologies et leur adoption plus lente.
- Donner la priorité aux catalogues de formation et aux programmes de perfectionnement qui tiennent compte des besoins du secteur et y répondent.

Inclusion et éducation

L'IA peut favoriser l'inclusion, en particulier pour les personnes neurodivergentes ou en situation de handicap. Au Luxembourg, certaines entreprises ont lancé des projets illustrant comment l'IA est capable de renforcer l'autonomie de ces communautés. Par exemple, les institutions du patrimoine culturel pourraient exploiter les technologies immersives, telles que la réalité virtuelle et l'IA, pour rendre leurs collections plus accessibles et inclusives. En collaboration avec les musées, des partenariats pourraient être mis en place afin de créer des espaces de réalité virtuelle dédiés, garantissant un accès équitable aux collections et aux installations artistiques pour les personnes en situation de handicap. À terme, cette initiative pourrait servir de base à une stratégie publique plus large.

La culture comme moteur de l'innovation

Les créateurs ont toujours été des pionniers dans l'adoption des technologies émergentes. L'État joue un rôle clé dans l'accompagnement de l'évolution du secteur créatif et le développement de nouvelles compétences. Il occupe une position unique pour absorber certains coûts et offrir un espace d'expérimentation, de recherche et de développement. La mise en place de pôles d'innovation internes et la promotion d'une culture de l'essai et de l'erreur redéfinissent le rôle du gouvernement, qui ne se limite plus à un simple organe administratif, mais devient un véritable facilitateur de la cocréation transversale.

L'IA comme outil de développement linguistique et de multiculturalisme

Zenter fir d'Lëtzebuenger Sprooch (Centre pour la langue luxembourgeoise)

En tant qu'environnement hautement multilingue, le Luxembourg est un cadre idéal pour faire progresser les technologies de l'IA qui reflètent un monde multilingue, tout en soutenant activement la croissance et la durabilité de la langue luxembourgeoise.

Le Zenter fir d'Lëtzebuenger Sprooch (ZLS) est bien placé pour guider ces efforts, grâce à son expertise en luxembourgeois et en développement technologique linguistique. Grâce à ce travail, le Luxembourg peut démontrer comment les langues minoritaires peuvent prospérer grâce au développement éthique des ensembles de données, des modèles et des technologies. De cette manière, l'IA soutient à la fois les langues mondiales ainsi que celles qui sont centrales à l'identité et au patrimoine culturels.

Points clés :

- Dès le départ, les systèmes de l'IA doivent être développés pour fonctionner de manière transparente entre les langues, reflétant la réalité linguistique quotidienne du Luxembourg et établissant une norme pour une technologie inclusive et adaptable.
- Le développement durable de l'IA repose sur des ensembles de données publics partagés et de haute qualité, ainsi que sur des outils qui garantissent un accès équitable et des avantages à long terme pour toute la communauté linguistique.
- L'IA doit contribuer non seulement aux besoins de communication, mais aussi à la préservation, à l'évolution et à l'enrichissement de l'identité culturelle par le biais de la langue.
- En travaillant ensemble avec d'autres régions, institutions et communautés confrontées à des défis similaires, le Luxembourg peut jouer un rôle dans le développement de solutions partagées pour les langues petites et/ou peu dotées en ressources.

Partie 4.

Projets phares

Administration publique : Modèle linguistique juridique large du Luxembourg (4LM)

Le projet 4LM vise à développer un grand modèle de langage (LLM) spécialisé dans les textes juridiques luxembourgeois. Un LLM spécifique à un domaine améliorera l'efficacité juridique et réglementaire, au profit des institutions gouvernementales, des professionnels du droit, du système judiciaire et des entreprises. Le public aura également accès à des outils de l'IA, tels que des chatbots et la traduction automatique, améliorant ainsi l'accès à l'information juridique. Les entreprises bénéficieront d'outils basés sur l'IA qui les aideront à se conformer à un corpus de plus en plus complexe de contraintes légales et réglementaires, augmentant ainsi leur productivité grâce à une automatisation des processus de conformité pilotée par l'IA.

Ce projet s'aligne sur les objectifs de transformation numérique du Luxembourg, renforçant sa position dans la gouvernance et l'innovation juridique pilotées par l'IA.

Le contexte du projet 4LM se concentre sur le développement et le déploiement d'un grand modèle de langage (LLM) spécifiquement adapté aux processus législatifs, juridiques et réglementaires au Luxembourg. Ce projet se situe à l'intersection de l'innovation en matière de l'IA, de la transformation numérique et de la modernisation de l'administration publique. Il s'aligne avec les stratégies nationales et européennes visant à améliorer la gouvernance numérique tout en répondant aux défis sociétaux, économiques et sécuritaires critiques.

Voici une répartition détaillée du contexte :

Pour le grand public :

- Améliorer la compréhension, l'accessibilité et l'inclusivité de la législation.
- Rendre les textes législatifs actuellement en vigueur disponibles dans le plus grand nombre de langues possible pour répondre aux besoins d'un public multiculturel et multilingue.
- Produire des résumés «compréhensibles» pour les citoyens (Einfach Sprooch).

Pour l'administration gouvernementale et les professionnels du droit :

- Identifier les besoins législatifs et les cas d'utilisation du LLM, en particulier pour la rédaction et la conformité aux lois européennes.
- Former un LLM luxembourgeois pour une interprétation précise des textes législatifs.
- Assurer l'interopérabilité avec les plateformes numériques gouvernementales pour améliorer la coopération.

Pour les entreprises :

Les entreprises cherchent de plus en plus à naviguer dans les exigences réglementaires croissantes aux niveaux national et européen. Assurer la conformité peut être complexe, en particulier pour les PME, et peut affecter la productivité. Le projet 4LM vise à fournir une solution en développant des outils spécialisés pilotés par l'IA, conçus pour rationaliser et automatiser les processus de conformité, aidant ainsi les entreprises à remplir leurs obligations de manière plus efficace et efficiente.

Finance : Le Centre d'expérience IA au sein du LHoFT

Le Luxembourg est un centre financier européen de premier plan, avec des priorités stratégiques axées sur la transformation numérique, l'innovation et la durabilité. Cependant, l'adoption de technologies avancées telles que l'IA reste naissante dans de nombreuses institutions. Le Centre d'expérience IA répond à cela en abaissant les barrières à l'expérimentation et à l'adoption, aidant les institutions financières à comprendre et à intégrer l'IA dans des conditions sécurisées et souveraines.

Le LHoFT joue un rôle clé dans l'écosystème des services financiers du Luxembourg en catalysant l'adoption précoce des technologies de pointe. Le Centre d'expérience IA, une expérience physique au sein des bureaux en expansion du LHoFT au cœur de la ville de Luxembourg, activera l'engagement du secteur financier envers l'IA. Il vise à soutenir la compétitivité future du secteur et à consolider le Luxembourg en tant que hub de premier plan pour l'innovation en finance numérique.

LuxProvide apporte son superordinateur MeluXina et son expertise en calcul haute performance, essentiels pour gérer des ensembles de données étendus et exécuter des modèles de l'IA sophistiqués. La Fondation LHoFT apporte son vaste réseau au sein de l'écosystème FinTech et sa compréhension des réglementations financières et des dynamiques de marché. Cette combinaison unique garantit que le Centre d'expérience IA sera à la fois technologiquement avancé et parfaitement adapté aux défis, besoins et opportunités spécifiques du secteur financier.

Les objectifs du Centre d'expérience IA :

- **Manifester le potentiel de l'IA dans la finance.** Montrer comment l'IA peut être utilisée pour améliorer les services financiers en améliorant les processus de prise de décision, en augmentant l'efficacité opérationnelle et en fournissant des solutions de gestion des risques supérieures.
- **Faciliter l'innovation et l'adoption de la technologie.** Accélérer l'adoption des technologies de l'IA dans le secteur financier luxembourgeois en offrant des expériences pratiques, des démonstrations et des histoires de réussite.
- **Renforcer la collaboration entre la technologie et la finance.** Encourager et renforcer la collaboration entre les fournisseurs de technologies, les institutions financières et les organismes de réglementation en créant un environnement qui encourage le dialogue et le partenariat.
- **Éduquer et former les professionnels du secteur.** Développer et proposer des programmes éducatifs et des ateliers qui forment les professionnels du secteur financier aux dernières technologies de l'IA et à leurs applications.

Ce projet phare est conçu pour évoluer en étroite collaboration avec le programme AI Factory du gouvernement, agissant à la fois comme un mécanisme d'admission et une interface d'engagement du marché pour les solutions de l'IA issues du pipeline national d'innovation. En exposant les institutions financières à des applications réelles de l'IA et en facilitant l'expérimentation, le Centre aidera à identifier des cas d'utilisation viables et évolutifs qui pourront être davantage industrialisés dans le cadre de l'AI Factory. Inversement, il mettra en valeur les résultats de l'AI Factory, créant un démonstrateur public des capacités d'innovation en IA du Luxembourg.

Médecine de précision : L'IA prête pour la médecine de précision

Le Luxembourg fera progresser sa stratégie de santé numérique en intégrant l'IA et les données de santé pour soutenir la médecine de précision. Il s'agira de passer d'un modèle réactif à un système proactif qui exploite les données génomiques et cliniques. Cette nouvelle approche reposera sur une boucle continue de recherche, de déploiement et de perfectionnement, axée sur l'intégration des données cliniques, une infrastructure robuste, du personnel qualifié, la conformité légale et l'engagement des citoyens. S'appuyant sur 15 années d'investissements significatifs dans la recherche biomédicale, essais cliniques et initiatives de données de santé à grande échelle, le Luxembourg donnera la priorité à ces domaines pour améliorer l'interopérabilité et soutenir la prise de décision fondée sur des preuves.

Ce projet sera un catalyseur de cette évolution en développant l'infrastructure nécessaire et des outils basés sur l'IA pour personnaliser les traitements. Il s'appuiera sur plusieurs initiatives clés telles que le projet 1+Million Genomes/Genome EDIC, l'Espace européen des données de santé (EHDS) et des actions pour éliminer les décès évitables dus au cancer et dus aux maladies neurodégénératives. De plus, il tirera parti de l'expertise nationale actuelle en analyse multimodale basée sur l'IA pour personnaliser les traitements pour des conditions telles que la sclérose en plaques, la polyarthrite rhumatoïde, le cancer et les maladies neurodégénératives, incarnant la philosophie du «bon médicament pour le bon patient». Étendre ces efforts au-delà de la recherche nécessitera de relever des défis en matière de gouvernance des données, d'interopérabilité, de voies d'accès au marché et d'engagement public. Le projet visera à minimiser les décès évitables pour les cas de cancer et de maladies neurodégénératives grâce à la prévention, à la détection précoce et les thérapies personnalisées. La médecine de précision nécessitera des quantités de données considérables, et le Luxembourg bénéficiera grandement de sa participation aux efforts paneuropéens.

L'initiative 1+Million Genomes, soutenue par des projets de l'UE, cherchera à créer un espace de données formel pour la collecte, la curation et le partage des données génomiques à travers l'Europe. Cela permettra de nouvelles recherches et des soins de santé personnalisés basés sur le génome. En 2025, une nouvelle entité juridique, le Genome EDIC, prendra en charge les opérations principales de l'initiative 1+MG, et le Luxembourg sera bien positionné pour en être l'hôte.

Le projet phare de l'IA en santé sera construit sur une stratégie intégrale de données de santé et un cadre de maturité en IA qui couvrent l'ensemble du parcours du patient, avec une amélioration continue de l'IA grâce aux retours cliniques. L'infrastructure numérique avancée du Luxembourg, y compris le superordinateur MeluXina et le futur ordinateur quantique MeluXinaQ, soutiendra la recherche en IA dans des domaines tels que la génomique, le cancer, les maladies neurodégénératives et la découverte de médicaments. De plus, l'AI Factory accélérera le développement, améliorant ainsi le rythme de l'innovation.

Cette approche apportera un avantage clair pour les patients :

- **Elle améliorera les résultats pour les patients et soutiendra les prestataires de soins de santé en rationalisant la prise de décision et les flux de travail, assisté par des outils tels que des scribes IA pour la saisie de données standardisée.**

Néanmoins, des défis en matière de gouvernance des données, d'interopérabilité, de voies d'accès au marché et d'engagement du public devront être résolus pour étendre ces efforts de manière efficace. Le règlement EHDS favorisera l'échange de données de santé électroniques à travers l'Europe, en alignement avec les objectifs pan-européens du Luxembourg. Grâce à ces investissements stratégiques, le Luxembourg visera à se positionner en tant que leader dans l'innovation en santé alimentée par l'IA.

Marché du travail : Perspectives sur les compétences alimentées par l'IA

Le Luxembourg fait face à des défis spécifiques dans l'exploitation des données sur les compétences en raison de son marché du travail diversifié, multilingue et très dynamique. La stratégie des compétences de l'OCDE¹⁵ a mis en évidence des lacunes cruciales dans la qualité des données sur les compétences existantes au Luxembourg, notamment des données incomplètes (par exemple, limitées aux résidents luxembourgeois), des données incorrectes (par exemple, des erreurs dans les professions déclarées à la sécurité sociale), des données obsolètes (par exemple, des enquêtes périodiques, espacées de plusieurs années), des détails insuffisants (par exemple, des données sur les catégories de professions et non sur les compétences détaillées), et un manque d'interopérabilité (différentes classifications utilisées entre les administrations).

Ces défis signifient qu'il est actuellement impossible de dire combien de personnes travaillent dans une profession donnée au Luxembourg, sans même évoquer les compétences manquantes ou la prévision des tendances futures. Cependant, ces défis présentent des opportunités significatives pour l'innovation en tirant parti des technologies de l'IA.

ADEM cherche à utiliser l'IA pour améliorer notre compréhension des besoins et des pénuries de compétences au Luxembourg.

Ces informations peuvent être utilisées pour :

- Orienter les citoyens (y compris les jeunes) vers des professions à fort potentiel.
- Orienter les citoyens (y compris les jeunes) vers des cours afin d'acquérir les compétences nécessaires sur le marché du travail.
- Montrer les opportunités de upskilling et de reskilling entre différentes professions.
- Aider les employeurs dans leurs efforts de recrutement.
- Évaluer la pertinence de l'offre d'éducation/formation au Luxembourg et identifier les offres manquantes.
- Fournir des incitations financières (par exemple, des bons de formation) axées sur les compétences en forte demande ou en pénurie.
- Concentrer les efforts d'attraction des talents sur les régions et les profils pouvant répondre aux pénuries de compétences nationales.
- Comparer les données détaillées sur les compétences avec celles de la Grande Région ou d'autres pays pour identifier les opportunités de collaboration.

Cette initiative s'aligne sur les objectifs stratégiques du Luxembourg visant à favoriser une main-d'œuvre prête pour l'avenir, à répondre aux pénuries de compétences et à soutenir l'élaboration de politiques fondées sur des preuves. En tirant parti des technologies de l'IA, le projet vise à créer un écosystème de données sur les compétences complet et dynamique, au profit des individus, des employeurs et des décideurs politiques, contribuant ainsi à la croissance économique et à la cohésion sociale.

¹⁵ Gouvernement Luxembourgeois, OECD Skills Strategy: des recommandations pour renforcer les compétences au Luxembourg, 02/2023

Éducation : Chatbot IA souverain pour soutenir les programmes éducatifs

La vision stratégique pour l'adoption de l'IA promeut l'utilisation responsable, une gouvernance robuste des données et des garanties solides en matière de confidentialité. Dans l'éducation, plusieurs programmes existent pour divers parcours, niveaux scolaires et contextes linguistiques, ce qui crée une complexité pour les enseignants, les décideurs politiques, et autres parties prenantes. Les dépôts numériques sont souvent statiques et fragmentés, rendant l'obtention d'une vue d'ensemble du paysage curriculaire difficile.

En construisant une base de données dynamique, hébergée localement, et en la couplant avec des outils alimentés par l'IA, ce projet phare s'inscrit dans la stratégie nationale de l'IA du Luxembourg et ses objectifs de souveraineté des données. La solution non seulement facilite l'exploration et la planification des programmes, mais également d'adopter des approches pédagogiques axées sur l'apprenant et préparées pour l'avenir. En fin de compte, elle garantit une innovation en harmonie avec la préservation des valeurs fondamentales, telles que la confidentialité, l'autonomie et l'accès aux opportunités éducatives.

Ceci vise à révolutionner la manière dont les enseignants, les administrateurs, les décideurs politiques et les étudiants interagissent avec les programmes éducatifs en créant une plateforme locale de l'IA. L'objectif principal est de construire une base de données multidimensionnelle contenant tous les programmes du système scolaire, entièrement interconnectée et continuellement mise à jour, puis d'y ajouter des capacités de recherche intelligente et un *chatbot* alimenté par un grand modèle de langage (LLM).

Les ambitions clés incluent :

- **Gestion souveraine des données** : Héberger toute la solution sur des serveurs basés au Luxembourg pour garantir la protection des données, la confidentialité et la conformité aux réglementations nationales et européennes.
- **Répertoire dynamique des programmes** : Développer une base de données curriculaire robuste et multidimensionnelle permettant des mises à jour faciles, des interconnexions profondes et des insights granulaires sur les parcours éducatifs.
- **Enseignants et décideurs politiques autonomes** : Fournir des «widgets» modulaires et des fonctionnalités de recherche, permettant aux utilisateurs de découvrir des liens inter-curriculaires, d'identifier des sujets transversaux et d'informer les décisions politiques.
- **Enseignement et apprentissage améliorés par l'IA** : Exploiter la technologie LLM pour générer des plans de leçon personnalisés, des stratégies de différenciation pour les classes à capacités mixtes, des plans de soutien aux étudiants, et plus encore.
- **Renforcement des capacités évolutives** : Offrir des formations et un développement professionnel continu (CPD) aux enseignants, afin qu'ils puissent utiliser la nouvelle plateforme de manière efficace et responsable, favorisant une culture de la littératie en IA dans le paysage éducatif.

À travers ce projet, le Luxembourg se positionne à l'avant-garde de l'innovation éducative, démontrant comment des solutions d'IA souveraines et éthiquement gouvernées peuvent transformer la gestion des programmes et les pratiques en classe, tout en respectant la protection des données et les valeurs centrées sur l'humain.

Mobilité : Mouvement IA 1.0

Ce projet propose une approche innovante pour mieux comprendre les besoins de mobilité au Grand-duché. Son objectif est de permettre les décideurs politiques de cibler de manière encore plus efficace les investissements publics en la matière. En appliquant l'IA à des sources de données fragmentées, AI Move 1.0 permettra d'améliorer la qualité des données, d'en accélérer le traitement et d'en faciliter l'interprétation. Le résultat sera une meilleure disponibilité des données dans le domaine de la mobilité, avec la certitude que ces données sont adaptées à l'objectif, c'est-à-dire qu'elles fournissent les informations nécessaires aux décideurs politiques.

Cette initiative répond au besoin réel de renforcer l'Observatoire digital de la Mobilité (OdM), objectif explicite de l'accord de coalition 2023-2028. Les bénéfices pour la politique de mobilité du gouvernement sont démultipliés si ce renforcement est accompagné par de l'IA. En l'occurrence, le champ d'application d'AI Move 1.0 concerne un huitième du budget de l'État (13 % du budget 2023 alloué au ministère de la Mobilité et des Travaux publics) et plus largement les investissements dans la mobilité des entreprises et des ménages.

Grâce à une meilleure disponibilité des données de haute qualité sur la mobilité, AI Move 1.0 débloque les avantages suivants :

- **Social** : Les méthodes de l'IA permettent d'approfondir l'analyse des données de mobilité existantes et à créer, conduisant à une compréhension plus profonde des besoins de mobilité des personnes. Une meilleure connaissance des besoins à satisfaire permet de cibler encore plus efficacement les investissements et d'améliorer davantage l'accès à la mobilité.

- **Économique** : Il existe déjà une forte demande pour des données de mobilité de haute qualité. AI Move 1.0 élargira ce champ et renforcera la communauté des producteurs et consommateurs de données de mobilité au Luxembourg. Cela créera un terreau propice à l'innovation.
- **Environnemental** : L'accélération de l'atteinte des objectifs de répartition modale en faveur de moyens de transport moins polluants peut entraîner des bénéfices environnementaux secondaires.
- **Collaboration et synergies** : AI Move 1.0 s'aligne avec les initiatives européennes des « systèmes de transport intelligents » et de l'espace de données de mobilité, favorisant la coopération transfrontalière. Un exemple de cette collaboration en cours est le projet **LuxMobil** d'OdM, réalisé en étroite coordination avec nos voisins français, belges et allemands, afin de produire une vision internationale unique de la mobilité transfrontalière.

Dans cet écosystème, AI Move 1.0 met particulièrement l'accent sur les producteurs de données publiques. Ils constituent le pilier principal du paysage des données de mobilité au Luxembourg, car ils fournissent la majorité des services et infrastructures de mobilité. Ceci ne diminue pas les contributions et l'importance des autres acteurs de l'écosystème. AI Move 1.0 est conçu comme une étape initiale et fondamentale. Il reconnaît que même les analyses les plus sophistiquées nécessitent une base de données solide et fiable, et que les données publiques en constituent une grande partie. À mesure que cette base se forme, de nouvelles opportunités peuvent émerger. Les institutions de recherche et les entreprises privées pourraient diriger le développement d'analyses avancées ou contribuer de nouveaux types de données, soit en soutien à la mission centrale de l'OdM, soit dans le cadre de leurs propres initiatives.

Cybersécurité :

Démocratiser la cybersécurité

Les données de renseignement sur les menaces de cybersécurité sont rarement partagées et restent des flux propriétaires, limitant l'innovation et renforçant la position des fournisseurs oligopolistiques. En conséquence, des prix inabordables laissent les PME (représentant plus de 95 % de l'économie de l'UE) vulnérables, posant des risques significatifs pour les chaînes d'approvisionnement et la stabilité économique. Pour renforcer la résilience économique, les PME ont donc besoin d'un accès à des solutions de sécurité abordables, les protégeant contre le paysage de menaces en constante évolution.

Une manière efficace de remédier à cette faiblesse du marché est **d'ouvrir l'économie des données de cybersécurité**. L'économie des données repose sur les infrastructures cloud. Pour cette raison, le Luxembourg participe à l'IPCEI Next Generation Cloud Infrastructure and Services (IPCEI-CIS) et sa contribution se concrétisera par le projet macro CCloud & dAta SecUrity reSource cENter (CLAUSEN), créant le premier **Open Cybersecurity Data Space** (OCDS) en Europe. Un tel espace de données favorise les synergies en facilitant la collecte et l'échange de données liées à la cybersécurité telles que les renseignements sur les menaces, les vulnérabilités et l'efficacité des mesures de protection. De plus, il nourrit les fabriques d'IA avec des données de cybersécurité, qui sont indispensables à la création de nouveaux outils de cybersécurité autonomes que les PME peuvent se permettre. Alors que des menaces cyber rapides et sophistiquées nécessitent des réponses promptes et efficaces, l'ambition du présent projet phare est de soutenir davantage l'écosystème de cybersécurité avec l'IA, appliquée à de vastes quantités de données de cybersécurité brutes et contextualisées.

- **En premier objectif**, le projet vise à mieux comprendre les adversaires en utilisant les outils existants de collecte de renseignements sur les menaces et en transformant les données brutes en informations de valeur. L'intégration de ces données permettra une analyse plus rapide des comportements malveillants et le traitement d'un plus grand volume d'activités. Les renseignements obtenus seront partagés avec la communauté de cybersécurité, les forces de l'ordre et les autorités judiciaires pour aider à identifier et combattre les menaces cyber, sécurisant ainsi les entreprises et les citoyens. Enfin, les renseignements sur les menaces collectés seront agrégés avec l'aide de l'IA dans des rapports de météo cyber.

- **Comme objectif secondaire**, le projet vise à renforcer la gouvernance, la gestion des risques et la conformité pour les PME. De nouvelles informations sur les risques, y compris des métriques et des techniques d'atténuation liées à l'adoption de nouvelles technologies de l'IA, seront fournies. De plus, l'utilisation de nouveaux modèles continuellement mis à jour démocratisera la gouvernance et la gestion des risques en fournissant des interfaces humaines faciles à utiliser, alimentées par l'IA. Cela permettra une intégration proactive et sécurisée de l'IA pour améliorer la précision des décisions de traitement des risques et des investissements. Les PME seront soutenues dans leur parcours de conformité en offrant une plateforme qui les aide à concevoir et à mettre en œuvre des politiques, des procédures et des directives de sécurité de l'information adaptées.
- **Le troisième objectif** se concentre sur la gestion des risques liés aux technologies émergentes. Ceux-ci couvrent les vulnérabilités inhérentes des systèmes de l'IA et la menace quantique pour la cryptographie. Pour relever ces défis, l'écosystème luxembourgeois a besoin de conseils, d'infrastructures de test et d'outils pour adopter la cryptographie post-quantique (PQC), ainsi que de mécanismes pour évaluer les implémentations de l'IA, les modèles et les processus d'apprentissage automatique.

Énergie : Améliorer la transition énergétique du Luxembourg par l'intégration de données en temps quasi-réel

Alors que le Luxembourg progresse dans la transition énergétique et passe à un système énergétique décentralisé et décarboné, sa gestion devient plus complexe à mesure que de nouvelles dynamiques apparaissent avec un nombre croissant de producteurs-consommateurs, de sources renouvelables, d'actifs électriques et de vecteurs énergétiques. Le projet vise à adresser les défis tels que les limitations du réseau, l'expansion des données, les prix volatils, la consommation fluctuante, les congestions et les vecteurs énergétiques multiples dans la prochaine phase de la transition énergétique, en appliquant un changement de paradigme dans la gestion du système énergétique du pays : l'opération en temps quasi-réel du futur système énergétique.

L'approche cible à positionner le Luxembourg comme vitrine d'un système énergétique efficace et numérisé. Un système énergétique abordable, durable et sécurisé sera garanti tout en débloquant la flexibilité nécessaire du système et l'adaptabilité du marché. La vision est d'améliorer le système énergétique du Luxembourg en exploitant les capacités de l'IA, le rendant plus robuste, sécurisé et durable, tout en garantissant une énergie abordable pour tous.

Pour atteindre cet objectif, les aspects suivants seront couverts :

- **Exploitation des données énergétiques en temps quasi-réel** : Collecter et utiliser la vaste quantité de données générées par diverses sources d'énergie (par exemple, électricité, gaz, chaleur et hydrogène) en temps quasi-réel pour créer un système de gestion de l'énergie hautement optimisé, économiquement viable et durable. Les interactions des flux de données existants seront cartographiées et de nouvelles seront créées tout en assurant l'harmonisation et la cybersécurité.

- **Exploitation de l'informatique avancée et de l'IA** : Développer des outils de l'IA qui permettent l'opération en temps quasi-réel du système énergétique. Par exemple, détection des pannes, maintenance prédictive des actifs, reconfiguration du réseau, surveillance des vecteurs énergétiques multiples, tarifs dynamiques explicites en temps réel, optimisation solaire et éolienne, véhicule au réseau. Établir un bac à sable de l'IA pour l'énergie pour permettre aux développeurs et aux chercheurs de tester les performances et le comportement des modèles d'IA, d'évaluer la fiabilité des différents algorithmes d'IA, d'identifier et de mitiger les risques et biais potentiels, et de tester la conformité réglementaire.
- **Développement de la communication bidirectionnelle et en temps quasi-réel** : Mise en place de canaux de communication bidirectionnels pour acquérir des données, surveiller et contrôler de manière optimale le système énergétique en temps quasi-réel.

L'impact attendu englobe une multitude d'aspects. Économiquement, l'intégration de la prise de décision basée sur l'IA vise à réduire les coûts opérationnels et à créer de nouvelles opportunités de marché. Environnementalement, l'opération en temps quasi-réel permettra de prendre des décisions énergétiques avec un équilibre entre l'abordabilité, la durabilité, la sécurité de l'approvisionnement et la résilience. En équilibrant l'offre et la demande et en optimisant la production, le stockage et la consommation d'énergie renouvelable, le projet actuel contribuera directement aux objectifs climatiques. Socialement, la participation active des citoyens est encouragée, permettant aux consommateurs de s'engager sur les marchés de l'énergie, d'ajuster leur consommation en fonction des prix dynamiques et de bénéficier des programmes de réponse à la demande. En conséquence, la littératie énergétique est améliorée.

Sciences du climat : Jumeau numérique régional du changement climatique

L'impact économique croissant du changement climatique souligne l'urgence de solutions innovantes pour la résilience. À mesure que les risques augmentent, le marché de l'analyse prédictive des risques devrait passer de 22 milliards de dollars en 2019 à 55 milliards de dollars d'ici 2027¹⁶. Le projet **Regional Digital Twin Climate Change (RDTCC)** a pour ambition de répondre à ce besoin en fournissant des services climatiques avancés et des solutions de gestion des risques pour l'énergie, la finance, l'agriculture et les services publics. Le projet exploitera les données, l'IA, le HPC, le cloud souverain et l'interopérabilité des plateformes de l'UE pour développer un portefeuille complet de services climatiques.

Ses principaux objectifs sont les suivants :

- Améliorer la résilience au changement climatique pour les organismes gouvernementaux et les industries critiques,
- Faire progresser les algorithmes de l'IA pour les applications de prédiction et de gestion des risques,
- Établir le Luxembourg comme un leader mondial de la technologie des jumeaux numériques et des services climatiques.

L'initiative s'appuiera sur des contextes européens et nationaux favorables, en alignement avec Destination Earth (DestinE), une initiative européenne ambitieuse visant à développer une réplique numérique très précise de la Terre pour surveiller, simuler et prédire les changements climatiques et environnementaux. Elle tirera parti des activités initiées par la LSA et l'ESA, telles que le prototype de jumeau numérique des inondations au Luxembourg en 2024 et l'étude d'architecture et les cas d'utilisation du RDTCC en 2025. Cette approche stratégique pose les bases du développement industriel à partir de 2026.

En tirant parti de l'expertise et des avancées technologiques développées par le Space Hub de la Luxembourg AI Factory, le RDTCC appliquera l'IA et le HPC pour optimiser les évaluations régionales de l'impact climatique, permettant une analyse précise des risques et une prise de décision éclairée. Le système intègre des images satellites, des mesures locales in-situ, des cartes topographiques et des données régionales auxiliaires, les ingérant et les traitant automatiquement en utilisant MeluXina(-AI) et les capacités d'hébergement sur les solutions de cloud souverain du Luxembourg. Une caractéristique clé est son interopérabilité avec DestinE, qui fournit les scénarios climatiques mondiaux que le RDTCC affinera en modèles haute résolution et spécifiques à la région.

Le projet **améliora les services climatiques multisectoriels, en fournissant des modèles IA prédictifs et des simulations de scénarios**, adaptés aux secteurs de l'énergie, des services financiers et des infrastructures numériques, et soutiendra des jumeaux numériques spécifiques aux secteurs tels que ceux de l'énergie et des transports, garantissant un écosystème numérique cohérent et évolutif. De plus, des outils alimentés par l'IA, y compris des assistants virtuels et des fonctions de recherche avancées, permettront des analyses en temps réel et une récupération efficace des données, permettant aux entreprises et aux décideurs politiques d'anticiper et de réduire les risques.

Le consortium sera composé d'acteurs luxembourgeois clés dans l'IA, le Cloud et le HPC tels que les centres de recherche, les universitaires, les entreprises privées, les fabriques européennes de l'IA et d'autres agences nationales ayant une expertise ou besoins pertinents et confirmant leur intérêt à participer au projet.

¹⁶ Fortune Business Insights, Risk Analytics Market Size to Touch USD 54.95 Billion by 2027, (23.06.2020)

Espace : Durabilité de l'espace

Les technologies et applications spatiales jouent un rôle crucial dans notre vie quotidienne, en permettant la navigation GPS, les prévisions météorologiques et les communications mondiales. En raison du nombre croissant de satellites lancés, l'espace devient encombré. Par conséquent, pour continuer à bénéficier des technologies spatiales, il est essentiel de garantir un espace durable. La position du Luxembourg dans le secteur spatial est bien établie avec de grands opérateurs bien établis, un écosystème étendu de startups et de PME ainsi qu'un cadre juridique pour les activités spatiales.

Le projet actuel abordera le problème complexe de la durabilité spatiale en différentes phases :

- **Space Situational Awareness (SSA)** : Améliorer la SSA avec des outils d'IA pour l'identification des objets, l'optimisation des manœuvres et la prévention de collisions. L'utilisation d'observations terrestres et de radars en combinaison avec des données spatiales est prévue. Le développement des capacités de gestion des données SSA, allant de la collecte, l'agrégation, la détection des erreurs, l'estimation des biais et à l'archivage, est encouragé. Des bases de données SSA hébergées sur une infrastructure cloud souveraine et d'un marché SSA seront explorés.
- **Santé des satellites** : Optimiser la maintenance des engins spatiaux. L'IA révolutionnera l'analyse de la santé des satellites grâce à l'apprentissage automatique, l'analyse prédictive et la détection d'anomalies. L'IA pourrait surveiller les données de télémétrie des satellites en temps réel et détecter des anomalies qui indiquent des dysfonctionnements de capteurs, des problèmes de communication, des écarts par rapport

aux schémas ou une consommation d'énergie inattendue. L'IA pourrait potentiellement signaler la nécessité d'actions (maintenance prédictive) à partir de la télémétrie historique, de facteurs environnementaux tels que la météo spatiale ou de comportements anormaux précédents.

- **Autonomie à bord et services en orbite** : Renforcer la durabilité dans l'espace en permettant de (i) planifier des itinéraires efficaces et prendre des décisions en temps réel pour les missions spatiales ainsi que (ii) prolonger la durée de vie des engins spatiaux, réutiliser des modules et désorbiter des objets qui ne peuvent pas manœuvrer vers un cimetière spatial. L'IA jouera un rôle crucial dans les services en orbite en permettant des opérations autonomes et efficaces pour réparer, ravitailler, relocaliser et désorbiter des satellites. Cela implique la vision par ordinateur, l'informatique en périphérie et l'apprentissage automatique pour la reconnaissance d'objets en temps réel. Le contrôle robotique peut être utilisé pour exécuter des opérations dédiées qui ne peuvent pas dépendre de la latence requise par la supervision humaine.
- **Fabrication dans l'espace** : La pierre angulaire d'une future économie spatiale. Des avancées en impression 3D, assemblage dans l'espace, réutilisation des débris, informatique en périphérie dans l'espace sont prévues.

La réalisation du projet actuel, largement portée par les initiatives des entreprises privées, comprendra le lancement de trois appels à projets couvrant les trois premières phases de l'initiative « Sustainability in Space ». Ces appels devraient encourager des projets de R&D industrielle dans les domaines de « l'IA pour la SSA », « l'IA pour la santé des satellites » et « l'IA pour l'autonomie à bord, pour les services en orbite » grâce à des aides financières attractives.

Patrimoine culturel : Un cadre stratégique pour l'intégration de l'IA dans le secteur culturel luxembourgeois

Les institutions culturelles assurent un équilibre essentiel entre progrès technologique et valeurs humaines. Le projet phare *Patrimoine Intelligent* vise à positionner le secteur culturel luxembourgeois comme consommateur et acteur impliqué dans le développement de solutions d'IA, en développant le cadre politique adapté. L'IA ouvre des perspectives inédites : relier des collections disparates par le biais de métadonnées intelligentes, détecter des motifs dans des archives multilingues, ou rendre accessibles d'immenses ensembles de données historiques. Le projet entend réduire la fracture numérique entre les grandes institutions et les archives locales grâce à des outils d'IA évolutifs, une infrastructure technique partagée et des dispositifs de transfert de connaissances. Des volets consacrés à l'éthique, à la protection de la création, aux outils innovants, à l'inclusion et à l'engagement du public renforceront l'esprit critique et favoriseront la souveraineté numérique à l'échelle nationale. En exploitant les capacités de l'IA, nous démocratiserons l'accès au patrimoine multilingue du Luxembourg, renforcerons les liens entre citoyens et mémoire collective, et ferons du pays un leader de la gestion patrimoniale augmentée par l'IA, en lien avec la stratégie nationale en matière d'intelligence artificielle.

Contexte :

Depuis une enquête menée en 2018 par le ministère de la Culture, le secteur du patrimoine culturel luxembourgeois présente des niveaux variés de maturité numérique. Le projet LuxTIME a approfondi ce diagnostic en proposant un consortium décentralisé pour structurer les activités de recherche. Ce projet phare, reconnu pour sa pertinence stratégique, vise à relever les enjeux et saisir les opportunités liées à l'IA dans le domaine culturel.

Les objectifs du projet sont les suivants :

- **Renforcer les archives et les collections :** Accompagner les institutions culturelles dans une gestion qualitative et pérenne de leurs données, tout en renforçant leur interopérabilité. Dans une économie des données, il est important de reconnaître ces compétences et savoir-faire comme des atouts stratégiques essentiels.
- **Faciliter la recherche et le développement :** Améliorer les processus internes des institutions patrimoniales et proposer des services innovants centrés sur l'utilisateur. Les projets associés facilitent la recherche intelligente, l'enrichissement des métadonnées, les liens sémantiques et l'accès multilingue.
- **Mettre en place un cadre éthique :** Établir des cadres juridiques transparents pour garantir que l'innovation en IA respecte les droits des créateurs. Soutenir le secteur GLAM (Galeries, Bibliothèques, Archives et Musées) en établissant un cadre éthique propice à une innovation responsable et durable.
- **Sensibiliser et former le public :** Positionner l'État comme un catalyseur stratégique de l'innovation dans le secteur culturel. En créant des espaces d'expérimentation internes, prévoir des actions de sensibilisation et de formation ciblées pour les petites institutions GLAM.
- **Mettre en œuvre un modèle de gouvernance collaborative :** Instaurer un modèle de gouvernance flexible et adaptatif, capable d'évoluer avec les besoins des parties prenantes et le rythme soutenu des avancées en IA, tout en assurant une cohérence stratégique et en favorisant l'innovation.

Partie 5. Conclusion

Perspectives

Accélérer le déploiement de l'IA grâce à une culture de l'expérimentation

Pour saisir pleinement l'ambition du Luxembourg en matière de préparation à l'IA, un seul document stratégique ne saurait suffire. Depuis des décennies, le pays s'appuie sur une culture d'innovation et donc une culture d'adoption d'avancées technologiques. Ceci fait vivre une économie fondée sur les compétences.

Cet esprit se reflète dans l'approche de l'innovation du Luxembourg, où les questions difficiles sont systématiquement abordées en premier, en menant des discussions sur les implications éthiques et réglementaires. Grâce à la taille agile, vision technologique cohérente et collaboration étroite entre les régulateurs, les ministères, les organisations et le secteur privé, le Luxembourg se positionne comme un véritable terrain d'expérimentation, un accélérateur et un incubateur d'innovation, toujours avec une perspective européenne et internationale élargie. Cette dynamique constitue l'une des plus grandes forces du Grand-Duché et fait du Luxembourg un catalyseur de premier plan pour l'émergence et la mise sur le marché de nouvelles applications et solutions de l'IA.

Des années de réorientation, d'expérimentation et de spécialisation ont permis de se concentrer sur ces points essentiels: cultiver les compétences des talents, leur fournir une infrastructure propice à l'innovation et, toujours, garantir la protection des droits et libertés fondamentaux. Les régulateurs savent comment dialoguer ouvertement avec les entrepreneurs à la

pointe de la technologie afin de comprendre leurs défis précis. Une trajectoire qui concilie innovation et protection des droits individuels. En tant que pionnier de la technologie financière, par exemple, le Luxembourg a su relever les défis réglementaires nécessaires pour renforcer la sécurité, la confiance et les obligations éthiques lors de la transformation rapide d'une industrie globale et sophistiquée. Pour faire progresser les nouvelles technologies, l'accent est mis sur des solutions ayant un impact direct sur la vie quotidienne des concitoyens. Cela a été démontré, que ce soit à travers des appels à projets (comme les projets pilotes 5G), des financements (tel que le Digital Tech Fund) ou des nouvelles infrastructures (comme MeluXina).

Cette unité d'action a permis d'allouer les fonds nécessaires pour renforcer les compétences de la main-d'œuvre et le déploiement d'infrastructures de nouvelle génération, comme la fibre optique ultra-haut débit pour chaque foyer. Cette stratégie en matière de l'IA repose sur les perspectives et recommandations issues de tous les secteurs, ministères et segments de la société. Elle adopte une approche véritablement holistique, considérant l'IA non seulement comme une avancée technologique, mais aussi comme une nouvelle ère de collaboration entre l'humain et la machine.

Éditeur

Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg
33, boulevard Roosevelt
L-2450 Luxembourg
Luxembourg

Auteur

Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg

Layout

Cropmark

Impression

Imprimerie Reka

Mai 2025



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG