

CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACTE CLIMAT

RAPPORT FINAL 2023

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt

QUALITÉ DE LAIR



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

Administration de l'environnement

INTRODUCTION

Le programme national de la qualité de l'air adopté en 2017 a prévu d'impliquer les communes en intégrant la qualité de l'air dans le Pacte climat. Après cinq campagnes de mesurage consécutives entre 2018 et 2022 les communes ont été invitées à participer à une nouvelle campagne en 2023.

La campagne de mesurage vise le polluant NO₂ et se déroule sur une année complète. Au Luxembourg ce polluant n'est pas problématique en ce qui concerne le respect de la valeur limite horaire. Mais une attention particulière est à apporter au respect de la valeur limite annuelle. Bien qu'il ait été possible au cours des dernières années de réduire les concentrations de NO₂ en-dessous de la valeur limite annuelle actuelle de 40 µg/m³, il faut considérer qu'une nouvelle valeur limite annuelle de 20 µg/m³ sera applicable au niveau européen à partir de 2030 [13].

Les principaux **objectifs** de la campagne de mesurage sont :

- de mieux informer les citoyens ;
- de sensibiliser les communes et leurs habitants à la qualité de l'air en ce qui concerne le polluant NO₂ et de les motiver à contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air.

Les mesurages servent également

- à faire un état des lieux pour être en mesure de pouvoir ultérieurement quantifier et communiquer l'impact des efforts entrepris pour améliorer la qualité de l'air ;
- à comparer les résultats au niveau national par l'organisation d'une campagne commune ;
- à compléter et affiner les mesurages et modélisations de l'Administration de l'environnement sur la répartition géographique des niveaux du NO₂ sur l'ensemble du G.D. de Luxembourg ;
- à identifier de nouveaux emplacements avec dépassement (« hotspots ») ou risque de dépassement (points critiques) de la valeur limite.

L'**Administration de l'environnement**, en collaboration avec la **Klima-Agence**, a organisé plusieurs réunions d'information pour conseiller les communes dans le choix des points de mesurages sur leur territoire afin de garantir la conformité par rapport aux exigences techniques de la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air. Par ailleurs, l'Administration de l'environnement a organisé des séances de formation pour les agents communaux en charge de la mise en place des points de mesurages et de la collecte des échantillons. Elle a en outre mis à la disposition des communes le support de mesurage et a organisé la distribution, la collecte et l'envoi groupé des échantillons au laboratoire d'analyses. Finalement, elle a procédé au traitement et à la validation des résultats d'analyses et à l'envoi des résultats aux communes.

Les **communes** se sont chargées de la mise en place des dispositifs de mesurage, de la collecte des échantillons et de leur transport à l'Administration de l'environnement. Par ailleurs, les communes couvrent elles-mêmes les frais des analyses.

La fourniture des tubes passifs ainsi que la détermination de la concentration en NO₂ de chaque échantillon ont été réalisés par la société **PASSAM AG** en Suisse.

MESURAGES

EMPLACEMENTS ET DUREE

La campagne de 2023 s'est déroulée du 4 janvier au 20 décembre.

Les emplacements ont été choisis par les communes elles-mêmes. 33 communes ont participé avec un total de 115 points de mesure. Il s'agit des communes suivantes: Bettembourg, Contern, Dalheim, Diekirch, Differdange, Dudelange, Echternach, Erpeldange-sur-Sûre, Esch/Alzette, Ettelbruck, Flaxweiler, Grevenmacher, Hesperange, Kopstal, Larochette, Leudelange, Mamer, Mersch, Mertert, Mondercange, Niederanven, Roeser, Rumelange, Schengen, Schieren, Schifflange, Schuttrange, Steinfort, Steinsel, Strassen, Waldbillig, Waldbredimus et Weiler-la-Tour.

Les communes de Erpeldange-sur-Sûre et de Flaxweiler ont participé à la campagne pour la première fois en 2023.

L'Administration de l'environnement a ajouté 8 emplacements supplémentaires sur les territoires des villes de Luxembourg, d'Esch-sur-Alzette et de Remich ainsi que sur les territoires des communes de Wiltz et de Beidweiler.

La Ville de Luxembourg opère déjà son propre réseau de mesure. Bien que les intervalles d'exposition des échantillons et la méthode d'analyse soient coordonnés avec la présente campagne, les résultats de mesure du réseau de la Ville de Luxembourg ne font pas partie de ce rapport mais ils peuvent être consultés sur le site internet de la Ville de Luxembourg :

<https://www.vdl.lu/fr/la-ville/engagements-de-la-ville/actions-environnementales/preserver-la-qualite-de-lair>

METHODE DE MESURAGE ET D'ANALYSE

Les échantillons sont collectés toutes les deux semaines à l'aide d'un équipement simple, celui des tubes à diffusion passive, afin de déterminer la concentration en dioxyde d'azote NO₂ à des endroits précis. Avec cette méthode, le coût d'un emplacement de mesure est nettement plus avantageux et l'instrumentation plus facile à mettre en œuvre que pour une station de mesure de référence.

L'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre pendant une durée fixée, à environ 3 mètres de hauteur, des tubes adsorbants. Par simple diffusion du polluant présent dans l'air, celui-ci va être piégé par l'échantillonneur. Les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire par spectrophotométrie, sous couvert d'accréditation ISO 17025:2017.

A noter que l'Administration de l'environnement a participé en 2021/2022 avec succès à un exercice d'intercomparaison organisé par les réseaux de mesure étatiques allemands et qui a démontré l'adéquation de la méthode de mesure par tubes passifs pour la détermination de la valeur moyenne annuelle [14].

RESULTATS

Le tableau ci-après montre les résultats des moyennes annuelles par emplacement, classés par ordre alphabétique des communes. Pour quelques emplacements il n'y avait pas assez de valeurs individuelles pour être représentatives et par conséquent ces moyennes annuelles ne sont données qu'à titre indicatif dans ce tableau (valeurs entre parenthèses) et ne seront plus reprises dans la suite du rapport. Les emplacements ajoutés par l'Administration de l'environnement sont marqués par « -AEV ».

| Commune | Localité | Adresse | IdAEV | Moyenne annuelle 2023 [µg NO ₂ /m ³] |
|---------------------|---------------------|--|---------|---|
| Beidweiler-AEV | Beidweiler | CR129 Eschweiler -> Beidweiler | NBEER02 | 4 |
| Beidweiler-AEV | Beidweiler | CR129 Eschweiler -> Beidweiler | NBEER01 | 5 |
| Bettembourg | Bettembourg | 63, route d'Esch | NBERG02 | 19 |
| Bettembourg | Bettembourg | 45, route de Mondorf | NBERG04 | 19 |
| Bettembourg | Bettembourg | 24, route de Luxembourg | NBERG03 | 19 |
| Contern | Oetrange | 2A, Montée d'Oetrange | NOEGE01 | 12 |
| Contern | Moutfort | 64, route de Remich | NMORT01 | 13 |
| Contern | Contern | 15, rue de Luxembourg | NCORN01 | 9 |
| Dalheim | Welfrange | 6, Schléiwegaass | NWEGE02 | 5 |
| Dalheim | Welfrange | 15, Munnerëferwee | NWEGE01 | 6 |
| Dalheim | Filsdorf | 9, Am Eck | NFIRF02 | 6 |
| Dalheim | Filsdorf | 4, Munnerëferstrooss | NFIRF01 | 12 |
| Dalheim | Dalheim | 4, Waasserklapp | NDAIM02 | 7 |
| Dalheim | Dalheim | 15, Kettegaass | NDAIM01 | 10 |
| Diekirch | Diekirch | 14-16, Esplanade | NDIEH02 | 17 |
| Diekirch | Diekirch | 15, rue de Stavelot | NDIEH01 | 21 |
| Diekirch | Diekirch | 7, rue Alexis Heck | NDIEH03 | 23 |
| Differdange | Oberkorn | 202, av. Charlotte | NDIGE07 | (22) |
| Differdange | Niederkorn | 144, avenue de la Liberté | NDIGE02 | (28) |
| Differdange | Niederkorn | 24, rue des Ecoles | NDIGE04 | (24) |
| Differdange | Niederkorn | 49, rue de Longwy | NDIGE10 | (13) |
| Differdange | Fousbann | 324, rue Woiwer | NDIGE09 | (14) |
| Differdange | Differdange | 16, rue Emile Mark | NDIGE05 | (23) |
| Dudelange | Dudelange | 8, route de Boudersberg | NDUGE09 | 9 |
| Dudelange | Dudelange | 55, av. Grande-Duchesse Charlotte | NDUGE07 | 10 |
| Dudelange | Dudelange | 34, rue du Commerce | NDUGE05 | 16 |
| Dudelange | Dudelange | X - rue de la Libération - rue du Centenaire | NDUGE08 | 17 |
| Dudelange | Dudelange | 206, route de Luxemborug | NDUGE06 | 19 |
| Echternach | Echternach | 57, rue des Remparts | NECCH03 | 32 |
| Echternach | Echternach | 21, rue Ermesinde | NECCH02 | (19) |
| Erpeldange-sur-Sûre | Ingeldorf | 39A, rue de la Sûre | NINFR02 | 8 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Ingeldorf | 22-24, route d'Ettelbrück | NINFR01 | 15 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Erpeldange-sur-Sûre | 47, Porte des Ardennes | NERRE01 | 8 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Burden | 4, rue St Hubert | NBUEN01 | 5 |
| Esch-Alzette | Esch-Alzette | 205, rue de Luxembourg | NESTE08 | 22 |
| Esch-Alzette | Esch-Alzette | 18, Neudorf | NESTE09 | 25 |

| Commune | Localité | Adresse | IdAEV | Moyenne annuelle 2023 [µg NO ₂ /m ³] |
|------------------|---------------|---|---------|---|
| Esch-Alzette-AEV | Esch-Alzette | 48, boulevard Kennedy (LE) | NESTE10 | 30 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch-Alzette | 48, boulevard Kennedy (LE) | NESTE11 | 30 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch/Alzette | 69, rue Arthur Useldinger (LE) | NESTE13 | 13 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch/Alzette | 69, rue Arthur Useldinger (LE) | NESTE12 | 13 |
| Ettelbruck | Warken | 67, rue de Welscheid | NWAENO1 | 10 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 39, rue Philippe Manternach | NETCK06 | 8 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 57, rue Grande-Duchesse Josephine Charlotte | NETCK04 | 9 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 22, rue Pierre Wisser | NETCK05 | 15 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 7, rue du Deich | NETCK07 | 16 |
| Ettelbruck | Ettelbruck | 26, avenue Kennedy | NETCK03 | 26 |
| Flaxweiler | Gostingen | 5-7, rue Bildgen | NGOSE01 | 6 |
| Flaxweiler | Flaxweiler | 3b, rue Héicht | NFLER01 | 7 |
| Grevenmacher | Grevenmacher | 2, rue Kummert | NGRER02 | 25 |
| Hesperange | Hesperange | 398, route de Thionville | NHEGE01 | 21 |
| Hesperange | Hesperange | 4-6, rue de Gasperich | NHEGE02 | 26 |
| Hesperange | Alzingen | 512, route de Thionville | NALEN01 | 17 |
| Kopstal | Kopstal | 22, rue de Luxembourg | NKOAL01 | 15 |
| Kopstal | Bridel | 49, rue de Luxembourg | NBRELO1 | 12 |
| Kopstal | Bridel | 16, rue J.-F. Kennedy | NBRELO2 | (7) |
| Larochette | Larochette | 24, rue de Medernach | NLATE02 | 12 |
| Larochette | Larochette | 42, rue de Mersch | NLATE01 | 21 |
| Larochette | Ernzen | 19, montée d'Ernzen | NEREN01 | 6 |
| Leudelange | Leudelange | 6, rue de la Vallée | NLEGE01 | 9 |
| Leudelange | Leudelange | 13, rue du Lavoir | NLEGE04 | 9 |
| Leudelange | Leudelange | 19-21, rue de Cessange | NLEGE02 | 10 |
| Leudelange | Leudelange | 27, rue de Luxembourg | NLEGE03 | 14 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | rue de Bonnevoie | NLURG13 | 16 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | rue de Bonnevoie | NLURG14 | 16 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | 2-4, avenue de la Liberté | NLURG07 | 17 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | 43, boulevard Royal | NLURG09 | 21 |
| Mamer | Mamer | 5, rue Dangé St. Romain | NMAER03 | 10 |
| Mamer | Mamer | 38, rue du Commerce | NMAER05 | 14 |
| Mamer | Mamer | 63, route d'Arlon | NMAER04 | 15 |
| Mamer | Holzem | 7, route de Garnich | NHOEM01 | 8 |
| Mamer | Capellen | 69-71, rue Pafebruch | NCAEN04 | 10 |
| Mamer | Capellen | 67, route d'Arlon | NCAEN03 | 13 |
| Mersch | Mersch | rue Agrocentre | NMECH03 | 9 |
| Mersch | Mersch | 27, rue de Beringen | NMECH02 | 11 |
| Mersch | Mersch | 17, rue Grande-Duchesse Charlotte | NMECH01 | 19 |
| Mertert | Wasserbillig | 39, Grand-Rue | NWAIG01 | (24) |
| Mertert | Wasserbillig | 16, route de Luxembourg | NWAIG04 | (18) |
| Mondercange | Pontpierre | 13, rue de Schifflange | NPORE01 | 15 |
| Mondercange | Mondercange | 21, rue d'Ehlerange | NMOGE03 | 12 |
| Mondercange | Foetz | 5, rue du Brill | NFOTZ01 | 23 |
| Niederanven | Senningerberg | 16, route de Trèves | NSERG02 | 13 |
| Niederanven | Senningerberg | 4-6, rue du Golf | NSERG01 | 14 |
| Niederanven | Rameldange | 88, rue Principale | NRAGE01 | 8 |
| Niederanven | Niederanven | 178B, route de Trèves | NNIEN01 | 16 |

| Commune | Localité | Adresse | IdAEV | Moyenne annuelle 2023 [µg NO ₂ /m ³] |
|----------------|----------------|-----------------------------------|---------|---|
| Niederanven | Niederanven | 59, rue Gabriel Lippmann | NNIEN02 | 17 |
| Niederanven | Hostert | 7, rue de la Gare | NHORT02 | 8 |
| Remich-AEV | Remich | 10, Enz | NRECH02 | 31 |
| Roeser | Livange | 7, rue de Peppange | NLIVA01 | 14 |
| Roeser | Crauthem | 32, rue de Bettembourg | NCREM02 | 11 |
| Roeser | Berchem | 19, rue de Bettembourg | NBEEM01 | 13 |
| Rumelange | Rumelange | rue du Parc - Terrain de Football | NRUGE06 | 5 |
| Rumelange | Rumelange | 77, rue du Cimetière | NRUGE05 | 9 |
| Rumelange | Rumelange | 110, rue d'Esch | NRUGE03 | 14 |
| Rumelange | Rumelange | 58, rue des Martyrs | NRUGE04 | 14 |
| Rumelange | Rumelange | 26, Grand-Rue | NRUGE02 | 15 |
| Rumelange | Rumelange | 1, rue de l'Usine | NRUGE01 | 17 |
| Schengen | Wellenstein | 3, route de Mondorf | NWEIN01 | 9 |
| Schieren | Schieren | 1, Kreuzberg | NSCEN03 | 8 |
| Schieren | Schieren | 117, route de Luxembourg | NSCEN01 | 13 |
| Schieren | Schieren | 4A, route de Stegen | NSCEN02 | 13 |
| Schiffflange | Schiffflange | 28, rue de la Libération | NSCGE01 | (21) |
| Schiffflange | Schiffflange | 8, rue du Moulin | NSCGE02 | (16) |
| Schuttrange | Schuttrange | 77, rue Principale | NSUGE01 | 13 |
| Schuttrange | Munsbach | 178, rue Principale | NMUCH01 | 14 |
| Steinfort | Steinfort | Ecole | NSTRTO2 | 7 |
| Steinfort | Steinfort | 10, rue de Hobscheid | NSTRTO1 | 14 |
| Steinfort | Kleinbettingen | 12, rue de la Gare | NKLEN02 | 10 |
| Steinfort | Kleinbettingen | 4a, rue de Hagen | NKLEN01 | 15 |
| Steinfort | Hagen | 43, rue Principale | NHAEN01 | 8 |
| Steinfort | Grass | 15, rue Principale | NGRSS01 | 9 |
| Steinsel | Steinsel | 7, rue Paul Eyschen | NSTEL01 | 11 |
| Steinsel | Mullendorf | 23, rue des Champs | NMURF01 | 8 |
| Steinsel | Heisdorf | 33A, rue de Luxembourg | NHERF01 | 14 |
| Strassen | Strassen | 165, rue de Reckenthal | NSTEN03 | 10 |
| Strassen | Strassen | 121, rue des Romains | NSTEN01 | 13 |
| Strassen | Strassen | 12, Chaussée Blanche | NSTEN02 | 16 |
| Waldbillig | Waldbillig | 5, A Kilker | NWALG01 | 5 |
| Waldbillig | Waldbillig | 15A, rue de Christnach | NWALG02 | 8 |
| Waldbillig | Müllerthal | 1, rue des Rochers | NMUAL01 | 7 |
| Waldbillig | Haller | 17, rue Hallerbach | NHAER01 | 6 |
| Waldbillig | Christnach | 2, Schoulstrooss | NCHCH02 | 7 |
| Waldbillig | Christnach | 6A, Moellerdallerstrooss | NCHCH01 | 9 |
| Waldbredimus | Waldbredimus | 52, rue Principale | NWAUS01 | 7 |
| Waldbredimus | Trintange | 13, rue Principale | NTRGE02 | 7 |
| Waldbredimus | Trintange | 21, rue de Remich | NTRGE01 | 9 |
| Weiler-la-Tour | Syren | 6, rue de Moutfort | NSYEN01 | 10 |
| Wiltz-AEV | Wiltz | op der Lann | NWITZ01 | 14 |

TABLEAU 1 RESULTATS DES MESURAGES PAR EMPLACEMENT

EVALUATION

VALEUR LIMITE

Selon la directive européenne 2008/50/CE [10] la valeur limite annuelle applicable pour le NO₂ pour la protection de la santé humaine est de 40 µg/m³. Un projet de révision de la directive prévoit une nouvelle valeur limite de 20 µg/m³ applicable à partir de l'année 2030 [13].

ETALONNAGE ET INCERTITUDE DE MESURE

L'évaluation du respect de la valeur limite est faite après étalonnage et correction des valeurs mesurées à l'aide de la méthode par tubes passifs par rapport à la méthode de référence.

A cette fin, des mesurages en parallèle aux stations de mesurages fixes de l'AEV ont permis d'étalonner et de calculer l'incertitude de mesure de mise en œuvre de la méthode par tubes passifs par rapport à la méthode de référence pour la détermination des niveaux en NO₂ (EN 14211:2012). Les mesurages ont été réalisés à 4 emplacements différents présentant chacun un niveau annuel moyen en NO₂ différent (stations Esch-Gare, Luxembourg-Bonnevoie, Esch/Alzette et Beidweiler).

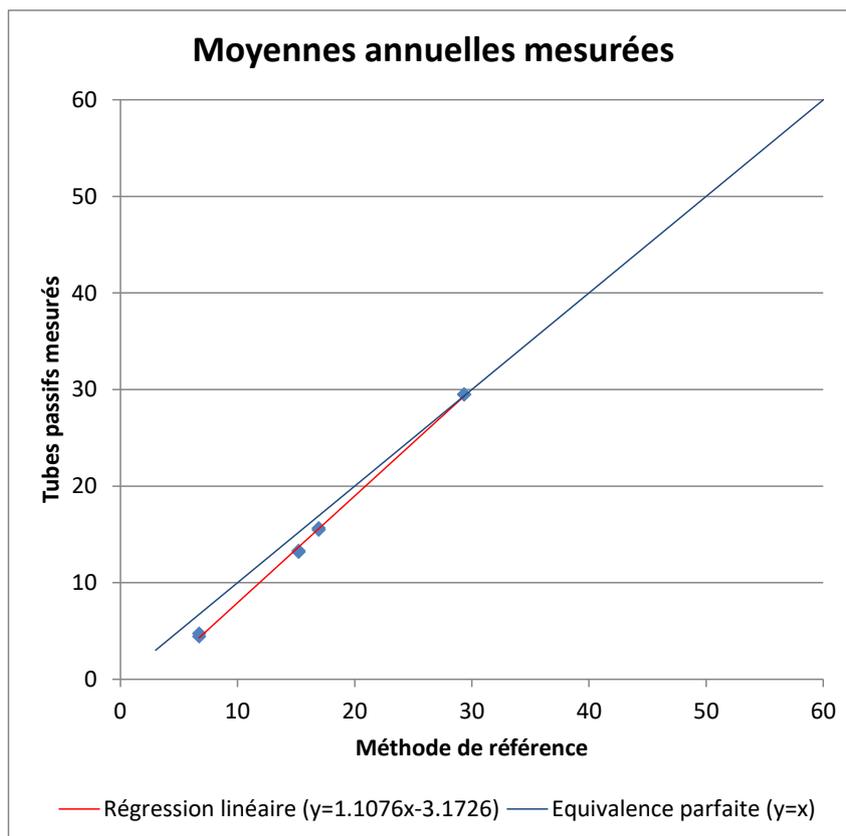


FIGURE 1 ETALONNAGE DES MOYENNES ANNUELLES MESUREES

L'incertitude a été calculée selon la norme EN ISO 20988 :2007 [11] pour les moyennes annuelles sur base de l'ensemble des valeurs mesurées valides. L'incertitude élargie pour la détermination de la valeur moyenne annuelle par la méthode par tubes passifs par rapport à la méthode de référence (avec un intervalle de confiance de 95%) équivaut à ± 3 µg/m³.

La moyenne des différences entre la méthode de référence et la méthode par tubes passifs est indiquée par le biais. Il équivaut à $-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ce qui signifie que la méthode par tubes passifs sous-estime en moyenne de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à la méthode de référence.

Par la suite, les résultats obtenus par la méthode par tubes passifs sont corrigés pour produire des résultats équivalents à ceux qui auraient été obtenus en utilisant la méthode de référence. La régression linéaire ($y=1.1076x-3.1726$) est appliquée pour décrire la relation entre les moyennes annuelles mesurées par tubes passifs et les moyennes annuelles mesurées par la méthode de référence.

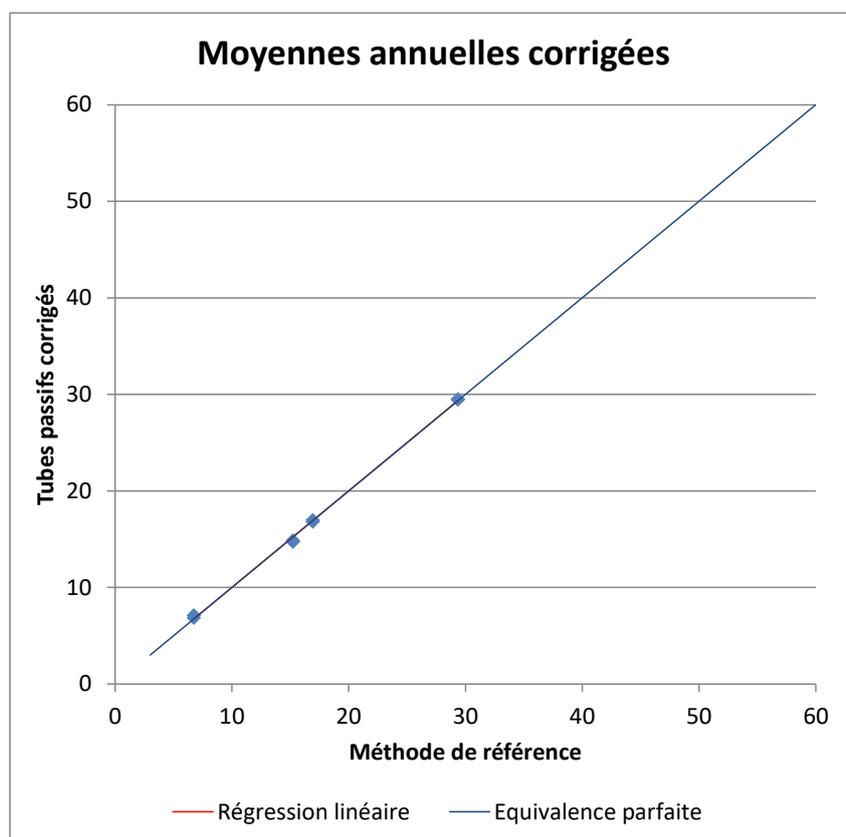


FIGURE 2 EQUIVALENCE DES MOYENNES ANNUELLES CORRIGES

Il en résulte que l'**incertitude élargie** pour la détermination de la valeur **moyenne annuelle** par la méthode par tubes passifs **corrigée** par rapport à la méthode de référence (avec un intervalle de confiance de 95%) est de $\pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La correction des valeurs mesurées permet ainsi d'une part de réduire l'incertitude et d'autre part de pouvoir comparer les résultats entre eux.

Cette incertitude est faible devant l'incertitude de mesure maximale de la méthode de référence donnée par la Directive 2008/50/CE [10] (15%, pour des mesurages élémentaires en continu au niveau de la valeur limite horaire, Annexe I, A).

A noter que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour évaluer la conformité par rapport à la valeur limite.

MOYENNES ANNUELLES CORRIGÉES 2023

Le tableau ci-après montre les moyennes annuelles mesurées et corrigées pour l'ensemble des emplacements qui ont présenté un nombre de valeurs individuelles valides suffisantes. Les emplacements ajoutés par l'Administration de l'environnement sont marqués par « -AEV ».

Les moyennes annuelles corrigées permettent d'évaluer les résultats par rapport à la valeur limite de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 et de les comparer entre différentes années de mesures.

En 2023, aucun emplacement n'a dépassé la valeur limite annuelle. La moyenne annuelle la plus élevée de la campagne de mesure s'élève à 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

| Commune | Localité | Adresse | IdAEV | Moyenne annuelle 2023 [$\mu\text{g NO}_2 / \text{m}^3$] | Moyenne annuelle 2023 corrigée [$\mu\text{g NO}_2 / \text{m}^3$] |
|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---------|---|--|
| Beidweiler-AEV | Beidweiler | CR129 Eschweiler -> Beidweiler | NBEER02 | 4 | 7 |
| Beidweiler-AEV | Beidweiler | CR129 Eschweiler -> Beidweiler | NBEER01 | 5 | 7 |
| Bettembourg | Bettembourg | 63, route d'Esch | NBERG02 | 19 | 20 |
| Bettembourg | Bettembourg | 45, route de Mondorf | NBERG04 | 19 | 20 |
| Bettembourg | Bettembourg | 24, route de Luxembourg | NBERG03 | 19 | 20 |
| Contern | Oetrange | 2A, Montée d'Oetrange | NOEGE01 | 12 | 14 |
| Contern | Moutfort | 64, route de Remich | NMORT01 | 13 | 15 |
| Contern | Contern | 15, rue de Luxembourg | NCORN01 | 9 | 11 |
| Dalheim | Welfrange | 6, Schléiwegaass | NWEGE02 | 5 | 8 |
| Dalheim | Welfrange | 15, Munnerëferwee | NWEGE01 | 6 | 8 |
| Dalheim | Filsdorf | 9, Am Eck | NFIRF02 | 6 | 9 |
| Dalheim | Filsdorf | 4, Munnerëferstrooss | NFIRF01 | 12 | 14 |
| Dalheim | Dalheim | 4, Waasserklopp | NDAIM02 | 7 | 10 |
| Dalheim | Dalheim | 15, Kettegaass | NDAIM01 | 10 | 12 |
| Diekirch | Diekirch | 14-16, Esplanade | NDIEH02 | 17 | 19 |
| Diekirch | Diekirch | 15, rue de Stavelot | NDIEH01 | 21 | 22 |
| Diekirch | Diekirch | 7, rue Alexis Heck | NDIEH03 | 23 | 23 |
| Dudelange | Dudelange | 8, route de Boudersberg | NDUGE09 | 9 | 11 |
| Dudelange | Dudelange | 55, av. Grande-Duchesse Charlotte | NDUGE07 | 10 | 12 |
| Dudelange | Dudelange | 34, rue du Commerce | NDUGE05 | 16 | 17 |
| Dudelange | Dudelange | X - rue Libération - rue Centenaire | NDUGE08 | 17 | 18 |
| Dudelange | Dudelange | 206, route de Luxemborug | NDUGE06 | 19 | 20 |
| Echternach | Echternach | 57, rue des Remparts | NECCH03 | 32 | 31 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Ingeldorf | 39A, rue de la Sûre | NINFRO2 | 8 | 10 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Ingeldorf | 22-24, route d'Ettelbrück | NINFRO1 | 15 | 16 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Erpeldange-sur-Sûre | 47, Porte des Ardennes | NERRE01 | 8 | 10 |
| Erpeldange-sur-Sûre | Burden | 4, rue St Hubert | NBUEN01 | 5 | 8 |
| Esch-Alzette | Esch-Alzette | 205, rue de Luxembourg | NESTE08 | 22 | 23 |
| Esch-Alzette | Esch-Alzette | 18, Neudorf | NESTE09 | 25 | 26 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch-Alzette | 48, boulevard Kennedy (LE) | NESTE10 | 30 | 30 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch-Alzette | 48, boulevard Kennedy (LE) | NESTE11 | 30 | 30 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch/Alzette | 69, rue Arthur Useldinger (LE) | NESTE13 | 13 | 15 |
| Esch-Alzette-AEV | Esch/Alzette | 69, rue Arthur Useldinger (LE) | NESTE12 | 13 | 15 |

| Commune | Localité | Adresse | IdAEV | Moyenne annuelle 2023 [µg NO ₂ /m ³] | Moyenne annuelle 2023 corrigée [µg NO ₂ /m ³] |
|----------------|---------------|--------------------------------------|---------|---|--|
| Ettelbruck | Warken | 67, rue de Welscheid | NWAEN01 | 10 | 12 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 39, rue Philippe Manternach | NETCK06 | 8 | 10 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 57, rue Grande-Duchesse J. Charlotte | NETCK04 | 9 | 11 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 22, rue Pierre Wiser | NETCK05 | 15 | 16 |
| Ettelbruck | Ettelbrück | 7, rue du Deich | NETCK07 | 16 | 17 |
| Ettelbruck | Ettelbruck | 26, avenue Kennedy | NETCK03 | 26 | 26 |
| Flaxweiler | Gostingen | 5-7, rue Bilgden | NGOSE01 | 6 | 9 |
| Flaxweiler | Flaxweiler | 3b, rue Héicht | NFLER01 | 7 | 9 |
| Grevenmacher | Grevenmacher | 2, rue Kummert | NGRER02 | 25 | 26 |
| Hesperange | Hesperange | 398, route de Thionville | NHEGE01 | 21 | 21 |
| Hesperange | Hesperange | 4-6, rue de Gasperich | NHEGE02 | 26 | 26 |
| Hesperange | Alzingen | 512, route de Thionville | NALEN01 | 17 | 18 |
| Kopstal | Kopstal | 22, rue de Luxembourg | NKOAL01 | 15 | 17 |
| Kopstal | Bridel | 49, rue de Luxembourg | NBRELO1 | 12 | 14 |
| Larochette | Larochette | 24, rue de Medernach | NLATE02 | 12 | 13 |
| Larochette | Larochette | 42, rue de Mersch | NLATE01 | 21 | 22 |
| Larochette | Ernzen | 19, montée d'Ernzen | NEREN01 | 6 | 8 |
| Leudelange | Leudelange | 6, rue de la Vallée | NLEGE01 | 9 | 11 |
| Leudelange | Leudelange | 13, rue du Lavoir | NLEGE04 | 9 | 11 |
| Leudelange | Leudelange | 19-21, rue de Cessange | NLEGE02 | 10 | 11 |
| Leudelange | Leudelange | 27, rue de Luxembourg | NLEGE03 | 14 | 16 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | rue de Bonnevoie | NLURG13 | 16 | 17 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | rue de Bonnevoie | NLURG14 | 16 | 17 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | 2-4, avenue de la Liberté | NLURG07 | 17 | 18 |
| Luxembourg-AEV | Luxembourg | 43, boulevard Royal | NLURG09 | 21 | 22 |
| Mamer | Mamer | 5, rue Dangé St. Romain | NMAER03 | 10 | 12 |
| Mamer | Mamer | 38, rue du Commerce | NMAER05 | 14 | 16 |
| Mamer | Mamer | 63, route d'Arlon | NMAER04 | 15 | 16 |
| Mamer | Holzem | 7, route de Garnich | NHOEM01 | 8 | 11 |
| Mamer | Capellen | 69-71, rue Pafebruch | NCAEN04 | 10 | 12 |
| Mamer | Capellen | 67, route d'Arlon | NCAEN03 | 13 | 14 |
| Mersch | Mersch | rue Agrocentre | NMECH03 | 9 | 11 |
| Mersch | Mersch | 27, rue de Beringen | NMECH02 | 11 | 12 |
| Mersch | Mersch | 17, rue Grande-Duchesse Charlotte | NMECH01 | 19 | 20 |
| Mondercange | Pontpierre | 13, rue de Schiffflange | NPORE01 | 15 | 17 |
| Mondercange | Mondercange | 21, rue d'Ehlerange | NMOGE03 | 12 | 14 |
| Mondercange | Foetz | 5, rue du Brill | NFOTZ01 | 23 | 23 |
| Niederanven | Senningerberg | 16, route de Trèves | NSERG02 | 13 | 14 |
| Niederanven | Senningerberg | 4-6, rue du Golf | NSERG01 | 14 | 15 |
| Niederanven | Rameldange | 88, rue Principale | NRAGE01 | 8 | 10 |
| Niederanven | Niederanven | 178B, route de Trèves | NNIEN01 | 16 | 18 |
| Niederanven | Niederanven | 59, rue Gabriel Lippmann | NNIEN02 | 17 | 18 |
| Niederanven | Hostert | 7, rue de la Gare | NHORT02 | 8 | 10 |
| Remich-AEV | Remich | 10, Enz | NRECH02 | 31 | 31 |
| Roeser | Livange | 7, rue de Peppange | NLIVA01 | 14 | 16 |
| Roeser | Crauthem | 32, rue de Bettembourg | NCREM02 | 11 | 13 |
| Roeser | Berchem | 19, rue de Bettembourg | NBEEM01 | 13 | 15 |

| Commune | Localité | Adresse | IdAEV | Moyenne annuelle 2023 [µg NO ₂ /m ³] | Moyenne annuelle 2023 corrigée [µg NO ₂ /m ³] |
|----------------|----------------|-----------------------------------|---------|---|--|
| Rumelange | Rumelange | rue du Parc - Terrain de Football | NRUGE06 | 5 | 8 |
| Rumelange | Rumelange | 77, rue du Cimetière | NRUGE05 | 9 | 11 |
| Rumelange | Rumelange | 110, rue d'Esch | NRUGE03 | 14 | 15 |
| Rumelange | Rumelange | 58, rue des Martyrs | NRUGE04 | 14 | 16 |
| Rumelange | Rumelange | 26, Grand-Rue | NRUGE02 | 15 | 16 |
| Rumelange | Rumelange | 1, rue de l'Usine | NRUGE01 | 17 | 18 |
| Schengen | Wellenstein | 3, route de Mondorf | NWEIN01 | 9 | 11 |
| Schieren | Schieren | 1, Kreuzberg | NSCEN03 | 8 | 10 |
| Schieren | Schieren | 117, route de Luxembourg | NSCEN01 | 13 | 15 |
| Schieren | Schieren | 4A, route de Stegen | NSCEN02 | 13 | 15 |
| Schuttrange | Schuttrange | 77, rue Principale | NSUGE01 | 13 | 14 |
| Schuttrange | Munsbach | 178, rue Principale | NMUCH01 | 14 | 16 |
| Steinfort | Steinfort | Ecole | NSTRTO2 | 7 | 9 |
| Steinfort | Steinfort | 10, rue de Hobscheid | NSTRTO1 | 14 | 16 |
| Steinfort | Kleinbettingen | 12, rue de la Gare | NKLEN02 | 10 | 12 |
| Steinfort | Kleinbettingen | 4a, rue de Hagen | NKLEN01 | 15 | 16 |
| Steinfort | Hagen | 43, rue Principale | NHAEN01 | 8 | 10 |
| Steinfort | Grass | 15, rue Principale | NGRSS01 | 9 | 11 |
| Steinsel | Steinsel | 7, rue Paul Eyschen | NSTEL01 | 11 | 13 |
| Steinsel | Mullendorf | 23, rue des Champs | NMURF01 | 8 | 10 |
| Steinsel | Heisdorf | 33A, rue de Luxembourg | NHERF01 | 14 | 15 |
| Strassen | Strassen | 165, rue de Reckenthal | NSTEN03 | 10 | 12 |
| Strassen | Strassen | 121, rue des Romains | NSTEN01 | 13 | 14 |
| Strassen | Strassen | 12, Chaussée Blanche | NSTEN02 | 16 | 17 |
| Waldbillig | Waldbillig | 5, A Kilker | NWALG01 | 5 | 7 |
| Waldbillig | Waldbillig | 15A, rue de Christnach | NWALG02 | 8 | 10 |
| Waldbillig | Müllerthal | 1, rue des Rochers | NMUAL01 | 7 | 9 |
| Waldbillig | Haller | 17, rue Hallerbach | NHAER01 | 6 | 8 |
| Waldbillig | Christnach | 2, Schoulstrooss | NCHCH02 | 7 | 9 |
| Waldbillig | Christnach | 6A, Moellerdallerstrooss | NCHCH01 | 9 | 11 |
| Waldbredimus | Waldbredimus | 52, rue Principale | NWAUS01 | 7 | 9 |
| Waldbredimus | Trintange | 13, rue Principale | NTRGE02 | 7 | 9 |
| Waldbredimus | Trintange | 21, rue de Remich | NTRGE01 | 9 | 11 |
| Weiler-la-Tour | Syren | 6, rue de Moutfort | NSYEN01 | 10 | 12 |
| Wiltz-AEV | Wiltz | op der Lann | NWITZ01 | 14 | 16 |

TABEAU 2 RESULTATS DES MOYENNES ANNUELLES MESUREES ET CORRIGÉES PAR EMPLACEMENT

EVOLUTION MOYENNES SEMI-MENSUELLES MESUREES EN 2023

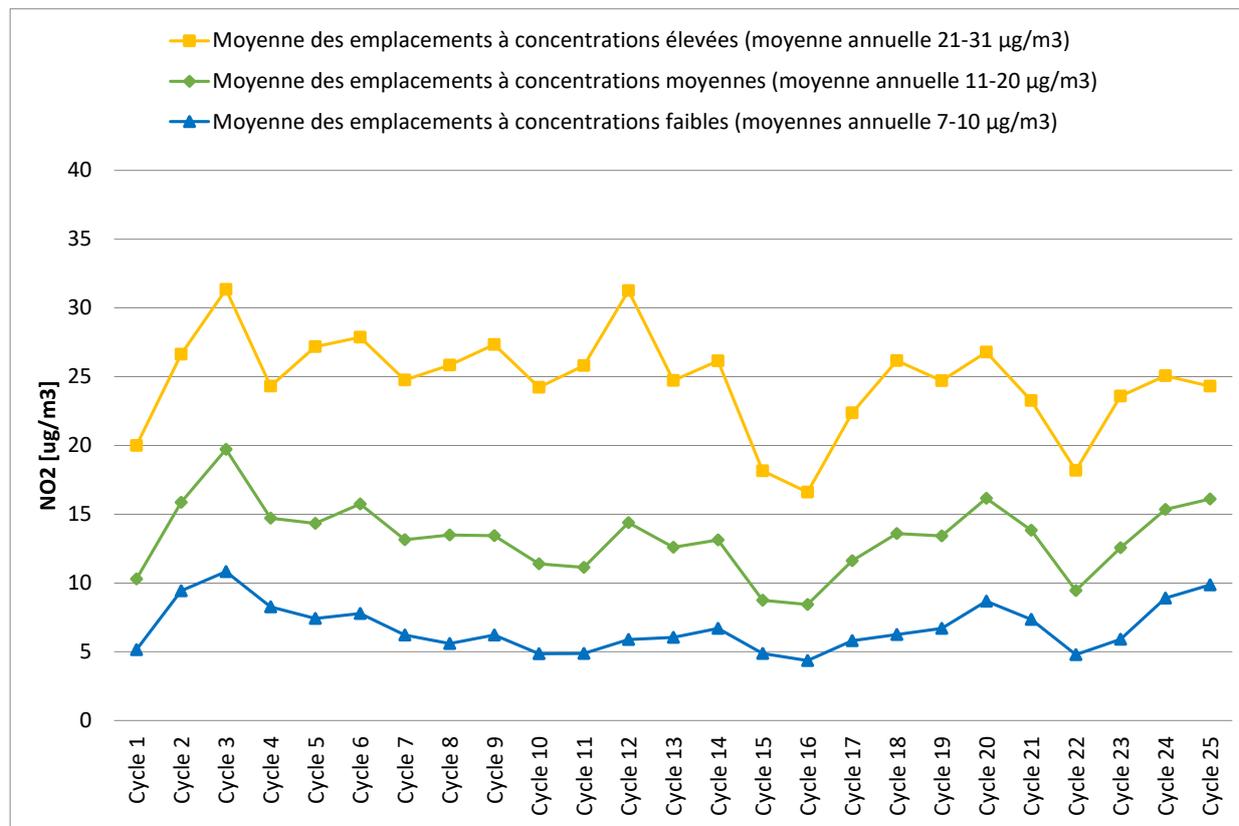


FIGURE 4 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS AU COURS DE L'ANNEE 2023 (UN CYCLE REPRÉSENTE 2 SEMAINES)

La figure ci-dessus montre l'évolution de la concentration en NO₂ mesurées au cours de l'année 2023. Les emplacements sont classés en fonction de leur moyenne annuelle par rapport à la future valeur limite européenne et la ligne directrice de l'OMS (classement voir figure au chapitre précédent). Indépendamment de la classe des emplacements (moyennes annuelles élevées, moyennes ou faibles), la moyenne des emplacements de chaque classe montre une évolution similaire au cours de l'année.

D'une manière générale, on observe pour le dioxyde d'azote des concentrations un peu plus élevées pendant les mois d'hiver en raison de l'apport supplémentaire des émissions des installations de chauffage et des conditions météorologiques plus défavorables à l'évacuation des polluants atmosphériques. L'année 2023 a toutefois été marquée par des périodes pluvieuses particulièrement abondantes pendant les mois hivernaux en janvier, novembre et décembre avec un effet de dilution des polluants dans l'atmosphère conduisant à une différence des concentrations moins prononcée entre l'hiver et l'été.

Le niveau élevé observé pendant le mois de février (cycle 3) coïncide avec l'épisode de pics de particules fines PM₁₀ observée au cours du mois de février 2023. Les journées en question étaient marquées par un temps sec et ensoleillé avec un vent faible et des effets d'inversion de température avec comme conséquence une mauvaise dispersion des polluants atmosphériques. Le niveau faible observé pendant les mois de juillet/août (cycles 15 et 16) peut être expliqué par le fait que l'on se situait en pleine période de vacances d'été avec une baisse générale du trafic routier, une baisse qui est plus prononcée sur les emplacements à concentrations élevées qui se situent le long des axes routiers plus fréquentés.

COMPARAISON DES CAMPAGNES DE 2018 A 2023

L'évolution dans le temps est analysée sur les emplacements à concentrations élevées et qui ont fait l'objet de toutes les campagnes entre 2018 et 2023. La correction des résultats par rapport à la méthode de référence permet de faire cette comparaison.

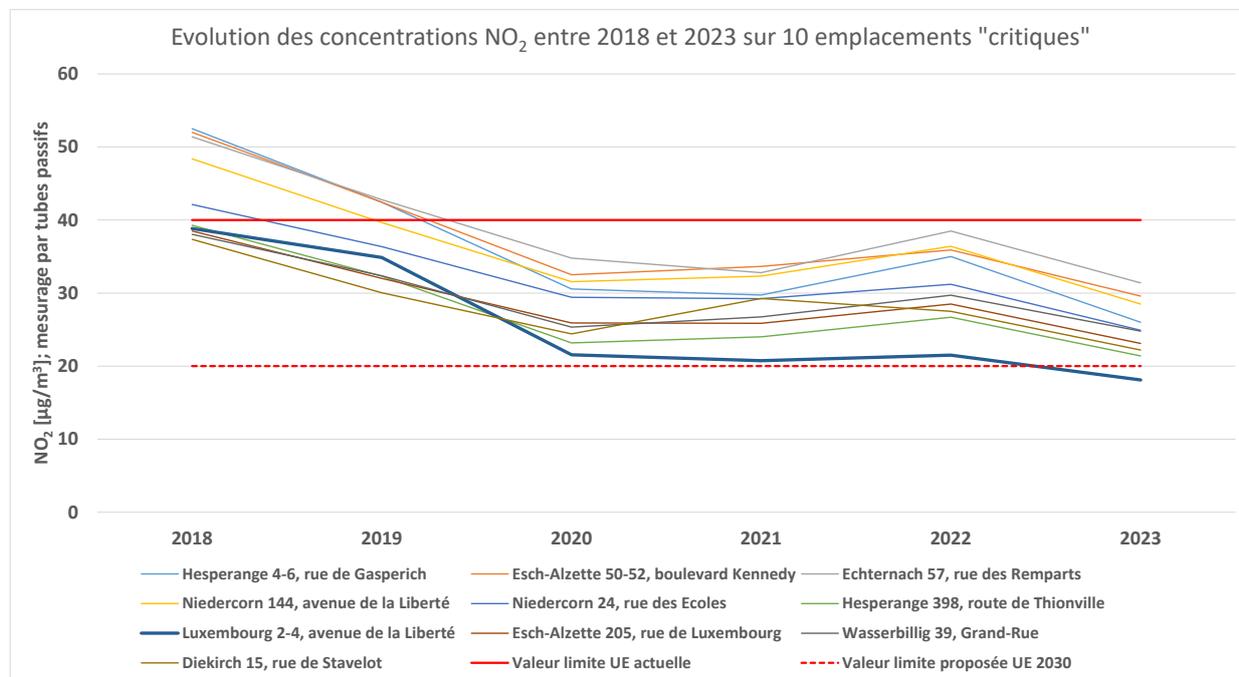


FIGURE 5 COMPARAISON DES MOYENNES ANNUELLES CORRIGÉES 2018 - 2023

Depuis 2018 on constate une baisse des moyennes annuelles au cours des années avec une baisse particulièrement prononcée en 2020 liée à la pandémie Covid-19.

La réduction des émissions en provenance du trafic routier par la modernisation du parc des véhicules avec la progression des nouvelles normes EURO et des véhicules électriques est à la base de cette baisse. Elle est en partie freinée par la hausse générale du trafic qui, malgré le maintien partiel des mesures de télétravail après la pandémie Covid-19, a repris depuis.

À cela viennent s'ajouter les conditions météorologiques qui peuvent être d'une année à l'autre plus ou moins favorables à la qualité de l'air.

Les moyennes annuelles observées en 2023 ont de nouveau bien baissées. Des conditions météorologiques favorables à la qualité de l'air, surtout pendant les mois de janvier, novembre et décembre de l'année 2023 peuvent effectivement être en partie à l'origine de cette baisse plus prononcée.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET COMMUNES PARTICIPANTES

La carte ci-dessous montre la répartition géographique en 2023 des emplacements de mesure (cercles) ainsi que des stations télémétriques de l'Administration de l'environnement (triangles). Les routes à trafic intense (> 5000 mouvements par jours en 2021) sont marquées par des lignes rouges.

Aucun emplacement ne présente des moyennes annuelles supérieures à la valeur limite européenne de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la carte ne comprend pas de cercles ou triangles rouges).

Toutefois, certains emplacements se situent encore au-dessus de la future valeur limite européenne de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qui sera applicable à partir de l'année 2030 (cercles et triangles jaunes). Ces emplacements se trouvent dans les zones les plus urbanisées au centre, sud et nord du pays ainsi que dans certaines localités situées sur la frontière est du pays.

La majorité des emplacements respectent déjà la future valeur limite européenne (cercles et triangles verts et bleus) dont certains respectent même la ligne directrice de l'OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cercles et triangles bleus). Ces derniers sont ceux qui sont le plus éloignés des zones les plus urbanisées mais qui ne sont pas nécessairement situés tout au nord mais peuvent aussi apparaître au sud du pays.

Les emplacements choisis en 2023 étaient pour la plupart placés dans les zones les plus exposées à la pollution de l'air et notamment dans la partie sud du pays.

Depuis le commencement des mesures en 2018, 69 communes ont participé pendant au moins une campagne. L'Administration de l'environnement a ajouté des emplacements sur 3 communes ce qui augmente le nombre total de communes couvertes par au moins une des campagnes de mesure à 72. Dix communes ont participé de façon continue aux six campagnes clôturées et participent également à la campagne actuellement en cours en 2024.

La plupart des communes avec un risque potentiel de dépassement de la valeur limite, à savoir celles dont les zones urbanisées (surfaces grises sur la carte) sont traversées par des routes à trafic intense, a participé à au moins une campagne de mesure entre 2018 et 2023 (communes colorées en vert foncé). Une commune participe pour la première fois à la campagne actuellement en cours en 2024 et est colorée en vert clair.

Une dizaine de communes avec des zones urbanisées traversées par des routes à trafic intense (> 5000 mouvements par jours en 2021) n'ont pas encore participé à une campagne de mesure.

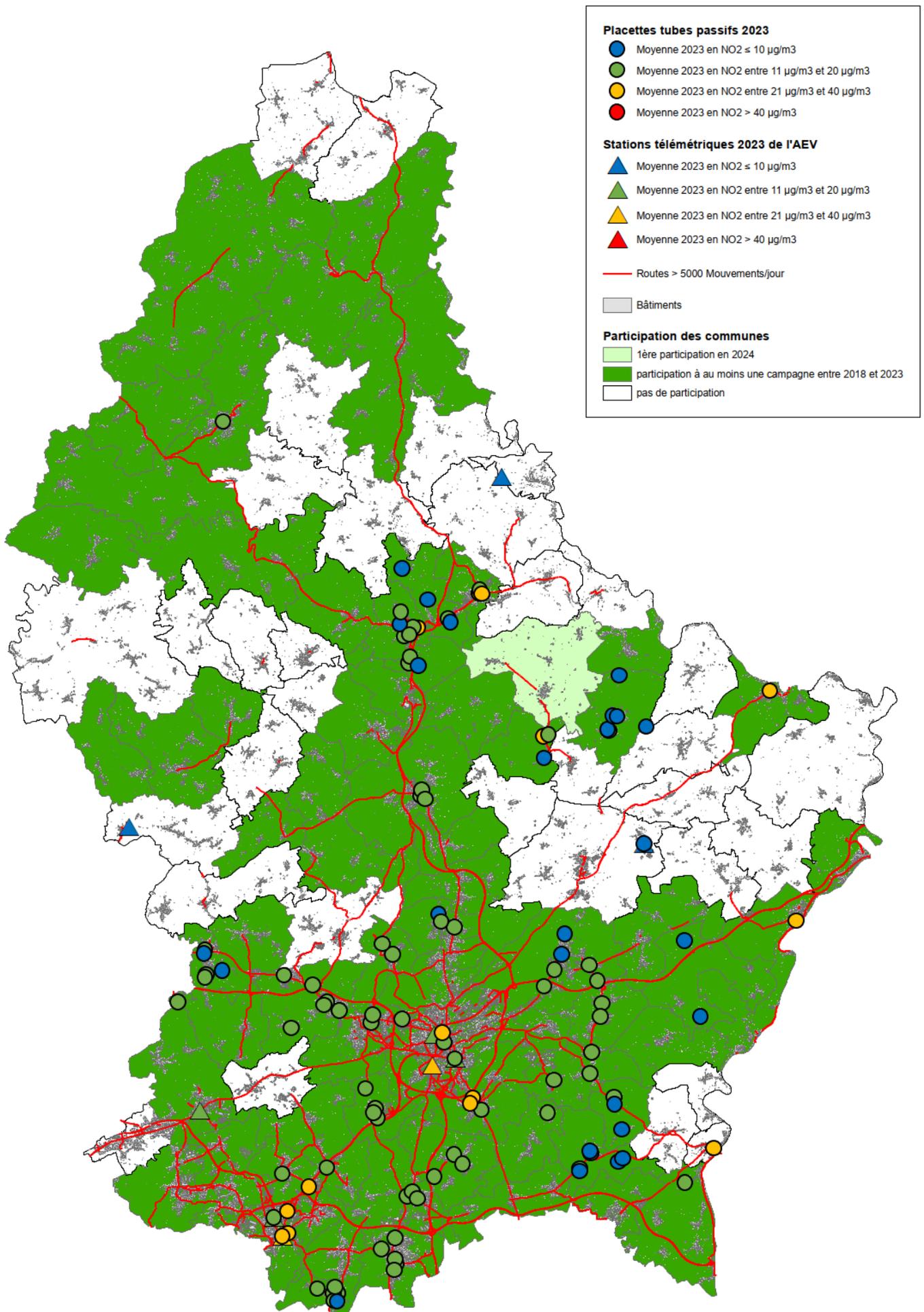


FIGURE 6 REPARTITION GEOGRAPHIQUE

CONCLUSIONS

A la suite de la campagne de mesurage qui s'est déroulée du 4 janvier au 20 décembre 2023, on peut constater que la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 dans l'air ambiant pour la protection de la santé humaine a été respectée sur tous emplacements analysés. Tous les hotspots observés en 2018 et 2019 respectent depuis 2020 la valeur limite.

Sur l'ensemble des emplacements analysés, la majorité des emplacements respectent déjà la future valeur limite annuelle européenne de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ applicable à partir de l'année 2030 et quelques emplacements présentent des concentrations de NO_2 (moyenne annuelle) qui atteignent déjà en 2023 le niveau de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ recommandé par l'OMS.

Depuis 2018, on constate une baisse des moyennes annuelles au cours des années avec une baisse particulièrement prononcée en 2020 liée à la pandémie Covid-19. A part les effets du volume du trafic routier, les baisses observées peuvent notamment être attribuées à la réduction des émissions par la modernisation du parc des véhicules avec la progression des nouvelles normes EURO et des véhicules électriques.

En 2023, les moyennes ont davantage baissé par rapport à l'année précédente. Des conditions météorologiques plus favorables à la qualité de l'air pendant l'année 2023 peuvent être à l'origine de cette baisse plus prononcée.

Même si du point de vue réglementaire la conformité est actuellement toujours assurée, les efforts pour réduire la pollution de l'air doivent être poursuivis en collaboration avec les communes, ceci notamment dans le contexte du plan national de qualité de l'air de 2020 et dans le contexte des projets d'élaboration des mesures locales d'amélioration de la qualité de l'air. En effet, les négociations pour élaborer une nouvelle directive européenne viennent d'aboutir et une nouvelle valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote sera d'application à partir de l'année 2030 et qui ne peut actuellement pas encore être atteinte pour certains emplacements observés à travers de cette campagne.

Finalement, afin de compléter l'image de la situation, il serait intéressant de faire également participer les communes avec des zones urbanisées traversées par des routes à trafic intense mais qui jusqu'à présent n'ont pas encore participé à une telle campagne de mesure.

REFERENCES

- [1] PROGRAMME NATIONAL DE QUALITÉ DE L’AIR VISANT À ATTEINDRE LES VALEURS LIMITES POUR LE DIOXYDE D’AZOTE ET À LIMITER LES PARTICULES FINES DANS L’AIR AMBIANT (21 juin 2017)
- [2] CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACT CLIMAT, RAPPORT INTERMEDIAIRE, BILAN PHASE 1 – MESURAGES DU 10 JANVIER AU 4 AVRIL 2018
- [3] CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACT CLIMAT, RAPPORT FINAL 2018 – MESURAGES DU 10 JANVIER AU 27 DECEMBRE 2018
- [4] CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACT CLIMAT, RAPPORT FINAL 2019 – MESURAGES DU 9 JANVIER AU 24 DECEMBRE 2019
- [5] CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACT CLIMAT, RAPPORT FINAL 2020 – MESURAGES DU 8 JANVIER AU 23 DECEMBRE 2020
- [6] CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACT CLIMAT, RAPPORT FINAL 2021
- [7] CAMPAGNE DE MESURAGE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO₂) DANS LE CADRE DU PACT CLIMAT, RAPPORT FINAL 2022
- [8] <https://map.geoportail.lu/theme/emwelt> THEME : QUALITE DE L’AIR
- [9] <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO2.html>
- [10] DIRECTIVE 2008/50/CE du PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL du 21 mai 2008 concernant la qualité de l’air ambiant et un air pur pour l’Europe
- [11] DIN EN ISO 20988, Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit (ISO 20988;2007), Deutsche Fassung EN ISO 20988:2007
- [12] Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l’air : particules fines, ozone, dioxyde d’azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone, Genève, Organisation mondiale de la santé, 2021
- [13] La commission se félicite de l’accord provisoire pour un air pur dans l’UE, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_24_886, communiqué de presse du 20 février 2024
- [14] Ringversuch der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES) NO₂-Passivsammler 2022, LANUV-Fachbericht 149