

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

RAPPORT FINAL 2019

MESURAGES DU 9 JANVIER AU 24 DECEMBRE 2019

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt



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

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 une première campagne de mesurage en 2018, les communes ont été invitées à participer à une nouvelle campagne en 2019.

La campagne de mesurage vise le polluant NO₂. Au Luxembourg ce polluant n'est pas problématique en ce qui concerne le respect de la valeur limite horaire (court terme). Cependant, le NO₂ est susceptible de dépasser localement la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ (long terme). En conséquence, la campagne de mesurage se déroule sur une année complète.

Etant donné que pendant l'hiver on observe généralement les valeurs les plus élevées en NO₂, il est possible d'estimer le respect de la valeur limite en restreignant les mesurages aux trois premiers mois de l'année. Cette approche n'est toutefois recommandable que pour les moyennes hivernales qui restent bien en-dessous de la valeur limite annuelle, tout en tenant compte de l'incertitude de mesure de la méthode utilisée.

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 **myenergy**, a organisé plusieurs réunions d'information pour conseiller les communes dans le choix des points de mesurages sur leur territoire afin de garantir une 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 eux-mêmes les frais des analyses.

La fourniture des tubes passifs ainsi que les analyses chimiques ont été réalisées par la société **PASSAM AG** en Suisse.

MESURAGES

EMPLACEMENTS ET DUREE

La première phase de la campagne de 2019 s'est déroulée du 9 janvier au 3 avril. La deuxième phase du projet s'est étendue du 3 avril au 24 décembre et a ainsi permis de continuer les mesurages de la première phase pour les points où il était souhaitable de pouvoir calculer une moyenne réelle sur l'année complète 2019. Les échantillons ont été pris toutes les deux semaines (semi-mensuelles).

Les emplacements retenus ont été choisis par les communes elles-mêmes. 30 communes ont participé avec un total de 77 points de mesure. Il s'agit des communes suivantes : Beaufort, Bettembourg, Clervaux, Diekirch, Differdange, Dudelange, Echternach, Esch/Alzette, Feulen, Garnich, Grevenmacher, Helperknapp, Hesperange, Kopstal, Larochette, Leudelange, Luxembourg, Merttert, Mondercange, Mondorf, Niederaanven, Nommern, Parc Hosingen, Roeser, Saeul, Sandweiler, Schieren, Strassen, Waldbredimus et Wincrange.

L'Administration de l'environnement a ajouté neuf emplacements supplémentaires sur le territoire de la Ville de Luxembourg et de la Ville d'Esch-sur-Alzette. La Ville de Luxembourg constitue un cas spécial étant donné qu'elle 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.

Au vu des résultats de la première partie de la campagne, les mesurages ont été arrêtés après la première phase pour une vingtaine d'emplacements sans risque de dépassement de la valeur limite.

METHODE DE MESURAGE ET D'ANALYSE

Les échantillons sont pris 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. Le coût d'un point de mesure est nettement plus avantageux et plus facile à gérer qu'avec une station de mesure. L'objectif de qualité des données au niveau des moyennes annuelles est conforme à la directive européenne 2008/50/CE et a été mis en évidence dans des démonstrations de l'équivalence des méthodes autres que les méthodes 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.

RESULTATS

Le tableau ci-après montre les résultats des moyennes mesurées de la première phase et des moyennes annuelles par emplacement classés par ordre alphabétique des communes.

Commune	Localité	Adresse	IdAEV	Moyenne Phase 1 9.01. - 3.04.2019 [µg NO ₂ /m ³]	Moyenne annuelle 2019 [µg NO ₂ /m ³]
Beaufort	Beaufort	40, Grand Rue	NBFRT01	17	14
Beaufort	Dillingen	1, route de Grundhof	NDLGE01	20	13
Bettembourg	Bettembourg	63, route d'Esch	NBERG02	35	29
Bettembourg	Bettembourg	45, route de Mondorf	NBERG04	34	30
Bettembourg	Bettembourg	24, route de Luxembourg	NBERG03	33	29
Clervaux	Clervaux	50B, Grand-Rue	NCLUX01	29	25
Diekirch	Diekirch	7, rue Alexis Heck	NDIEH03	33	32
Diekirch	Diekirch	15, rue de Stavelot	NDIEH01	32	30
Diekirch	Diekirch	14-16, Esplanade	NDIEH02	29	24
Differdange	Differdange	16, rue Emile Mark	NDIGE05	39	32
Differdange	Differdange	107, av. Charlotte	NDIGE06	25	n.d.
Differdange	Fousbann	306, rue Woiwer	NDIGE08	30	26
Differdange	Niederkorn	144, avenue de la Liberté	NDIGE02	46	40
Differdange	Niederkorn	24, rue des Ecoles	NDIGE04	40	36
Differdange	Oberkorn	202, av. Charlotte	NDIGE07	36	33
Dudelange	Dudelange	RP route de Burange - route de Luxembourg	NDUGE02	34	n.d.
Dudelange	Dudelange	34, rue du Commerce	NDUGE05	31	29
Dudelange	Dudelange	206, route de Luxemborug	NDUGE06	30	27
Dudelange	Dudelange	55, av. Grande-Duchesse Charlotte	NDUGE07	29	19
Echternach	Echternach	57, rue des Remparts	NECCH03	45	43
Echternach	Echternach	21, rue Ermesinde	NECCH02	32	27
Esch-Alzette	Esch-Alzette	205, rue de Luxembourg	NESTE08	38	32
Esch-Alzette-AEV	Esch/Alzette	69, rue Arthur Useldinger	NTEPA03	26	20
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	48, boulevard Kennedy	NESTE04	48	42
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	48, boulevard Kennedy	NTEPA01	45	42
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	69, rue Arthur Useldinger	NESTE07	26	20
Feulen	Niederfeulen	33, route de Bastogne	NFEEN01	28	n.d.
Feulen	Niederfeulen	11A, route de Bastogne	NFEEN02	24	n.d.
Garnich	Dahlem	32, rue des 3 Cantons	NDAEM01	19	n.d.
Garnich	Garnich	22A, rue des Trois Cantons	NGACH01	20	n.d.
Garnich	Hivange	8, rue de Kahler	NHIGE01	15	n.d.
Grevenmacher	Grevenmacher	2, rue Kummert	NGRER02	35	34
Grevenmacher	Grevenmacher	54, route de Trèves	NGRER03	26	n.d.
Grevenmacher	Grevenmacher	24, rue de Wecker	NGRER04	18	n.d.
Helperknapp	Brouch	55, route d'Arlon	NBRCH01	19	16
Helperknapp	Tuntange	25, rue de Luxembourg	NTUGE01	14	15
Hesperange	Alzingen	512, route de Thionville	NALEN01	33	27
Hesperange	Hesperange	398, route de Thionville	NHEGE01	40	32
Hesperange	Hesperange	4-6, rue de Gasperich	NHEGE02	37	41
Kopstal	Bridel	49, rue de Luxembourg	NBRELO1	24	19
Kopstal	Bridel	16, rue J.-F. Kennedy	NBRELO2	14	11
Kopstal	Kopstal	22, rue de Luxembourg	NKOAL01	28	24
Larochette	Ernzen	19, montée d'Ernzen	NEREN01	12	9
Larochette	Larochette	42, rue de Mersch	NLATE01	32	28
Larochette	Larochette	24, rue de Medernach	NLATE02	23	17

Commune	Localité	Adresse	IdAEV	Moyenne Phase 1 9.01. - 3.04.2019 [µg NO ₂ /m ³]	Moyenne annuelle 2019 [µg NO ₂ /m ³]
Leudelange	Leudelange	27, rue de Luxembourg	NLEGE03	28	21
Leudelange	Leudelange	19-21, rue de Cessange	NLEGE02	22	16
Leudelange	Leudelange	6, rue de la Vallée	NLEGE01	17	15
Luxembourg-AEV	Luxembourg	25, rue d'Eich	NLURG12	50	n.d.
Luxembourg-AEV	Luxembourg	22, avenue de la Liberté	NLURG02	46	40
Luxembourg-AEV	Luxembourg	177, route d'Esch	NLURG10	44	39
Luxembourg-AEV	Luxembourg	43, boulevard Royal	NLURG09	43	40
Luxembourg-AEV	Luxembourg	25A, boulevard Royal	NLURG08	42	37
Luxembourg-AEV	Luxembourg	2-4, avenue de la Liberté	NLURG07	38	35
Luxembourg-AEV	Luxembourg	318, route de longwy	NLURG11	35	29
Merttert	Wasserbillig	39, Grand-Rue	NWAIG01	38	32
Merttert	Wasserbillig	16, route de Luxembourg	NWAIG04	33	27
Mondercange	Mondercange	5, Grand-Rue	NMOGE02	29	25
Mondercange	Mondercange	8A, rue d'Esch	NMOGE01	26	n.d.
Mondercange	Pontpierre	13, rue de Schifflange	NPORE01	28	24
Mondorf	Altwies	20, route Mondorf	NALES01	23	18
Mondorf	Ellange	12A, rue d'Erpeldange	NELGE01	17	12
Mondorf	Mondorf	2, route de Remich	NMORF01	31	28
Niederanven	Hostert	3, rue Principale	NHORT01	17	13
Niederanven	Niederanven	178B, route de Trèves	NNIEN01	28	24
Niederanven	Senningerberg	4-6, rue du Golf	NSERG01	23	19
Nommern	Cruchten	67, rue Principale	NCREN01	23	n.d.
Nommern	Schrandweiler	CR115 - Eglise	NSCER01	14	n.d.
Parc Hosingen	Consthum	13, rue de Kautenbach	NCOUM01	8	n.d.
Parc Hosingen	Eisenbach	vàv 9, Haaptstrooss	NEICH01	9	n.d.
Parc Hosingen	Hosingen	27-29, Haaptstrooss	NHOEN01	22	19
Roeser	Berchem	19, rue de Bettembourg	NBEEM01	23	n.d.
Roeser	Peppange	33, rue de Crauthem	NPEPG01	21	n.d.
Roeser	Roeser	2, rue du Brill	NROER01	21	16
Saeul	Saeul	3A, rue de Nersch	NSAUL02	24	19
Saeul	Saeul	8, rue Principale	NSAUL01	23	20
Sandweiler	Sandweiler	11A, rue Principale	NSAER01	24	19
Sandweiler	Sandweiler	X - rue de Remich - rue d'Oetrange	NSAER02	16	12
Schieren	Schieren	4A, route de Stegen	NSCEN02	28	n.d.
Schieren	Schieren	117, route de Luxembourg	NSCEN01	22	n.d.
Strassen	Strassen	12, Chaussée Blanche	NSTEN02	32	28
Strassen	Strassen	165, rue de Reckenthal	NSTEN03	27	21
Strassen	Strassen	121, rue des Romains	NSTEN01	26	21
Waldbredimus	Trintange	21, rue de Remich	NTRGE01	24	17
Waldbredimus	Trintange	13, rue Principale	NTRGE02	16	n.d.
Waldbredimus	Waldbredimus	52, rue Principale	NWAUS01	15	n.d.
Wintrange	Wintrange	Maison 65	NWCGE01	11	n.d.

TABLEAU 1 RESULTATS DES MESURAGES PAR EMPLACEMENT

A quasiment tous les points de mesure, toutes les valeurs individuelles de la période de mesure concernée ont été prises en compte pour le calcul des valeurs moyennes (6 pour la phase 1 et 25 pour l'année complète). Pour quelques rares emplacements, notamment celui de Hesperange, une à deux des valeurs individuelles ont été identifiées comme étant des valeurs aberrantes et par conséquent ont été écartées pour le calcul des valeurs moyennes.

Les emplacements ajoutés par l'Administration de l'environnement sont marqués par « -AEV » au niveau du nom de la commune. Les emplacements pour lesquels les mesurages ont été arrêtés après la première phase sont marqués par « n.d. » (non déterminé) pour la moyenne annuelle.

EVALUATION

EMPLACEMENTS ARRETES APRES LA PREMIERE PHASE

Pour les emplacements qui ont été arrêtés après la première phase on peut estimer que la valeur limite est respectée. En effet, en tenant compte du fait que la moyenne des trois premiers mois de l'année est généralement plus élevée que la moyenne de l'année complète et en tenant compte de l'incertitude de mesure, on peut considérer que ces emplacements ne présentent pas de risque de dépassement de la valeur limite. Deux emplacements ont dû être arrêtés pour cause de fermeture de la route concernée à la suite d'un chantier (Luxembourg, 25, rue d'Eich) ou pour cause de non-conformité de l'emplacement par rapport aux critères de la directive 2008/50/CE (Dudelange, Rond-point route de Burange, route de Luxembourg).

ETALONNAGE ET INCERTITUDE DE MESURE

Pour les emplacements qui ont porté sur l'année complète, 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 la méthode employée à l'aide de 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 Beckerich).

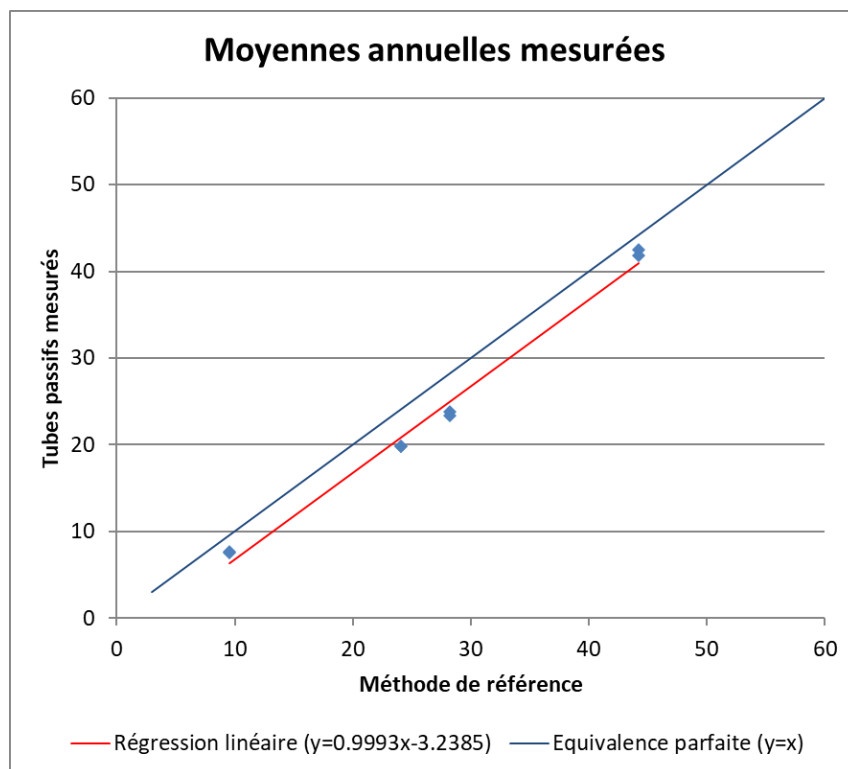


FIGURE 1 ETALONNAGE DES MOYENNES ANNUELLES MESUREES

L'incertitude a été calculée selon la norme EN ISO 20988 :2007 [7] pour les moyennes annuelles sur base de l'ensemble des valeurs mesurées valides. L'incertitude de mesure élargie pour la détermination de la valeur moyenne annuelle par la méthode par tubes passifs (avec un intervalle de confiance de 95%) équivaut à $\pm 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La moyenne des différences entre la méthode de référence et la méthode par tubes passifs est indiquée par le biais. Il équivaut à $-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ce qui signifie que la méthode par tubes passifs sous-estime en moyenne de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 ($y=0.9993x-3.2385$) est appliquée pour décrire la relation entre les moyennes annuelles mesurées par tubes passifs et les moyennes annuelles mesurées par la méthode de référence.

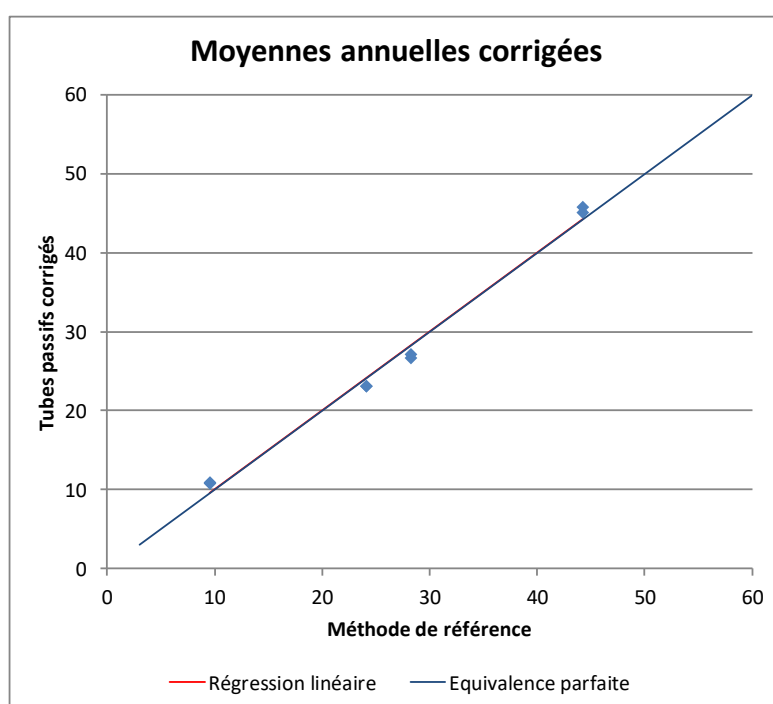


FIGURE 2 EQUIVALENCE DES MOYENNES ANNUELLES CORRIGES

Il en résulte que l'**incertitude de mesure 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%) équivaut à $\pm 2.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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.

Il s'ensuit que le dépassement de la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est confirmé à partir de $43,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($40,5+2,5$) (valeur corrigée) et que le respect de la valeur limite est confirmé en-dessous de $38,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($40,5-2,5$). Pour les valeurs moyennes corrigées de $38,0$ à $42,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur corrigée) il existe un risque de dépasser la valeur limite.

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

VALEUR LIMITE

Selon la directive européenne 2008/50/CE [6] la valeur limite annuelle pour le NO₂ pour la protection de la santé humaine est de 40 µg/m³. Ramenée à une décimale près, elle est dépassée à partir de 40.5 µg/m³.

MOYENNES ANNUELLES CORRIGÉES 2019

Le tableau ci-après montre les moyennes annuelles mesurées et corrigées pour l'ensemble des emplacements. Ceux-ci sont classés par ordre décroissant selon leur concentration en NO₂.

Les moyennes annuelles corrigées marquées en **rouge** sont les valeurs qui sont supérieures ou égales à 43,0 µg/m³ (valeur limite 40.5 µg/m³ + l'incertitude de mesure élargie de 2.5 µg/m³). Pour ces emplacements on peut admettre que la valeur limite est dépassée (« hotspots »).

Les moyennes annuelles corrigées marquées en **orange** sont les valeurs qui se situent autour de la valeur limite (40.5 µg/m³ ± 2.5 µg/m³, c.à.d. entre 38.0 et 43.0 µg/m³). Pour ces emplacements on ne peut ni confirmer ni exclure le dépassement de la valeur limite (« points critiques »).

Pour les emplacements où les moyennes annuelles corrigées sont sans couleur on peut admettre que la valeur limite est respectée.

Commune	Localité	Adresse	IdAEV	Moyenne annuelle 2019 mesurée [µg NO ₂ /m ³]	Moyenne annuelle 2019 corrigée [µg NO ₂ /m ³]
Beaufort	Beaufort	40, Grand Rue	NBFRT01	13.8	17.1
Beaufort	Dillingen	1, route de Grundhof	NDLGE01	13.4	16.6
Bettembourg	Bettembourg	45, route de Mondorf	NBERG04	30.2	33.5
Bettembourg	Bettembourg	63, route d'Esch	NBERG02	29.4	32.7
Bettembourg	Bettembourg	24, route de Luxembourg	NBERG03	28.7	31.9
Clervaux	Clervaux	50B, Grand-Rue	NCLUX01	24.8	28.0
Diekirch	Diekirch	7, rue Alexis Heck	NDIEH03	32.1	35.3
Diekirch	Diekirch	15, rue de Stavelot	NDIEH01	30.0	33.3
Diekirch	Diekirch	14-16, Esplanade	NDIEH02	24.1	27.3
Differdange	Differdange	16, rue Emile Mark	NDIGE05	32.4	35.7
Differdange	Fousbann	306, rue Woiwer	NDIGE08	25.6	28.9
Differdange	Niederkorn	144, avenue de la Liberté	NDIGE02	39.7	42.9
Differdange	Niederkorn	24, rue des Ecoles	NDIGE04	36.4	39.6
Differdange	Oberkorn	202, av. Charlotte	NDIGE07	33.0	36.3
Dudelange	Dudelange	34, rue du Commerce	NDUGE05	29.1	32.3
Dudelange	Dudelange	206, route de Luxemborug	NDUGE06	27.1	30.3
Dudelange	Dudelange	55, av. Grande-Duchesse Charlotte	NDUGE07	19.3	22.5
Echternach	Echternach	57, rue des Remparts	NECCH03	42.8	46.1
Echternach	Echternach	21, rue Ermesinde	NECCH02	27.2	30.5

Commune	Localité	Adresse	IdAEV	Moyenne annuelle 2019 mesurée [µg NO ₂ /m ³]	Moyenne annuelle 2019 corrigée [µg NO ₂ /m ³]
Esch-Alzette	Esch-Alzette	205, rue de Luxembourg	NESTE08	32.0	35.3
Esch-Alzette-AEV	Esch/Alzette	69, rue Arthur Useldinger	NTEPA03	19.8	23.1
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	48, boulevard Kennedy	NESTE04	42.4	45.7
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	48, boulevard Kennedy	NTEPA01	41.8	45.1
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	69, rue Arthur Useldinger	NESTE07	19.8	23.0
Grevenmacher	Grevenmacher	2, rue Kummert	NGRER02	34.1	37.3
Helperknapp	Brouch	55, route d'Arlon	NBRCH01	16.2	19.4
Helperknapp	Tuntange	25, rue de Luxembourg	NTUGE01	15.0	18.2
Hesperange	Alzingen	512, route de Thionville	NALEN01	27.1	30.4
Hesperange	Hesperange	4-6, rue de Gasperich	NHEGE02	41.1	44.4
Hesperange	Hesperange	398, route de Thionville	NHEGE01	32.3	35.6
Kopstal	Bridel	49, rue de Luxembourg	NBRELO1	19.2	22.4
Kopstal	Bridel	16, rue J.-F. Kennedy	NBRELO2	10.8	14.1
Kopstal	Kopstal	22, rue de Luxembourg	NKOAL01	23.7	27.0
Larochette	Ernzen	19, montée d'Ernzen	NEREN01	8.5	11.8
Larochette	Larochette	42, rue de Mersch	NLATE01	28.1	31.4
Larochette	Larochette	24, rue de Medernach	NLATE02	17.3	20.6
Leudelange	Leudelange	27, rue de Luxembourg	NLEGE03	21.4	24.7
Leudelange	Leudelange	19-21, rue de Cessange	NLEGE02	16.5	19.8
Leudelange	Leudelange	6, rue de la Vallée	NLEGE01	14.5	17.8
Luxembourg-AEV	Luxembourg	22, avenue de la Liberté	NLURG02	39.9	43.2
Luxembourg-AEV	Luxembourg	43, boulevard Royal	NLURG09	39.8	43.1
Luxembourg-AEV	Luxembourg	177, route d'Esch	NLURG10	38.6	41.9
Luxembourg-AEV	Luxembourg	25A, boulevard Royal	NLURG08	36.6	39.8
Luxembourg-AEV	Luxembourg	2-4, avenue de la Liberté	NLURG07	34.9	38.1
Luxembourg-AEV	Luxembourg	318, route de longwy	NLURG11	29.2	32.5
Merttert	Wasserbillig	39, Grand-Rue	NWAIG01	32.4	35.6
Merttert	Wasserbillig	16, route de Luxembourg	NWAIG04	27.1	30.3
Mondercange	Mondercange	5, Grand-Rue	NMOGE02	24.6	27.8
Mondercange	Pontpierre	13, rue de Schifflange	NPORE01	23.6	26.8
Mondorf	Altwies	20, route Mondorf	NALES01	18.1	21.4
Mondorf	Ellange	12A, rue d'Erpeldange	NELGE01	12.3	15.6
Mondorf	Mondorf	2, route de Remich	NMORF01	28.2	31.5
Niederanven	Hostert	3, rue Principale	NHORT01	13.0	16.3
Niederanven	Niederanven	178B, route de Trèves	NNIEN01	23.6	26.9
Niederanven	Senningerberg	4-6, rue du Golf	NSERG01	19.2	22.5
Parc Hosingen	Hosingen	27-29, Haaptstrooss	NHOEN01	19.4	22.6
Roeser	Roeser	2, rue du Brill	NROER01	16.3	19.6
Saeul	Saeul	8, rue Principale	NSAUL01	20.1	23.3
Saeul	Saeul	3A, rue de Nersch	NSAUL02	19.3	22.6
Sandweiler	Sandweiler	11A, rue Principale	NSAER01	19.2	22.5
Sandweiler	Sandweiler	X - rue de Remich - rue d'Oetrange	NSAER02	12.5	15.7
Strassen	Strassen	12, Chaussée Blanche	NSTEN02	28.3	31.5
Strassen	Strassen	121, rue des Romains	NSTEN01	21.4	24.7
Strassen	Strassen	165, rue de Reckenthal	NSTEN03	21.1	24.4
Waldbredimus	Trintange	21, rue de Remich	NTRGE01	17.2	20.4

TABLEAU 2 RESULTATS DES MOYENNES ANNUELLES MESUREES ET CORRIGEEES PAR EMPLACEMENT

EVOLUTION MOYENNES SEMI-MENSUELLES MESUREES EN 2019

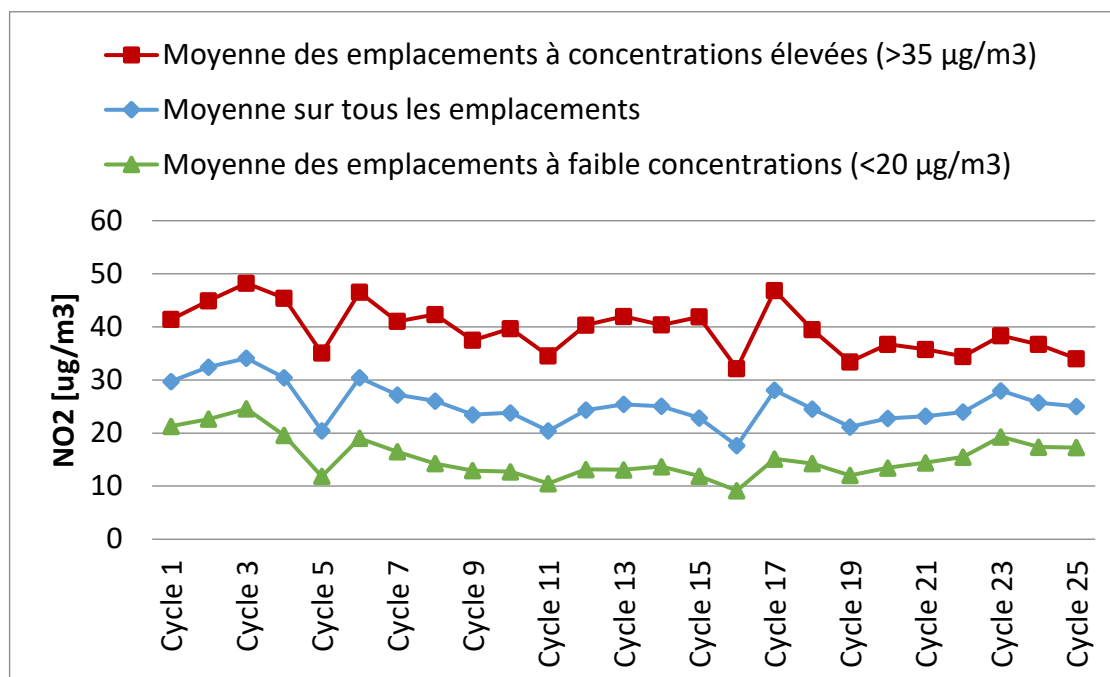


FIGURE 3 EVOLUTION DES CONCENTRATIONS AU COURS DE L'ANNEE 2019

La figure 3 montre l'évolution de la concentration en NO₂ mesurées au cours de l'année 2019 (**rouge**= moyenne des 11 emplacements > 35 µg/m³, **bleu**= moyenne de tous les 65 emplacements analysés pendant l'année complète 2019, **vert**= moyenne des 15 emplacements < 20 µg/m³).

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. De plus, les conditions météorologiques en hiver favorisent les périodes d'inversion de température qui empêchent l'évacuation des polluants atmosphériques. En été, un meilleur mélange de l'air ainsi que des réactions de dégradations photochimiques par l'ozone entraînent une diminution des concentrations.

Plus particulièrement on peut observer un niveau bas entre le 6 et 20 mars 2019 (cycle 5). Cette baisse observée à tous les emplacements est attribuable à des conditions météorologiques favorables à la dispersion de la pollution atmosphérique. Des systèmes frontaux avaient engendré une période de temps instable, venteux à temporairement tempétueux. Le 10 mars une dépression de tempête avait été à l'origine de sévères rafales de tempête, localement à caractère d'ouragan.

Un autre niveau bas est observé entre le 7 et 21 août 2019 (cycle 16). Cette période était également marquée par un temps instable et humide favorisant ainsi la dispersion des polluants dans l'air. Le 9 août une tornade avait même touché le sud-ouest du pays et avait causé des dégâts substantiels et des personnes blessées. Le fait que le niveau bas est un peu plus marqué sur les emplacements à concentrations élevées 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.

Par la suite, un point culminant est observé pendant la période du 21 août au 4 septembre 2019. Cette période était marquée par une zone de haute pression et un temps généralement sec, donc des conditions météorologiques défavorables à la dispersion de la pollution atmosphérique.

COMPARAISON AVEC LA CAMPAGNE EN 2018

La campagne de mesure en 2018 a été réalisée avec un autre type de support d'échantillonnage et une autre méthode d'analyse. Afin de pouvoir comparer les résultats des campagnes de 2018 et 2019 il est nécessaire de corriger les deux méthodes par rapport à la méthode de référence. Par analogie à l'étalonnage et au calcul d'incertitudes pour la méthode de 2019 (voir chapitre ci-avant), les résultats de 2018 présentés dans le rapport final 2018 [3] sont par la suite corrigés à l'aide d'une régression linéaire entre les moyennes annuelles mesurées par tubes passifs et les moyennes annuelles mesurées par la méthode de référence ($y=1.307x-11.809$). Il en résulte que l'**incertitude de mesure élargie** pour la détermination de la valeur **moyenne annuelle** par la méthode par tubes passifs en 2018 **corrigée** par rapport à la méthode de référence (avec un intervalle de confiance de 95%) équivaut à $\pm 1.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

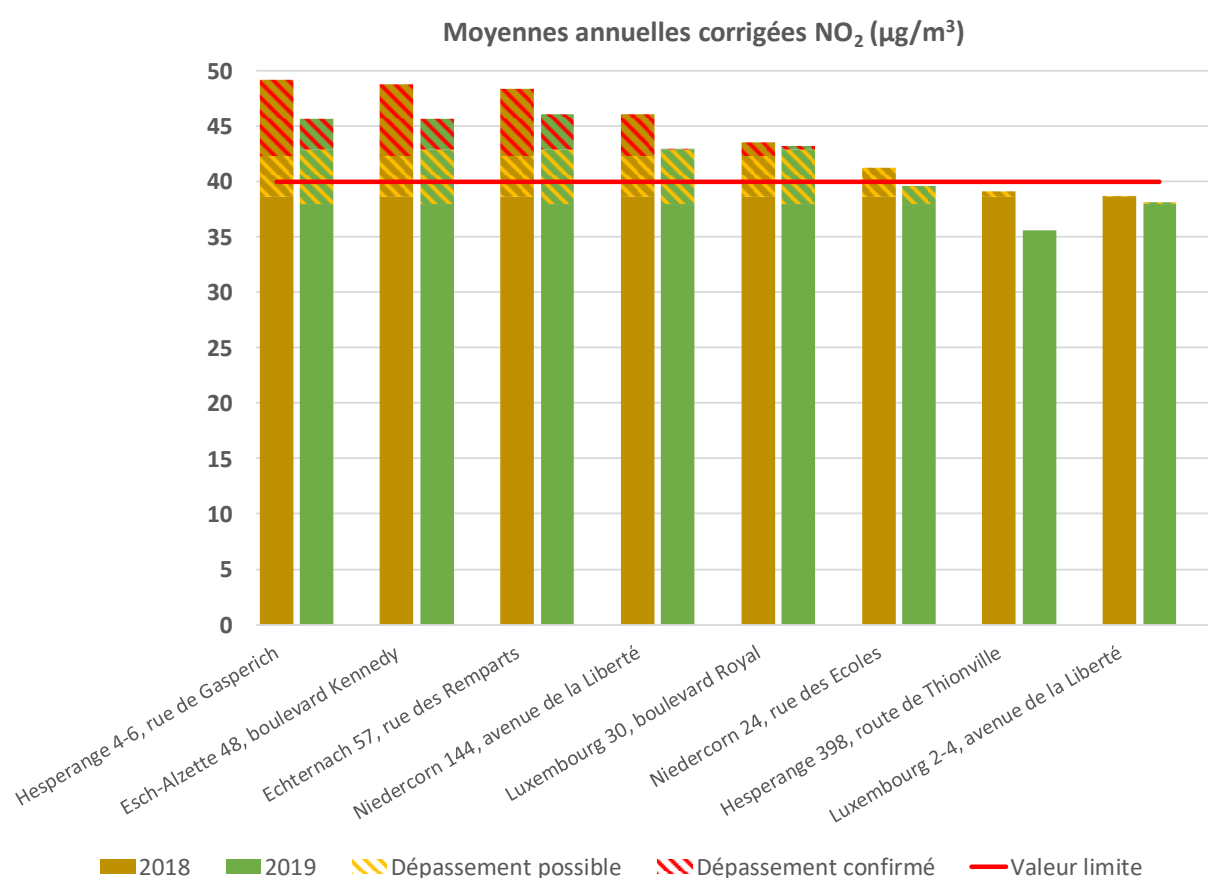


FIGURE 4 COMPARAISON DES MOYENNES ANNUELLES CORRIGÉES 2018/2019

Les différentes méthodes de mesures conduisent néanmoins à des incertitudes de mesures différentes au niveau des moyennes annuelles corrigées. Ainsi l'intervalle des valeurs avec risque de dépassement possible (lignes obliques jaunes) ou dépassement confirmé (lignes obliques rouges) de la valeur limite est différent pour les moyennes corrigées en 2018 et 2019.

Par rapport à la campagne de l'année précédente 2018, on constate que, malgré une baisse générale claire et nette sur tous les points de mesurages pour lesquels il existe des valeurs comparatives, les 5 hotspots observés en 2018 ont été maintenus en 2019 sauf un qui est tombé tout juste en-dehors de la plage du dépassement confirmé (Niedercorn, 144, avenue de la Liberté). Un nouveau hotspot et deux nouveaux points critiques ont été identifiés dans la commune de Luxembourg. Un point critique dans la commune de Hesperange ne l'a plus été en 2019.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET COMMUNES PARTICIPANTES

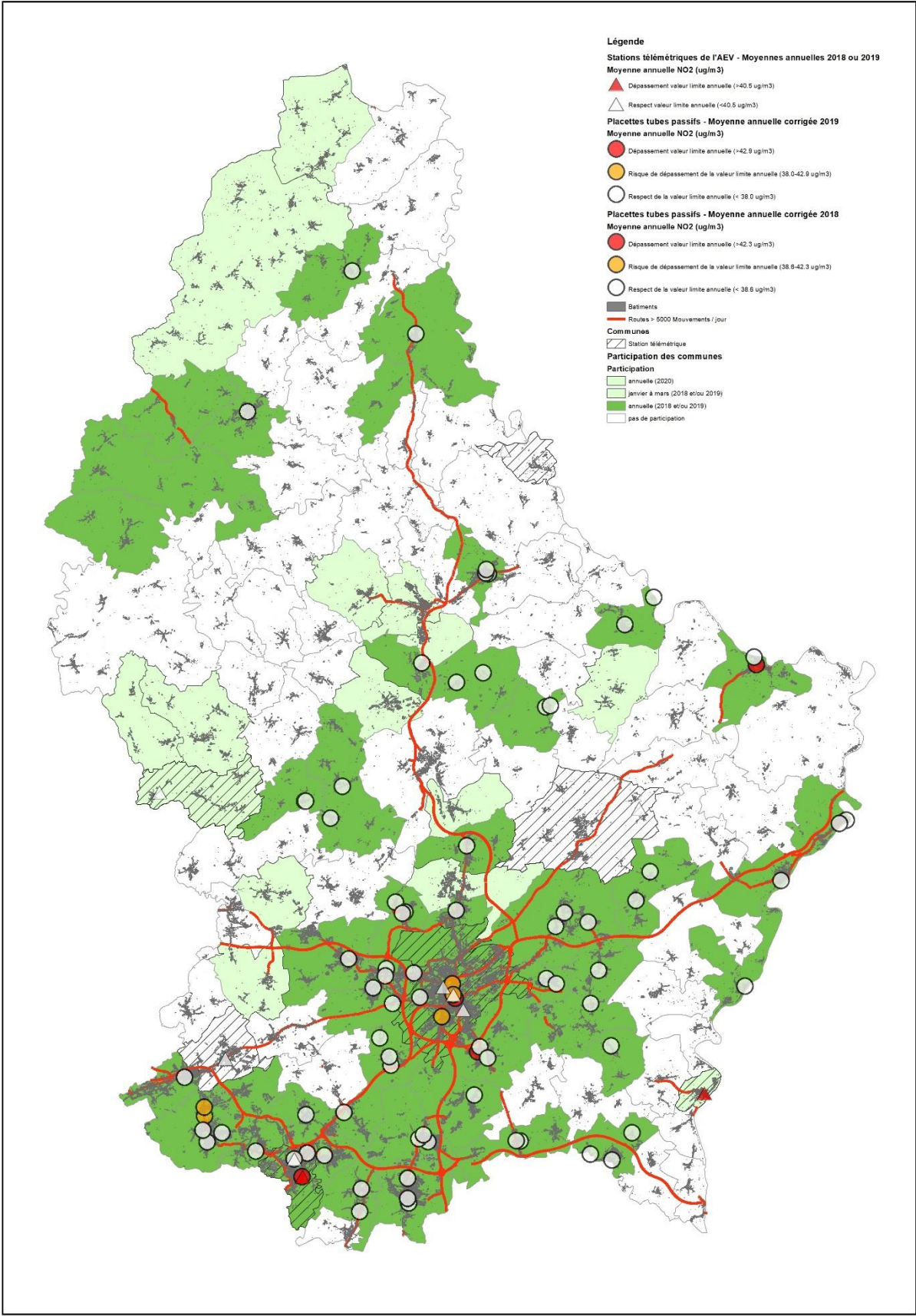


FIGURE 5 REPARTITION GEOGRAPHIQUE (PAYS ENTIER)

Les cartes de ce chapitre montrent la répartition géographique des résultats des moyennes annuelles corrigées des années 2018 et 2019 (cercles). Les cartes comprennent également les moyennes annuelles mesurées par les stations téléométriques de l'Administration de l'environnement (losanges). On constate que des « hotspots » (couleur rouge) et des points critiques (couleurs orange) sont observés au sud-ouest du pays ainsi qu'à certains points de frontières et ceci notamment dans les zones urbanisées (surfaces grises sur la carte) et traversées par des routes à trafic intense (lignes rouges sur la carte).

On peut également constater que 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 (lignes rouges sur la carte), a participé à au moins une campagne de mesure en 2018 et 2019 portant sur une année complète (communes colorées en vert foncé). D'autres communes ont au moins participé à une phase de trois mois hivernaux en 2018 et 2019 ou sont en train de participer à la campagne actuellement en cours en 2020 (colorées en vert clair). Les communes dans lesquelles l'Administration de l'environnement opère des stations de mesure téléométriques sont indiquées à l'aide de lignes obliques.

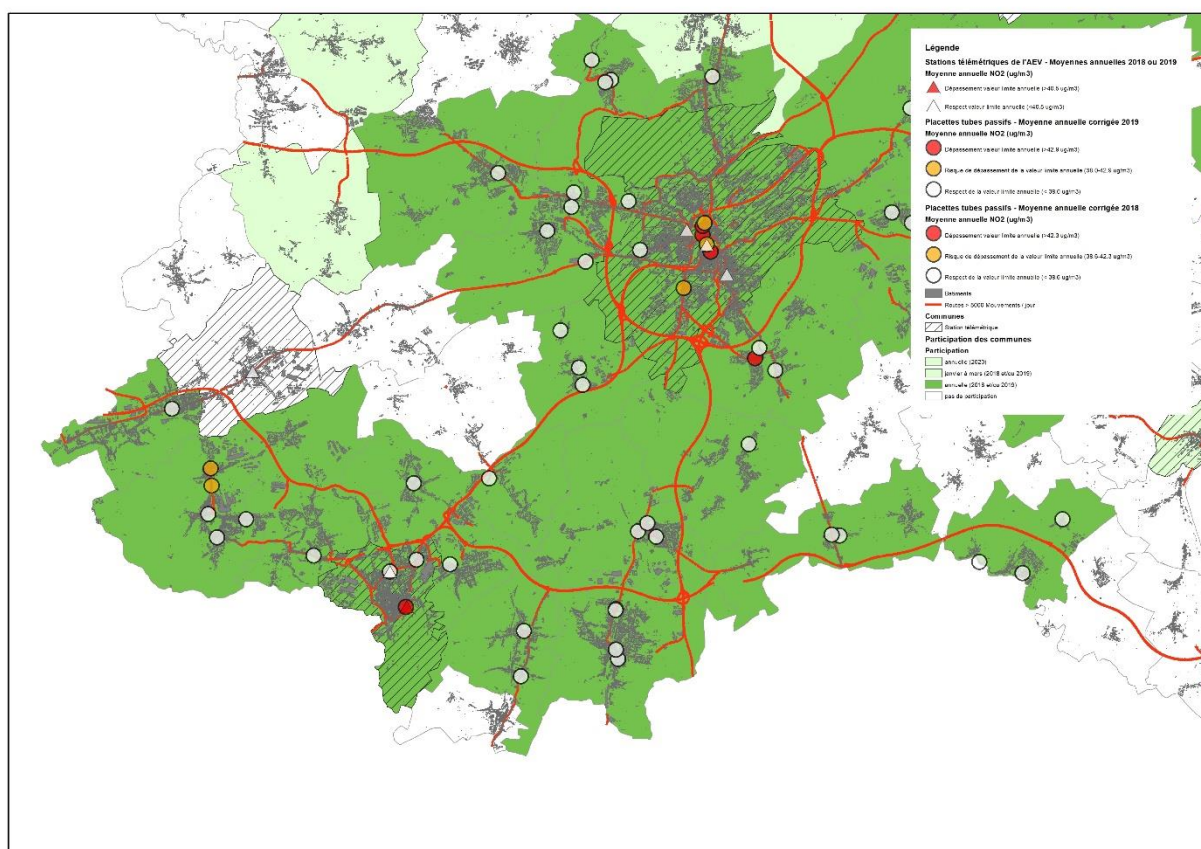


FIGURE 6 REPARTITION GEOGRAPHIQUE (SUD-OUEST DU PAYS)

COMPARAISON DES RESULTATS PAR RAPPORT AUX ANNEES PRECEDENTES

D'une manière générale, on observe une tendance à la baisse au cours des dernières années et notamment entre 2015 et 2019. Cette baisse est également observée au niveau des quantités d'oxydes d'azote rejetées dans l'atmosphère. Des nouveaux calculs de modélisation sont en cours pour estimer l'impact des différentes sources d'émissions sur les concentrations mesurées dans l'air ambiant. La station de mesure de Luxembourg-Bonnevoie fait exception avec une hausse sensible en 2019 qui peut être due à des chantiers sur la Rocade de Bonnevoie à proximité directe de la station de mesure. Néanmoins, on peut constater que l'année 2019 se situe relativement bien dans l'évolution à long terme et peut donc être considérée comme une année normale et représentative.

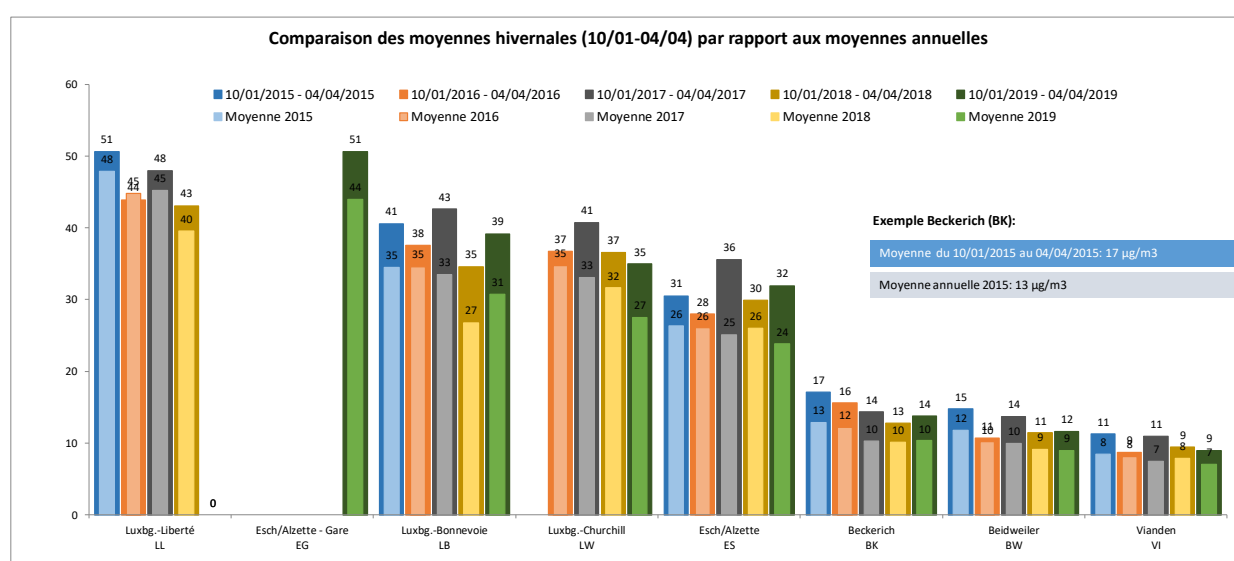


FIGURE 7 COMPARAISON DES MOYENNES HIVERNALES ET ANNUELLES

Comme pour les années précédentes, c'est pendant la période hivernale de janvier à mars 2019 (du 10.01. au 04.04.) qu'on a observé des concentrations moyennes aux emplacements à dominance trafic qui sont sensiblement plus élevées par rapport à la moyenne annuelle. Ainsi, on peut estimer de manière conservatrice le respect de la valeur limite annuelle tout en limitant les mesurages aux trois premiers mois de l'année.

En prenant en compte l'incertitude de mesure élargie de $\pm 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (voir chapitre Etalonnage et incertitude de mesure) et en admettant que la moyenne hivernale de janvier à mars est plus élevée que la moyenne annuelle, on peut donc confirmer l'hypothèse qu'il n'y a pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une vingtaine d'emplacements qui avaient arrêté les mesurages après la première phase en 2019 (valeurs moyennes hivernales $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

CONCLUSIONS

Après accomplissement de la campagne de mesurage qui s'est déroulée du 9 janvier au 24 décembre 2019 et en tenant compte de l'incertitude de mesure élargie établie à $\pm 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les moyennes annuelles corrigées 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 :

- est dépassée pour 5 emplacements dénommés « hotspots ». Il s'agit d'emplacements « urbains trafic » précis et limités aux segments de route concernés dans les communes de Echternach, Esch-sur-Alzette, Hesperange et Luxembourg ;
- risque d'être dépassée pour 5 emplacements dénommés « points critiques ». Il s'agit d'emplacements « urbains trafic » dans les communes de Luxembourg et Differdange ;
- ne risque pas d'être dépassée pour 54 emplacements.

Par ailleurs, une vingtaine d'emplacements avaient arrêté les mesurages après la première phase car il n'y avait pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle en 2019 (valeurs moyennes hivernales $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A noter que pour deux emplacements, les mesurages ont dû être arrêtés après la première phase pour cause de fermeture de la route concernée ou pour cause de non-conformité de l'emplacement par rapport aux critères de la directive 2008/50/CE.

Tous les emplacements analysés dans la campagne avec dépassement (hotspots) ou risque de dépassement (points critiques) sont des emplacements du type « urbain trafic ». Aucun hotspot ou point critique n'a été identifié aux emplacements du type « urbain » ou « rural trafic ».¹

Par rapport à la campagne de l'année précédente, on constate que malgré une baisse générale et nette sur tous les points de mesurages pour lesquels il existe des valeurs comparatives pour des années 2018 et 2019, les 5 hotspots observés en 2018 ont été maintenus en 2019, sauf un qui reste néanmoins tout juste en-dessous du dépassement confirmé. Un nouveau hotspot et deux nouveaux points critiques ont été identifiés dans la commune de Luxembourg. Un point critique dans la commune de Hesperange ne l'a plus été en 2019.

La campagne de 2019 n'a pas révélé de nouveaux hotspots ou points critiques situés à des emplacements éloignés des hotspots ou points critiques identifiés en 2018, sauf pour un nouveau point critique dans la Ville de Luxembourg, située dans la route d'Esch, qui mérite une attention particulière à l'avenir en tenant compte de l'évolution du développement urbain et de la gestion du trafic dans ce quartier de la Ville de Luxembourg. En tenant encore compte des résultats des modélisations réalisées en 2018 sur l'ensemble du Grand-Duché de Luxembourg, on peut considérer que cette liste donne un très bon aperçu de la situation. Elle pourra encore être complétée et actualisée au fur et à mesure, notamment sur base des résultats de la campagne de mesure en 2020.

Finalement, il y a lieu de mentionner que les emplacements avec confirmation de dépassement de la valeur limite (« hotspots ») devront être pris en compte dans l'élaboration d'un plan de qualité de l'air à soumettre à la Commission européenne dans le contexte de la directive 2008/50/CE [5] relative à la qualité de l'air ambiant.

¹ Les emplacements « urbains trafic » et « rural trafic » se caractérisent notamment par une distance maximale de 10 mètres par rapport à une route à grand trafic (représentatifs pour un tronçon de route d'au moins 100 mètres).

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] <https://map.geoportail.lu/theme/emwelt> THEME : QUALITE DE L’AIR
- [5] [https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO₂.html](https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO2.html)
- [6] 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
- [7] DIN EN ISO 20988, Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit (ISO 20988;2007), Deutsche Fassung EN ISO 20988:2007