

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

RAPPORT FINAL 2018

MESURAGES DU 10 JANVIER AU 27 DECEMBRE 2018

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt

QUALITÉ DE L'AIR



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

Administration de l'environnement

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Le programme national de la qualité de l'air [1] adopté en 2017 a prévu d'impliquer les communes en intégrant la qualité de l'air dans le Pacte climat. Dans ce contexte les communes ont été invitées à participer à une campagne de mesurage commune en 2018.

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. La méthode d'échantillonnage utilise un équipement simple, celui des tubes à diffusion passive. La valeur limite annuelle peut être considérée comme respectée si la moyenne annuelle mesurée reste en-dessous de la valeur limite tout en tenant compte de l'incertitude de mesure de la méthode utilisée.

Les principaux objectifs de la campagne de mesurage sont :

- d'améliorer l'information des 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 (point critiques) de la valeur limite ;
- à évaluer la représentativité des stations de mesurages permanentes de la qualité de l'air de l'Administration de l'environnement ;
- à attribuer à chaque emplacement analysé une station de mesurage représentative du réseau de mesurage fixe de l'Administration de l'environnement permettant de suivre l'évolution de la pollution

CAMPAGNE DE MESURAGE

PARTENAIRES ET CHARGES

En 2017, l'**Administration de l'environnement (AEV)**, en collaboration avec **myenergy**, a organisé plusieurs réunions et séances de formation pour conseiller les communes dans le choix des points de mesurages sur leur territoire et pour former les agents communaux en charge de la mise en place des points de mesurages et de la collecte des échantillons. L'Administration de l'environnement a mis à la disposition des communes le support de mesure et a organisé la distribution, la collecte et l'envoi groupé des échantillons au laboratoire d'analyses. En outre, 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 mesure, 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. Certaines communes, dont notamment celles du Parc Naturel de la Haute-Sûre, se sont mises ensemble pour réunir leurs efforts.

La fourniture des tubes passifs ainsi que les analyses chimiques ont été réalisées par la **Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)** à Karlsruhe.

METHODE D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE

La méthode de l'échantillonnage à l'aide des tubes à diffusion passive permet l'utilisation d'un équipement simple afin de déterminer la concentration en dioxyde d'azote NO_2 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 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 (avec une incertitude élargie de <15%).

L'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre pendant une durée fixée, à environ 3 mètres de hauteur, des tubes adsorbants (tubes cylindriques de 3 à 7 cm de longueur et environ 1 cm de diamètre, figure 1). 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 chromatographie ionique.

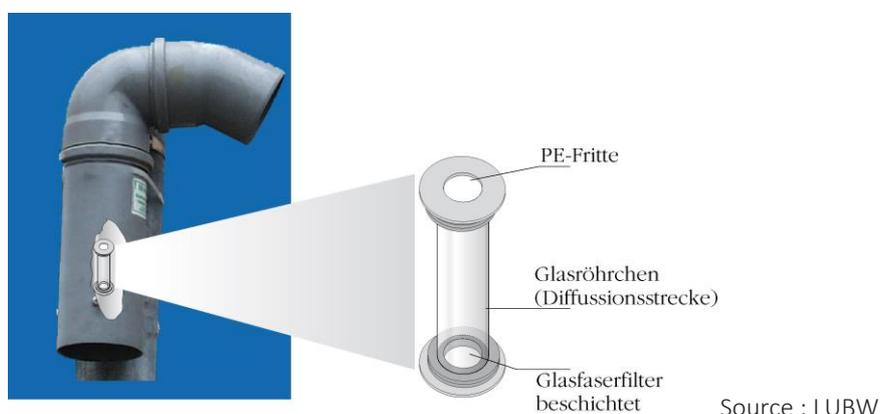


FIGURE 1 : DISPOSITIF DE MESURAGE - TUBE PASSIF AVEC PROTECTION CONTRE INTEMPÉRIES

DUREE DES MESURAGES ET CHOIX DES EMPLACEMENTS

La première phase du projet a compris les trois premiers mois de l'année et s'est étendue du 10 janvier au 4 avril 2018. La deuxième phase du projet s'est étendue du 4 avril au 27 décembre 2018 et a ainsi permis de continuer les mesurages de la première phase pour les points les plus critiques où il était souhaitable de pouvoir calculer une moyenne exacte sur une année complète. Les échantillons ont été pris toutes les deux semaines (tableau 1).

PHASE 1			PHASE 2		
Période		Cycle	Période		Cycle
10/01/2018	24/01/2018	1	04/04/2018	18/04/2018	7
24/01/2018	07/02/2018	2	18/04/2018	02/05/2018	8
07/02/2018	21/02/2018	3	02/05/2018	16/05/2018	9
21/02/2018	07/03/2018	4	16/05/2018	30/05/2018	10
07/03/2018	21/03/2018	5	30/05/2018	13/06/2018	11
21/03/2018	04/04/2018	6	13/06/2018	27/06/2018	12
			27/06/2018	11/07/2018	13
			11/07/2018	25/07/2018	14
			25/07/2018	08/08/2018	15
			08/08/2018	22/08/2018	16
			22/08/2018	05/09/2018	17
			05/09/2018	19/09/2018	18
			19/09/2018	03/10/2018	19
			03/10/2018	17/10/2018	20
			17/10/2018	31/10/2018	21
			31/10/2018	14/11/2018	22
			14/11/2018	28/11/2018	23
			28/11/2018	12/12/2018	24
			12/12/2018	27/12/2018	25

TABLEAU 1 : PHASES ET CYCLES DE MESURAGES

L'Administration de l'environnement a assisté les communes dans le choix des sites de mesurages afin de garantir une conformité par rapport aux exigences techniques (micro-implantation des points de prélèvement) de la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air et un air pur pour l'Europe. Les emplacements ont été choisis pour mesurer les concentrations :

- soit aux endroits où s'observent des fortes concentrations, à savoir le long d'axes routiers à trafic et construction denses ;
- soit aux endroits représentatifs de l'exposition de la population en général, à savoir à l'intérieur des agglomérations ;
- soit à des endroits spécifiques (par exemple une zone shared space) pour faire un état des lieux et être en mesure de pouvoir quantifier l'effet des mesures.

Les emplacements retenus en définitive ont été choisis par les communes eux-mêmes.

Pour la première phase du projet allant du 10 janvier au 4 avril 2018, 36 communes se sont engagées à participer avec un total de 98 points de mesurages. Etant donné que pendant l’hiver on observe généralement les valeurs les plus élevées en NO₂, il a été possible d’estimer pour les emplacements moins critiques, où la moyenne mesurée au cours de ces trois mois est restée en-dessous de 36 µg/m³, le respect de la valeur limite annuelle de 40 µg/m³. Les résultats sont publiés dans le rapport intermédiaire portant sur le bilan de la phase 1 [2].

22 communes avec un total de 36 placettes ont décidé de continuer les mesurages jusqu’au 27 décembre 2018 pour ainsi couvrir l’année complète 2018. L’Administration de l’environnement a ajouté à cette liste 5 emplacements supplémentaires (tableau 2).

	PHASE 1	PHASE 2
Communes participantes	36	22
Placettes des communes	98	36
Placettes AEV	5	5
TOTAL Communes couvertes	38	24
TOTAL Placettes	103	41

TABLEAU 2 : NOMBRE DES COMMUNES ET DE PLACETTES

Le tableau 3 montre qu’il s’agit dans la majorité des cas (38 de 41 placettes) d’emplacements trafic (urbaines trafic « ut » et rurales trafic « rt ») qui se caractérisent notamment par des placettes situées à une distance maximale de 10 mètres d’une route à grand trafic et représentatives pour un tronçon de route d’au moins 100 mètres. A une certaine distance des routes à grand trafic (> 10 mètres) on fait la distinction entre les placettes situées dans des villes et agglomérations (urbaines « u », 2 cas) et les placettes situées dans des petites localités (rurales « r », 1 cas). Au niveau de la répartition géographique, le pays est encore divisé dans 3 zones de qualité de l’air – LCPU, CES et RAL – tel que décrit dans le chapitre ci-après.

ZONE	TYPE PLACETTE				TOTAL
	ut	rt	u	r	
LCPU	6	2	1		9
CES	14	2	1		17
RAL	7	7		1	15
TOTAL	27	11	2	1	41

TABLEAU 3 : TYPES DE PLACETTES

Le tableau 4 reprend la liste de tous les emplacements de mesurage de la campagne complète (phases 1 et 2).

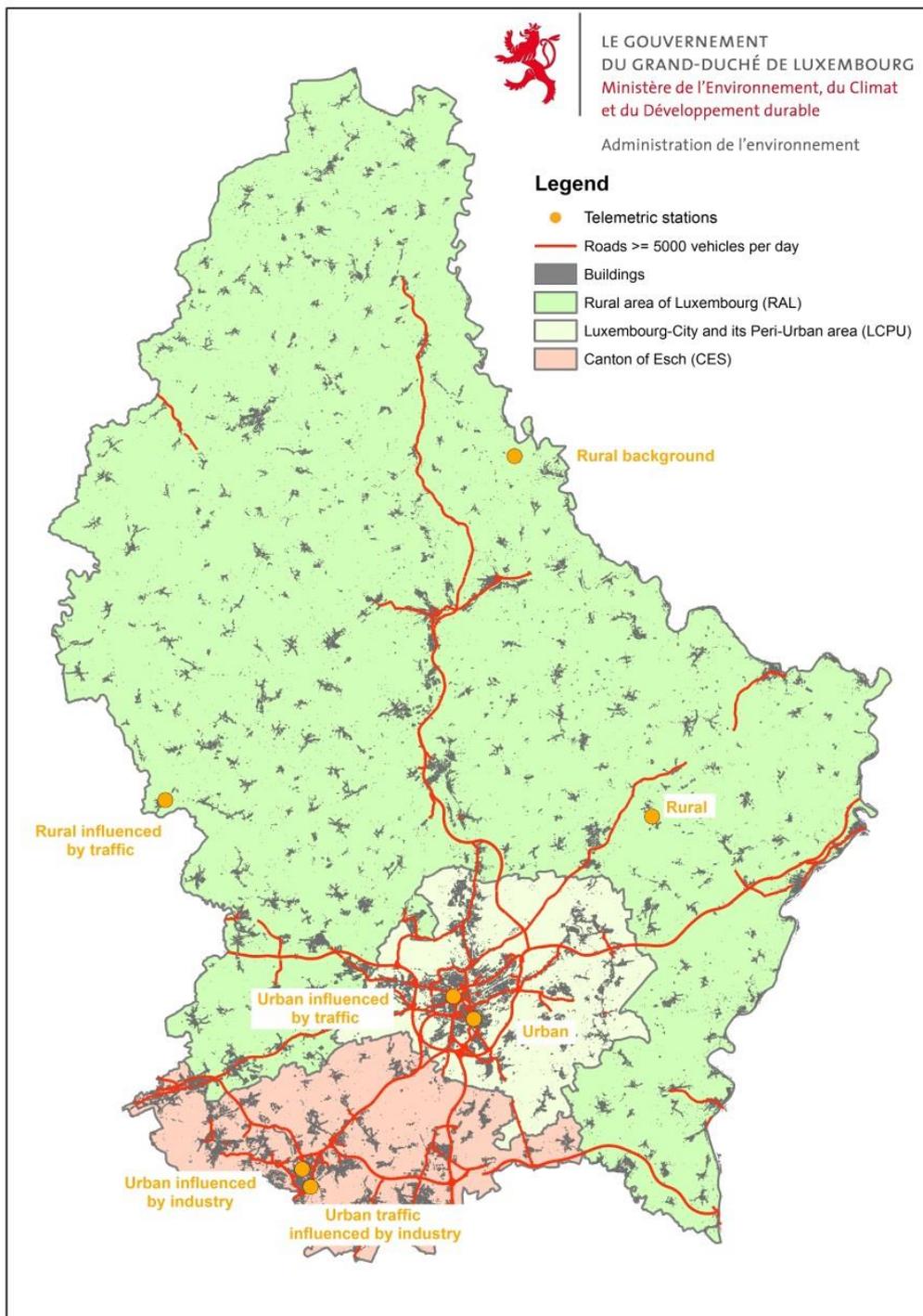
Commune	Localité	Adresse	Zone	Type Placette	Type route
Bertrange	Bertrange	69, route de Longwy	LCPU	rt	N5
Bertrange	Bertrange	Shared Space en face de la Mairie	LCPU	u	CR163
Bettembourg	Bettembourg	45, route de Mondorf	CES	ut	N13
Bettembourg	Bettembourg	63, route d'Esch	CES	ut	N13
Bettembourg	Bettembourg	24, route de Luxembourg	CES	ut	N31
Betzdorf	Olingen	16, Cité op Ei'en	RAL	r	
Betzdorf	Roodt/Syre	5-7, route de Luxembourg	RAL	rt	N1
Colmar-Berg	Colmar-Berg	7, rue d'Ettelbruck	RAL	rt	N7
Contern	Oetrange	2A, Montée d'Oetrange	LCPU	rt	N28
<i>Diekirch-AEV</i>	<i>Diekirch</i>	<i>15, rue de Stavelot</i>	RAL	ut	N7
Differdange	Niedercorn	144, avenue de la Liberté	CES	ut	N31
Differdange	Niedercorn	24, rue des Ecoles	CES	ut	N31
Dudelange	Dudelange	RP route de Burange - route de Luxembourg	CES	ut	N31
Dudelange	Dudelange	34, rue du Commerce	CES	ut	CR184
Echternach	Echternach	57, rue des Remparts	RAL	ut	CR366
Echternach	Echternach	21, rue Ermesinde	RAL	ut	CR366
Esch-Alzette	Esch-Alzette	205, rue de Luxembourg	CES	ut	N4
<i>Esch-Alzette-AEV</i>	<i>Esch-Alzette</i>	<i>69, rue Arthur Useldinger</i>	CES	u	<i>N4C</i>
<i>Esch-Alzette-AEV</i>	<i>Esch-Alzette</i>	<i>50-52, boulevard Kennedy</i>	CES	ut	<i>N4</i>
Frisange	Frisange	4, Lëtzebuergerstrooss	CES	rt	N3
Frisange	Frisange	15, Munnerëferstrooss	CES	rt	N13
Hesperange	Alzingen	512, route de Thionville	LCPU	ut	N3
Hesperange	Hesperange	4-6, rue de Gasperich	LCPU	ut	CR231
Hesperange	Hesperange	398, route de Thionville	LCPU	ut	N3
Kayl	Kayl	26, Grand-Rue	CES	ut	N31
Kayl	Tétange	25, rue de Rumelange	CES	ut	N33
Lorentzweiler	Lorentzweiler	80, route de Luxembourg	RAL	rt	N7
Luxembourg	Luxembourg	30, boulevard Royal	LCPU	ut	N7
<i>Luxembourg-AEV</i>	<i>Luxembourg</i>	<i>2-4, avenue de la Liberté</i>	LCPU	ut	<i>N3</i>
Mamer	Mamer	60, route d'Arlon	RAL	ut	N6
Mertert	Wasserbillig	39, Grand-Rue	RAL	ut	N1
Mertert	Wasserbillig	16, route de Luxembourg	RAL	ut	N1
Nommern	Cruchten	67, rue Principale	RAL	rt	CR123
Nommern	Schrodweiler	CR115 - Eglise	RAL	rt	CR115
NP Oewersauer	Wiltz	op der Lann	RAL	ut	N12
<i>Pétange-AEV</i>	<i>Pétange</i>	<i>46, route Longwy</i>	CES	ut	<i>N5</i>
Sanem	Belvaux	219, route d'Esch	CES	ut	N31
Schifflange	Schifflange	8, rue du Moulin	CES	ut	CR168
Schuttrange	Schuttrange	77, rue Principale	RAL	rt	CR132
Walferdange	Helmsange	5, route de Diekirch	LCPU	ut	N7
Wormeldange	Wormeldange	7, rue de Dreibern	RAL	rt	CR122

TABLEAU 4 : POINTS DE MESURAGE

RESEAU DE MESURAGE FIXE DE L'AEV

L'évaluation de la qualité de l'air est réalisée à l'aide de stations de mesurages fixes qui sont réparties dans les trois zones de qualité de l'air (figure 2), à savoir :

- la zone canton de Luxembourg (LCPU) ;
- la zone canton d'Esch-sur-Alzette (CES) ;
- la zone rurale de Luxembourg (RAL) couvrant le 10 cantons restants du Grand-Duché



- FIGURE 2 : ZONES DE QUALITE DE L'AIR ET STATIONS DE MESURAGES FIXES

En 2018, huit stations de mesurages fixes mesurent en continu le NO₂ (tableau 5) :

Zone	Station	Type station
LCPU	Luxembourg - Avenue de la Liberté (LL)	urbaine trafic (ut)
LCPU	Luxembourg - Place W. Churchill (LW)	urbaine trafic (ut)
LCPU	Luxembourg - rue de Bonnevoie (LB)	urbaine (u)
CES	Esch/Alzette - Bvd J.F. Kennedy (EG)	urbaine trafic (ut)
CES	Esch/Alzette - rue A. Useldinger (ES)	urbaine (u)
RAL	Beckerich (BK)	rurale (r)
RAL	Beidweiler (BW)	rurale (r)
RAL	Vianden - Mont St. Nicolas (VI)	rurale de fond (rf)

TABLEAU 5 : STATIONS DE MESURAGES FIXES

Les résultats des valeurs mesurées en temps réel peuvent être consultés sur :

<http://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/mesures-actuelles.html>

Des stations de mesurages temporaires peuvent compléter les mesurages du réseau fixe.

RESULTATS

RESULTATS DES MESURAGES PAR EMPLACEMENT

Les résultats de la phase 1 sont publiés dans le rapport intermédiaire portant sur le bilan de la phase 1 [2].

Le présent rapport publie les résultats de la campagne de mesure qui a porté sur l'année complète 2018 (phases 1 et 2). Il s'agit dans la majorité des cas d'emplacement trafic. Le tableau ci-après montre les résultats par emplacement classés par ordre alphabétique des communes. A titre de comparaison, les résultats de la phase 1 pour ces emplacements sont également indiqués (tableau 6).

Les moyennes annuelles marquées en **rouge** sont les valeurs qui sont supérieures ou égales à 45 µg/m³ (valeur limite + l'incertitude de mesure élargie de 5 µg/m³) pour lesquelles on peut admettre que la valeur limite est dépassée (« hotspots »).

Les moyennes annuelles marquées en **orange** sont les valeurs qui se situent autour de la valeur limite (40 µg/m³ ± 5 µg/m³, c.à.d. entre 35 et 45 µg/m³) et pour lesquelles on ne peut ni confirmer ni exclure le dépassement de la valeur limite (points critiques).

Les placettes en *italique* sont les placettes de l'Administration de l'environnement.

Pour le calcul des moyennes annuelles, des éventuelles valeurs aberrantes n'ont pas été éliminées. En effet, l'analyse des résultats a montré qu'elles n'ont pas d'effets significatifs sur les moyennes calculées.

Commune	Localité	Adresse	IdAEV	Moyenne Phase 1 10.01. - 04.04.2018 [µg/m ³]	Moyenne annuelle 2018 [µg/m ³]
Bertrange	Bertrange	69, route de Longwy	NBEGE05	29	26
Bertrange	Bertrange	Shared Space en face de la Mairie	NBEGE02	24	22
Bettembourg	Bettembourg	45, route de Mondorf	NBERG04	35	37
Bettembourg	Bettembourg	63, route d'Esch	NBERG02	38	35
Bettembourg	Bettembourg	24, route de Luxembourg	NBERG03	36	35
Betzdorf	Olingen	16, Cité op Ei'en	NOLEN01	13	12
Betzdorf	Roodt/Syre	5-7, route de Luxembourg	NRORE01	22	20
Colmar-Berg	Colmar-Berg	7, rue d'Ettelbruck	NCORG01	30	26
Contern	Oetrange	2A, Montée d'Oetrange	NOEGE01	31	25
Diekirch-AEV	Diekirch	15, rue de Stavelot	NDIEH01	39	37
Differdange	Niedercorn	144, avenue de la Liberté	NDIGE02	52	48
Differdange	Niedercorn	24, rue des Ecoles	NDIGE04	45	42
Dudelange	Dudelange	RP rte de Burange - rte de Luxembourg	NDUGE02	38	39
Dudelange	Dudelange	34, rue du Commerce	NDUGE05	30	29
Echternach	Echternach	57, rue des Remparts	NECCH03	51	51
Echternach	Echternach	21, rue Ermesinde	NECCH02	37	34
Esch-Alzette	Esch-Alzette	205, rue de Luxembourg	NESTE08	39	38
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	50-52, boulevard Kennedy	NESTE04	50	52
Esch-Alzette-AEV	Esch-Alzette	69, rue Arthur Useldinger	NESTE07	25	24
Frisange	Frisange	4, Lëtzebuurgerstrooss	NFRGE01	30	27
Frisange	Frisange	15, Munnerëferstrooss	NFRGE02	30	26
Hesperange	Alzingen	512, route de Thionville	NALEN01	33	32
Hesperange	Hesperange	4-6, rue de Gasperich	NHEGE02	53	53
Hesperange	Hesperange	398, route de Thionville	NHEGE01	41	39
Kayl	Kayl	26, Grand-Rue	NKAYL02	38	34
Kayl	Tétange	25, rue de Rumelange	NTEGE02	37	32
Lorentzweiler	Lorentzweiler	80, route de Luxembourg	NLOER01	30	26
Luxembourg	Luxembourg	30, boulevard Royal	NLURG06	47	45
Luxembourg-AEV	Luxembourg	2-4, avenue de la Liberté	NLURG07	42	39
Mamer	Mamer	60, route d'Arlon	NMAER02	31	28
Merttert	Wasserbillig	39, Grand-Rue	NWAIG01	41	38
Merttert	Wasserbillig	16, route de Luxembourg	NWAIG04	33	29
Nommern	Cruchten	67, rue Principale	NCREN01	28	24
Nommern	Schrandweiler	CR115 - Eglise	NSCER01	15	15
NP Oewersauer	Wiltz	op der Lann	NWITZ01	32	27
Pétange-AEV	Pétange	46, route Longwy	NPEGE01	39	36
Sanem	Belvaux	219, route d'Esch	NBEUX01	29	28
Schifflange	Schifflange	8, rue du Moulin	NSCGE02	34	30
Schuttrange	Schuttrange	77, rue Principale	NSUGE01	29	26
Walferdange	Helmsange	5, route de Diekirch	NWAGE01	33	29
Wormeldange	Wormeldange	7, rue de Dreibern	NWOGÉ	28	24

TABLEAU 6 : RÉSULTATS DE MESURAGE PAR EMPLACEMENT

INCERTITUDE DE MESURE

Des mesurages en parallèle aux stations de mesurages fixes de l'AEV ont permis 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 3 emplacements différents présentant chacun un niveau annuel moyen en NO₂ différent (stations ES, LL et EG).

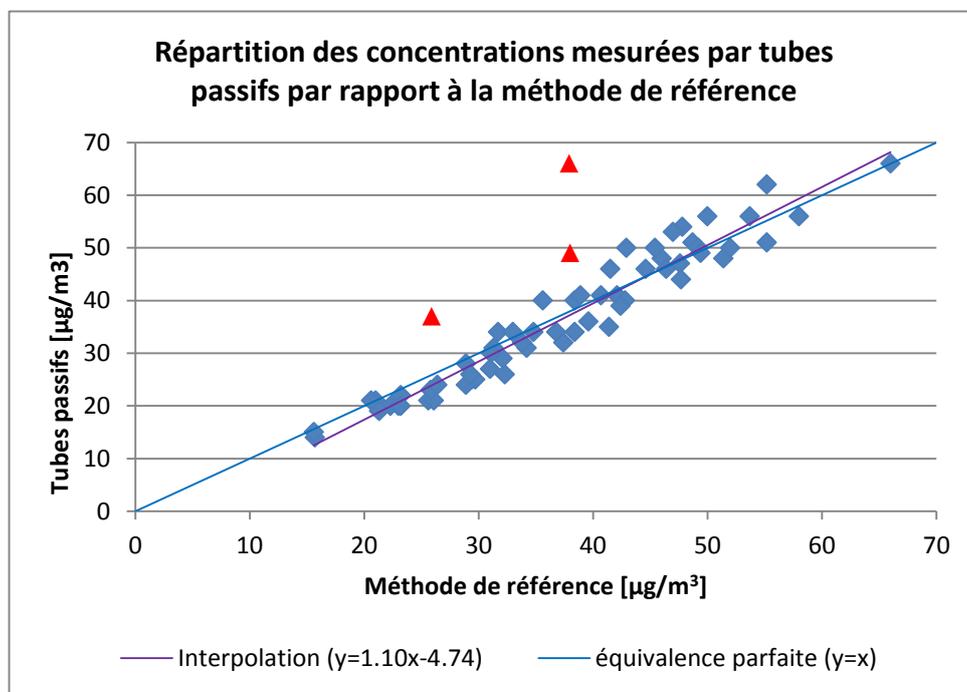


FIGURE 3 : EQUIVALENCES

L'incertitude a été calculée selon la norme EN ISO 20988 :2007 [6] sur base de l'ensemble des mesures valides (62), tout en éliminant les valeurs aberrantes (triangles rouges dans la figure 3). L'incertitude de mesure élargie pour la détermination de la **valeur individuelle** 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. Au niveau des basses concentrations (intervalle 14 – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), un biais négatif (-2,8) signifie que la méthode par tubes passifs sous-estime en moyenne par rapport à la méthode de référence. Au niveau de concentrations élevées (intervalle 40 – 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), un biais positif (+1,4) signifie que la méthode par tubes passifs surestime en moyenne par rapport à la méthode de référence. Le biais le plus faible (-0,50) se trouve dans l'intervalle autour de la valeur limite (30 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En tenant compte des évaluations du laboratoire ayant fourni les tubes passifs et ayant procédé aux analyses chimiques, on peut estimer 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%) à $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ou de 12,5% au niveau de la valeur limite.

EVALUATION

VALEUR LIMITE POUR LE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

La directive européenne 2008/50/CE [5] exprime les valeurs limite en NO₂ pour la protection de la santé humaine :

- 200 µg/m³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile, à respecter à partir du 1er janvier 2010
- 40 µg/m³ en moyenne annuelle à respecter à partir du 1er janvier 2010

DISTRIBUTION DES VALEURS ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE

La figure 4 montre le classement et la variation (valeur minimale et maximale) des concentrations du NO₂ (µg/m³) mesuré aux 41 emplacements à des intervalles de 2 semaines pendant la période du 10.01.2018 au 27.12.2018, ceci en comparaison aux 8 stations de mesurage fixes de l'Administration de l'environnement (EG, LL, LW, LB, ES, BK, BW et VI) :

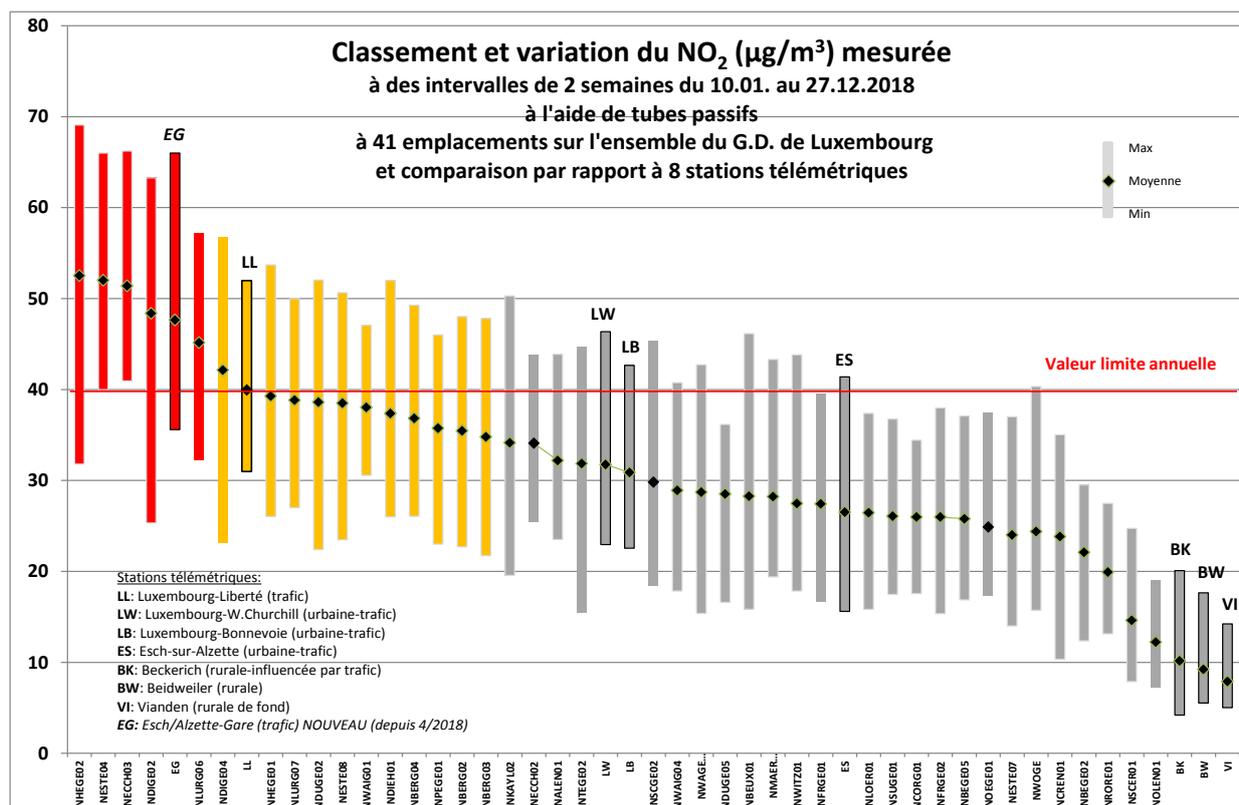


FIGURE 4 : CLASSEMENT ET VARIATION DES CONCENTRATION EN NO₂

Les valeurs moyennes annuelles varient entre 53 µg/m³ et 12 µg/m³

La variation des moyennes de chaque fois 2 semaines se situe entre 7 et 37 µg/m³ avec en moyenne 24 µg/m³. En comparaison aux stations de mesures fixes de l'Administration de l'environnement, on constate des variations semblables qui sont principalement attribuables aux conditions locales de rejets et de dispersion des polluants dans l'air (conditions météorologiques).

En prenant en considération l'incertitude de mesure élargie pour les moyennes annuelles de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (voir chapitre Incertitude de mesure), on peut conclure que pour 25 des 41 emplacements analysés (couleur grise), la valeur moyenne s'élève à moins de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et on peut supposer qu'il n'y a pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour 11 des 41 emplacements (couleurs orange), la moyenne se situe entre $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et le risque de dépassement de la valeur limite annuelle ne peut pas être exclu (points critiques).

Pour 5 des 41 emplacements (couleur rouge) la moyenne est supérieure ou égale à $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et on peut admettre le dépassement de la valeur limite (« hotspots »). Il s'agit d'emplacements précis et limités aux segments de route concernés dans les communes de Hesperange, Differdange, Echternach, Esch-sur-Alzette et Luxembourg (voir aussi le tableau Résultats de mesurage par emplacement).

La figure 5 montre la répartition géographique des résultats (cercles= mesurages sur une année, losanges= mesurages limités à la phase 1). On constate que des « hotspots » (couleur rouge) et des points critiques (couleurs orange) sont observés dans toutes les zones de qualité de l'air se situent notamment à Luxembourg-ville, au sud-ouest du pays ainsi qu'aux points de frontières.

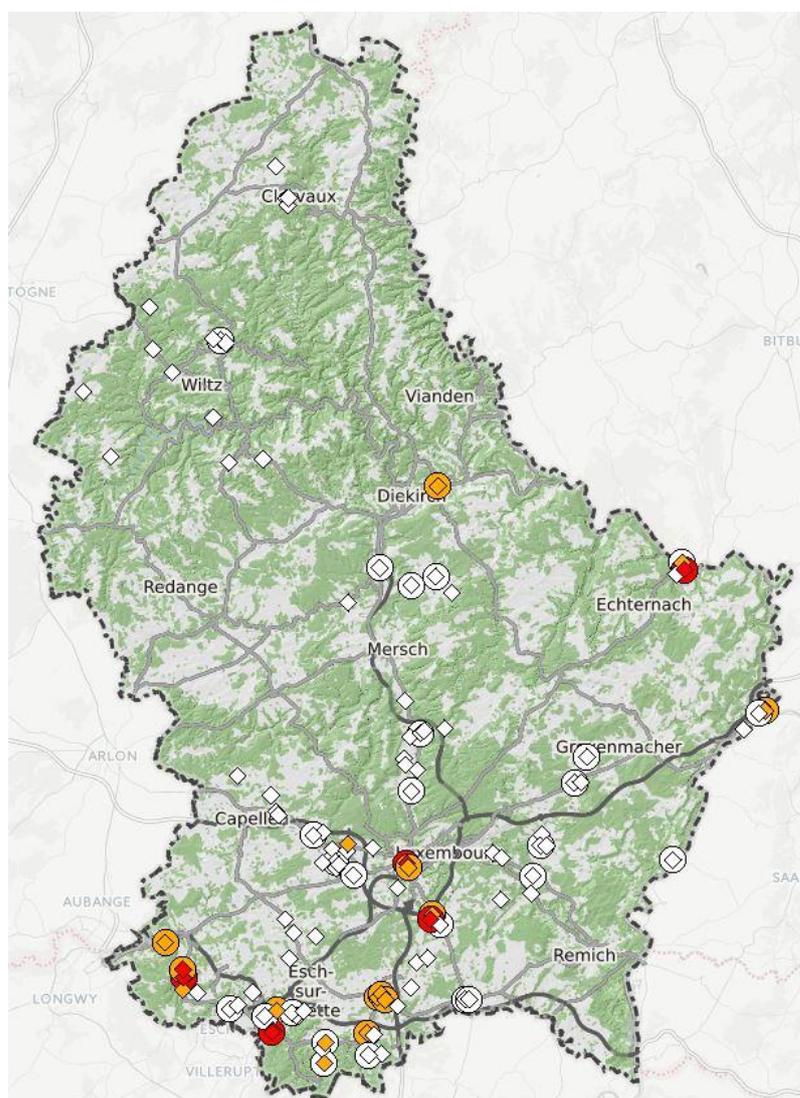


FIGURE 5 : RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES RÉSULTATS

EXHAUSTIVITE DES HOTSPOTS IDENTIFIES

En 2018 une modélisation de l'impact du trafic généré le long des grands axes routier sur la qualité de l'air a été réalisée. Les calculs se sont basés sur les données de 2016 (intensité du trafic, composition de la flotte, situation de route, pollution de fond et données météorologiques). Les résultats des modélisations, qui d'office comportent des incertitudes plus élevées que les résultats des mesurages par tubes passifs, peuvent notamment servir à identifier des emplacements potentiellement critiques.

En comparaison avec la répartition géographique des résultats des mesurages par tubes passifs, on observe une bonne concordance. Les « hotspots » et points critiques se situent dans la majorité des cas aux mêmes segments précis et limités des grands axes routiers dans les zones urbaines et aux points des frontières du pays à l'exception de la Ville de Luxembourg pour laquelle la modélisation fait ressortir un impact du trafic plus important et plus généralisé. Nonobstant des baisses significatives observées aux stations fixes de mesurage de l'Administration de l'environnement, des mesurages complémentaires sur le territoire de la Ville de Luxembourg s'avèrent nécessaires.

Des valeurs élevées ($> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) identifiées par modélisation apparaissent dans les trois zones LCPU (Luxembourg, Hesperange et Strassen), CES (Esch-sur-Alzette, Bettembourg, Differdange, Kayl et Rumelange) et RAL (Ettelbrück, Diekirch, Echternach, Mertert et Remich). Ils devront être vérifiés par des mesurages (figure 6).

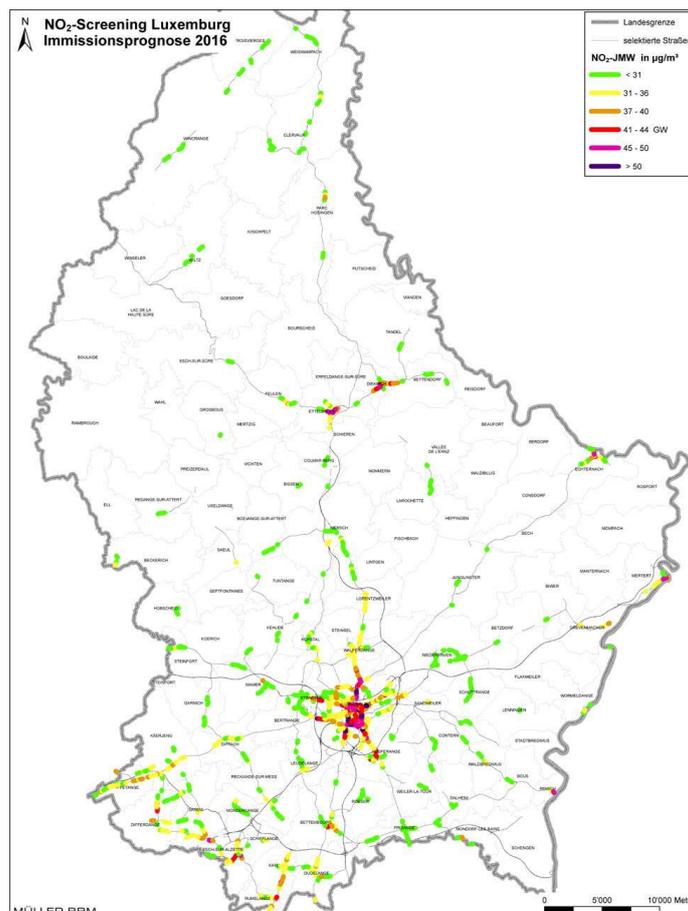


FIGURE 6 : GROBScreening 2018 : MOYENNES ANNUELLES CALCULÉES SUR BASE DES DONNÉES 2016

EVOLUTION DES RESULTATS AU COURS DE L'ANNEE 2018

La figure 7 montre l'évolution du NO₂ au cours de l'année 2018 (rouge= moyenne des 18 emplacements > 35 µg/m³, bleu= moyenne de tous les 41 emplacements analysés, vert= moyenne des emplacements < 20 µg/m³).

D'une manière générale, on observe pour le dioxyde d'azote des concentrations 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 point culminant portant sur les concentrations mesurées entre le 7 et 21 février 2018 (cycle 3). Ce phénomène est observé à toutes les placettes et est attribuable à des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants et au transport transfrontalier de masses d'air polluées au cours du début du mois de février 2018.

De même, on peut observer un niveau bas entre le 13 et 27 juin 2018 (cycle 12). Cette baisse observée à toutes les placettes peut également être attribuée aux conditions météorologiques, à savoir aux orages de début juin 2018 qui ont dépollués les masses d'air qui ont été transportées dans nos régions dans la seconde moitié du mois de juin 2018.

Finalement, on peut observer un point bas portant sur les concentrations mesurées entre le 8 et 22 août 2018 (cycle 16) sur toutes les placettes, à l'exception des placettes non-traffic. Ce phénomène est attribuable à la période des vacances d'été avec une baisse significative du trafic routier.

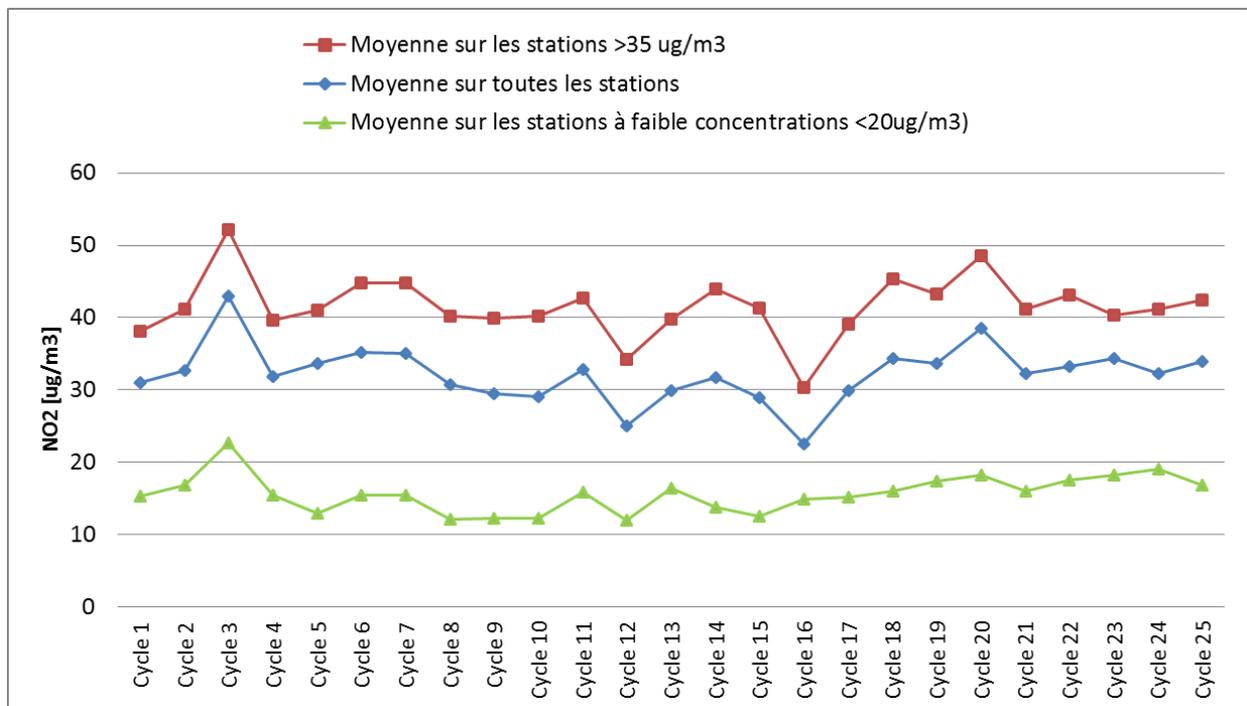


FIGURE 7 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS AU COURS DE L'ANNEE 2018

SITUATION DES RESULTATS PAR RAPPORT AUX ANNEES PRECEDENTES ET AUX MOYENNES ANNUELLES

D'une manière générale, on observe une tendance à la baisse au cours des dernières années et notamment entre 2015 et 2018 à l'exception de l'année 2017. Les réductions les plus importantes sont observées aux stations de Luxembourg-ville (LL, LW et LB) ainsi qu'aux stations rurales (BK et BW). L'année 2018 se situe bien dans l'évolution à long terme et peut donc être considérée comme une année normale et représentative.

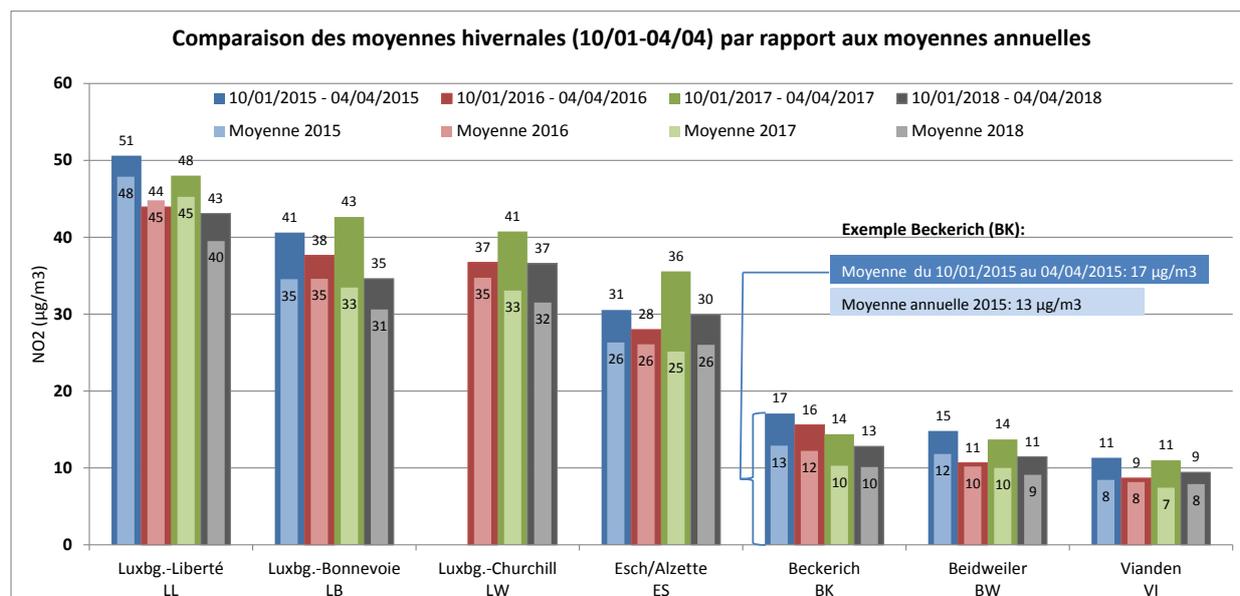


FIGURE 8 : COMPARAISON DES MOYENNES HIVERNALES ET ANNUELLES

Comme pour les années précédentes, c'est pendant la période hivernale de janvier à mars 2018 (du 10.01. au 04.04.) qu'on a observé des concentrations moyennes aux emplacements à dominance trafic qui sont de l'ordre de 9-12% plus élevées par rapport à la moyenne annuelle (figure 8). 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 $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (voir chapitre Incertitude) et en admettant que la moyenne hivernale de janvier à mars est de l'ordre de 9% plus élevée que la moyenne annuelle, on peut donc confirmer l'hypothèse du bilan intermédiaire [2] qu'il n'y a pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si la moyenne du 10.01 au 04.04. ne dépasse pas $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En effet, selon les calculs, il n'y a même pas de risque de dépassement en-dessous de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($[40 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 5 \mu\text{g}/\text{m}^3] \times 1,09 = 38,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

On peut donc confirmer que, pour la soixantaine des emplacements qui avaient arrêté les mesurages après la première phase tout en affichant des moyennes hivernales de janvier à mars inférieures à $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, qu'il n'y a pas de risque de dépassement de la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2018.

REPRESENTATIVITE DES STATIONS DE MESURAGE FIXES

En comparaison aux stations de mesure fixes, l'étendue (min-max) de l'évolution des concentrations aux emplacements $> 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (« hotspots » et points critiques), lesquels sont tous des emplacements du type urbain trafic (ut), se situe relativement bien entre les stations de mesure fixes urbaines trafic d'Esch-Gare (EG) et de Luxembourg-Place Winston Churchill (LW) (figure 9).

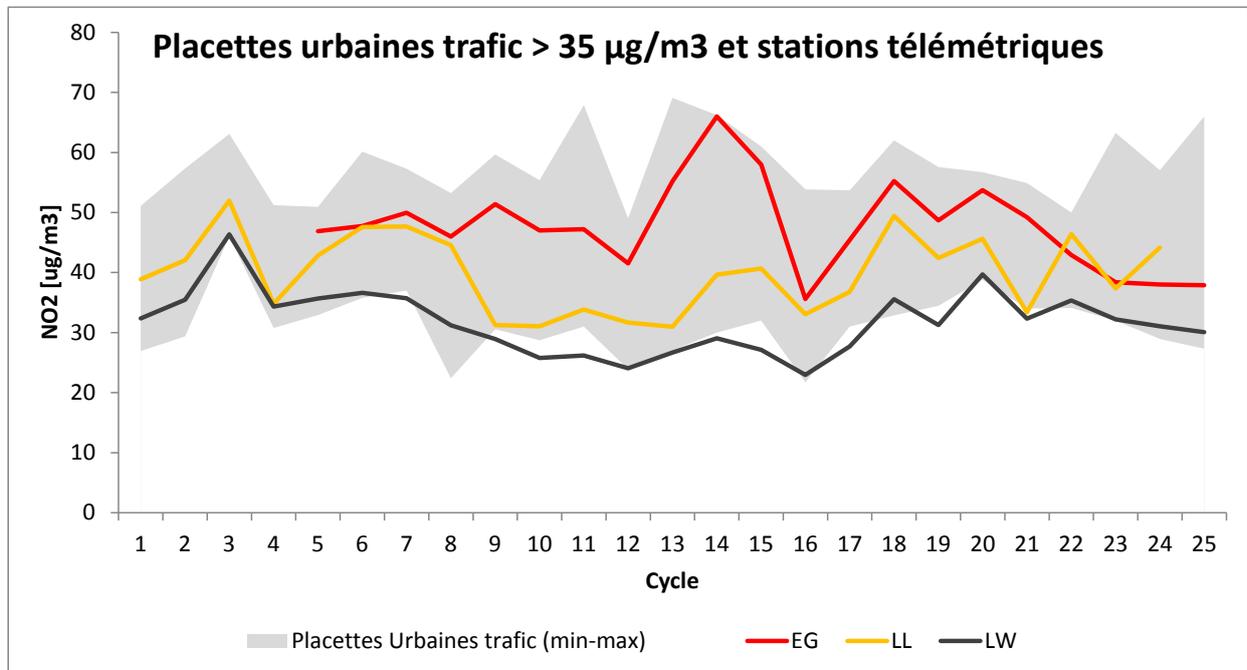


FIGURE 9 : COMPARAISON DES PLACETTES $> 35 \mu\text{g}/\text{M}^3$ PAR RAPPORT AUX STATIONS DE MESURAGE FIXES

Par ailleurs, la moyenne de tous les emplacements de la campagne de mesure se situe très proche de la station de mesure fixe urbaine de Luxembourg-Bonnevoie. Cette station de mesure pourrait ainsi être considérée comme une station représentative générale.

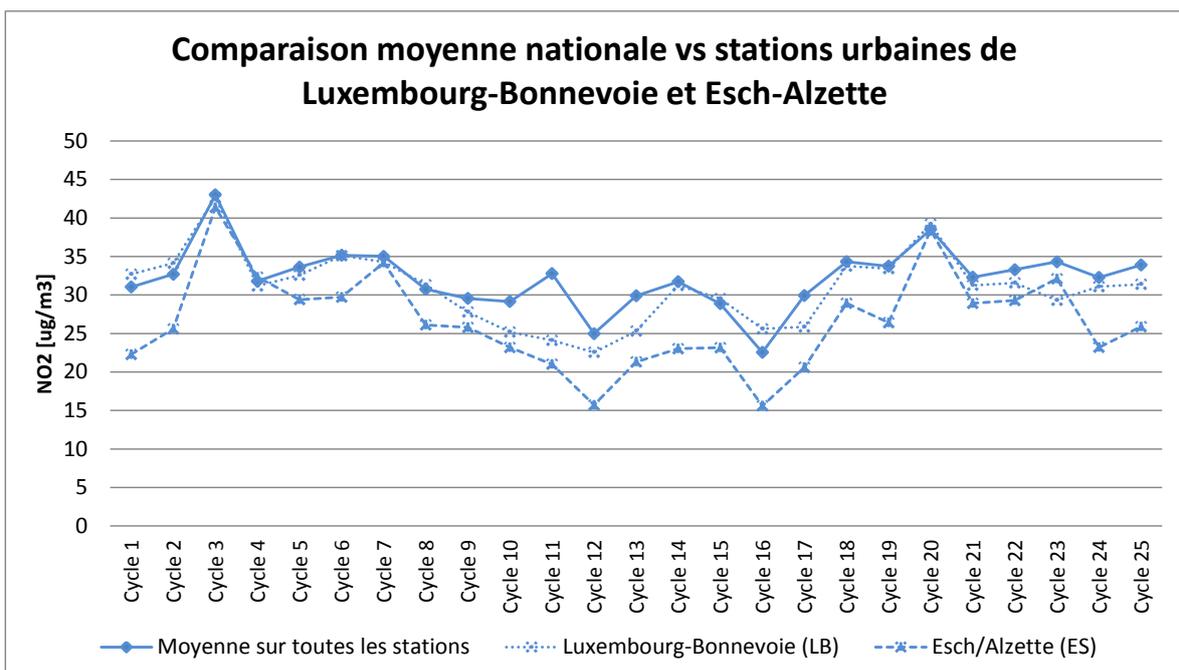


FIGURE 10 : COMPARAISON DE LA MOYENNE NATIONALE PAR RAPPORT AUX STATIONS DE MESURAGES FIXES

CONCLUSIONS

Après accomplissement de la campagne de mesurage qui s'est déroulée du 10 janvier au 27 décembre 2018 et en tenant compte de l'incertitude de mesure élargie établie à $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on peut constater que la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 dans l'air ambiant :

- est dépassée pour 5 de 41 emplacements (valeurs moyennes $> 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dénommés « hotspots ». Il s'agit d'emplacements urbains trafic (ut) précis et limités aux segments de route concernés dans les communes de Hesperange, Differdange, Echternach, Esch-sur-Alzette et Luxembourg ;
- risque d'être dépassée pour 11 de 41 emplacements (valeurs moyennes entre 35 et $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dénommés points critiques. Il s'agit d'emplacements urbains trafic (ut) dans les communes de Differdange, Luxembourg, Hesperange, Dudelange, Esch-sur-Alzette, Merttert, Diekirch, Bettembourg et Pétange;
- ne risque pas d'être dépassée pour 25 de 41 emplacements (valeurs moyennes $< 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Par ailleurs, pour une soixantaine d'emplacements qui avaient arrêtés les mesurages après la première phase il n'y a pas eu de risque de dépassement de la valeur limite annuelle en 2018 (valeurs moyennes hivernales $< 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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

La liste des « hotspots » et points critiques identifiés n'est pas à considérer comme exhaustive. Néanmoins, en tenant compte des résultats des modélisations réalisées en 2018 sur l'ensemble du Grand-Duché de Luxembourg, on peut toutefois considérer que cette liste donne déjà un bon aperçu de la situation. Elle devra toutefois être complétée et actualisée au fur et à mesure, notamment par des mesurages complémentaires sur le territoire de la ville de Luxembourg.

Par ailleurs, pour tous les emplacements analysés il est possible d'attribuer de manière indicative une ou plusieurs stations de mesurage du réseau fixe de l'Administration de l'environnement permettant de suivre l'évolution des niveaux de NO_2 dans le temps. Il est toutefois recommandé de continuer les mesurages par tubes passifs aux emplacements « hotspots » et points critiques.

Finalement, il y a lieu de mentionner que les cinq 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.

REFERENCES

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