

PROJET DE PLAN NATIONAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR

**VISANT À ATTEINDRE LES VALEURS LIMITES POUR LE DIOXYDE
D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT**

QUALITÉ DE L'AIR

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

Plan national relatif à la qualité de l'air

Version 1.2 (Projet) du 01/12/2020

Auteur: Administration de l'Environnement (AEV)
1, avenue du Rock'n'Roll
L-4361 Esch-sur-Alzette

Contacts: Jean-Marie STRASSER
AEV, Unité stratégies et concepts
Tel.: (+352) 405656 558
e-mail: jean-marie.strasser@aev.etat.lu

Pierre DORNSEIFFER
AEV, Unité surveillance et évaluation de l'environnement
Tel.: (+352) 405656 648
e-mail: pierre.dornseiffer@aev.etat.lu

Contents

1	Abréviations	4
2	Introduction	6
3	Contexte.....	7
3.1	Origines et effets du dioxyde d'azote	7
3.2	Bases légales	7
3.2.1	Teneur en NO ₂ dans l'air ambiant - valeurs limites	7
3.2.2	Plan relatif à la qualité de l'air	7
3.3	Etendue et objectifs	8
3.3.1	Information du public	9
3.3.2	Evaluation environnementale stratégique (EES ou SUP)	9
4	Surveillance et évaluation de la teneur en NO ₂ dans l'air ambiant	10
4.1	Stations de mesurages fixes.....	10
4.2	Campagnes de mesurage complémentaires.....	13
4.3	Bilan des mesurages.....	15
4.4	Estimation de la population exposée.....	16
4.5	Information du public	17
5	Analyse de sources d'émissions responsables (NO _x)	18
5.1	Quantité totale d'émissions provenant des sources d'émissions	18
5.2	Contribution des différentes sources aux dépassements de la valeur limite.....	18
6	Prévisions de la qualité de l'air	20
7	Mesures.....	21
7.1	Mesures au niveau européen	21
7.1.1	Respect des normes Euro dans les conditions de conduite réelles	21
7.1.2	Renforcement des règles de surveillance du marché des véhicules	22
7.2	Stratégies et mesures au niveau national.....	23
7.2.1	Le programme national de qualité de l'air.....	24
7.2.2	Stratégie globale pour une mobilité durable « Modu 2.0 »	24
7.2.3	Les plans directeurs sectoriels (PDS).....	25
7.2.4	Plan national intégré en matière d'énergie et de climat	26
7.2.5	Programme national de lutte contre la pollution atmosphérique	26
7.2.6	Attractivité des transports publics et de la mobilité douce.....	27
7.2.7	Portail de covoiturage et services d'autopartage	27

7.2.8	Promotion de la mobilité électrique	28
7.2.9	Information et sensibilisation	30
7.3	Mesures au niveau local	31
7.3.1	Ville de Differdange.....	31
7.3.2	Ville d'Echternach	32
7.3.3	Ville d'Esch-sur-Alzette	32
7.3.4	Hesperange	33
7.3.5	Ville de Luxembourg	34
7.3.6	Ville de Remich.....	36
7.3.7	Bascharage	36
7.4	Etude de mesures potentielles supplémentaires	37
7.4.1	Mesure M1 : Augmentation rapide de l'électromobilité	37
7.4.2	Mesure M2 : Flotte bus à 100% Euro 6.....	37
7.4.3	Mesure M3: Télétravail.....	37
7.4.4	Mesure M4 : Zone environnementale	37
7.4.5	Création d'un contournement entre Alzingen et Howald	37
7.4.6	Résultats.....	38
7.5	Télétravail lors du confinement.....	39
8	Conclusions	42
9	Annexes.....	43
9.1	Stations télémétriques avec dépassements de la valeur limite annuelle de NO ₂ en 2018 et/ou 2019	43
9.1.1	Station de mesure télémétrique située dans la commune de Esch-sur-Alzette	43
9.1.2	Station de mesure télémétrique située dans la commune de Käerjeng	43
9.1.3	Station de mesure télémétrique située dans la commune de Remich.....	44
9.2	Emplacements des tubes passifs avec dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO ₂ en 2018	44
9.2.1	Commune de Hesperange.....	44
9.2.2	Commune de Esch-sur-Alzette.....	45
9.2.3	Commune de Echternach.....	45
9.2.4	Commune de Differdange.....	46
9.2.5	Commune de Luxembourg.....	46

1 Abréviations

AAE	Agence européenne pour l'environnement
ABP	Administration des bâtiments publics
ADA	Administration des douanes et accises
AEV	Administration de l'environnement
ANF	Administration de la nature et des forêts
APC	Administration des ponts et chaussées
AVL	Autobus de la Ville de Luxembourg
CdM	Chambre des métiers
CES	Zone Canton d'Esch-sur-Alzette
CFL	Société nationale des chemins de fer luxembourgeois
CITA	Contrôle et information du trafic sur les autoroutes
EES	Evaluation stratégique environnementale, en allemand : SUP : Strategische Umweltprüfung
LCPU	Zone canton de Luxembourg (Luxembourg-City and his Peri-Urban area)
LIST	Luxembourg Institute of Science and Technology
MDDI	Ministère du Développement durable et des Infrastructures
MECO	Ministère de l'Economie
MFI	Ministère des Finances
NAPCP	Programme national de lutte contre la pollution atmosphérique
MOUVECO	Mouvement écologique a.s.b.l.
NO ₂	Dioxyde d'azote
PGD	Police grand-ducale
RAL	Zone rurale du Luxembourg (Rural Area Luxembourg, cantons de Capellen, Clervaux, Diekirch, Echternach, Grevenmacher, Mersch, Redange, Remich, Vianden et Wiltz)

RGD	Règlement grand-ducal du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
RGTR	Régime général des transports routiers
SNCH	Société nationale de certification et d'homologation
SNCT	Société nationale de contrôle technique
Syvicol	Syndicat des Villes et Communes du Luxembourgaises
TICE	Syndicat pour le transport intercommunal de personnes dans le canton d'Esch-sur-Alzette
VdL	Ville de Luxembourg
VdEt	Ville de Ettelbruck
VdR	Ville de Remich

2 Introduction

L'Administration de l'environnement (AEV) évalue la qualité de l'air ambiant sur l'ensemble du Grand-Duché de Luxembourg moyennant des réseaux de mesure, conformément à la *directive européenne 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant*. Dans le cadre du programme national de la qualité de l'air¹ et du « Klimapakt Loftqualitéit », l'AEV organise également des campagnes de mesurage de la qualité de l'air ambiant en collaboration avec les communes participantes² et myenergy³. Ce sont des campagnes de mesurages d'orientation servant à évaluer les teneurs en NO₂ par tubes passifs à échelle nationale.

Au niveau de Luxembourg-ville, des dépassements de la valeur limite annuelle pour le NO₂ dans l'air ambiant ont déjà été constatés entre 2003 et 2007. Un plan de qualité de l'air pour la Ville de Luxembourg a été adopté en 2010 et actualisé pour la période de 2010 à 2020⁴. L'analyse des sources responsables a notamment relevé que le trafic routier sur les axes principaux était responsable pour plus de ¾ de la pollution. Des mesurages d'orientation réalisés sur l'ensemble du territoire du Grand-Duché ont d'ailleurs pu confirmer un risque de dépassement à plusieurs emplacements situés le long de routes à circulation intense. En conséquence, un programme national de qualité de l'air a été élaboré en 2017 pour l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg⁵, en complément au plan de qualité de l'air pour la Ville de Luxembourg et préalablement à l'élaboration d'un nouveau plan de qualité de l'air national à transmettre à la Commission européenne en cas de confirmation du dépassement de valeurs limites.

En 2018, le dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂ a été constaté par deux stations de mesure téléométriques situées dans les communes de Remich et Bascharage. La campagne de mesurage par tubes passifs a également confirmé le dépassement de la valeur limite annuelle au niveau de cinq emplacements supplémentaires localisés dans les communes de Differdange, Echternach, Esch-sur-Alzette, Hesperange et Luxembourg. A noter que tous ces dépassements ont été observés le long d'axes routiers à trafic et construction denses. Suite à ces dépassements, le présent plan national relatif à la qualité de l'air a été élaboré par l'AEV en collaboration avec les différentes entités étatiques et communales concernées.

La valeur limite horaire pour le NO₂ n'a pas fait l'objet de dépassements. L'évaluation de la teneur en oxydes d'azote (NOx) dans l'air ambiant est réalisée d'une part à l'aide du dioxyde d'azote (NO₂) en ce qui concerne la protection de la santé humaine et d'autre part à l'aide des oxydes d'azote (NOx) en ce qui concerne la protection de la végétation. Ce dernier n'a pas encore fait l'objet de dépassements. De même pour les autres polluants visés par la directive précitée, à savoir l'anhydride sulfureux (SO₂), les particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5}), le plomb (Pb) et le monoxyde de carbone (CO), aucun dépassement de toute valeur limite ou de toute valeur cible dans l'air ambiant n'a été constaté jusqu'à présent. C'est pourquoi ce plan n'adresse que le dioxyde d'azote dans l'air ambiant.

¹ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/PNQA.html>

² <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO2.html>

³ www.myenergy.lu

⁴ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/Plan-air-Vdl.html>

⁵ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/PNQA.html>

3 Contexte

3.1 Origines et effets du dioxyde d'azote

Les oxydes d'azote (NOx) sont produits par la combustion dans l'air à haute température, par oxydation de l'azote de l'air ambiant respectivement de l'azote contenu dans le combustible concerné. Les principales sources de NOx sont les véhicules à moteurs de combustion, les centrales électriques ainsi que d'autres sources industrielles, commerciales et résidentielles brûlant des combustibles.

Le monoxyde d'azote NO est créé en première ligne alors que le dioxyde d'azote (NO₂) – plus toxique – se constitue seulement après la combustion. Les émissions de NOx (somme de NO et de NO₂) sont exprimées en tant qu'équivalent-NO₂. Dans l'atmosphère, les oxydes d'azote peuvent contribuer à la formation d'ozone troposphérique et de pluies acides. Elles peuvent avoir des conséquences néfastes sur la santé et la végétation et contribuent également au réchauffement de la planète.

En matière de santé, le NO₂ a différentes répercussions négatives sur les poumons respectivement la respiration. Une sensibilité élevée vis-à-vis des infections de l'appareil respiratoire ainsi que des bronchites chroniques suite à une exposition prolongée à ce polluant ont été démontrées. Le rapport 2019 sur la qualité de l'air en Europe de l'Agence européenne pour l'environnement⁶ estime que le NO₂ est responsable d'environ 54 000 décès prématurés par an en Europe (EU-28), dont 50 à l'échelle du Luxembourg.

3.2 Bases légales

3.2.1 Teneur en NO₂ dans l'air ambiant - valeurs limites

L'annexe XI du « règlement grand-ducal du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe » (RGD) fixe les valeurs limites pour la protection de la santé humaine de la teneur en NO₂ dans l'air ambiant, applicables à partir du 1er janvier 2010 :

- 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser pendant plus de 18 fois par année civile
- 40 µg/m³ en moyenne annuelle (année civile)

L'annexe XIII du RGD fixe la valeur limite pour la protection de la végétation de la teneur en NOx dans l'air ambiant à 30 µg/m³ en moyenne annuelle (année civile).

3.2.2 Plan relatif à la qualité de l'air

Le RGD précise les obligations et les critères concernant les plans relatifs à la qualité de l'air.

Selon l'annexe XVII du RGD, le Grand-Duché de Luxembourg est divisé en trois zones de qualité de l'air (voir annexe 10.1), à savoir :

- Zone I couvrant le canton de Luxembourg (zone LCPU),
- Zone II couvrant le canton d'Esch-sur-Alzette (zone CES) et

⁶ https://www.eea.europa.eu/publications/healthy-environment-healthy-lives/at_download/file

- Zone III couvrant les cantons restants du Grand-Duché de Luxembourg (Capellen, Clervaux, Diekirch, Echternach, Grevenmacher, Mersch, Redange, Remich, Vianden et Wiltz) (zone rurale (RAL)).

Selon l'article 24 du RGD, lorsque les niveaux de polluants dans l'air ambiant dans une zone dépassent toute valeur limite, dans chaque cas de toute marge de dépassement, les mesures précisées dans le cadre de plans relatifs à la qualité de l'air pour cette zone sont exécutées afin d'atteindre la valeur limite correspondante.

Les polluants visés sont l'anhydride sulfureux (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), le benzène, le monoxyde de carbone (CO), le plomb (Pb) et les particules fines (PM₁₀, PM_{2.5}). Le plan relatif à la qualité de l'air pour la zone en question doit être établi conformément à l'annexe XV du RGD et transmis à la Commission européenne au plus tard deux ans après la fin de l'année au cours de laquelle le premier dépassement a été constaté.

3.3 Etendue et objectifs

L'évaluation de la qualité de l'air au Grand-Duché de Luxembourg a montré le dépassement respectivement le risque de dépassement de la valeur limite annuelle du dioxyde d'azote (NO₂) dans l'air ambiant à plusieurs emplacements ponctuels situés le long de routes à circulation intense répartis sur l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg. Vu que l'origine manifeste de ces dépassements est la même dans toutes les régions du pays, l'AEV a déjà élaboré en 2017 un programme national de la qualité de l'air pour l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg⁷ [1], en complément au plan de qualité de l'air pour la ville de Luxembourg (2010-2020), afin d'atteindre la valeur limite pour le NO₂.

Au cours de l'année 2018, le dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂ a été confirmé dans les trois zones de qualité de l'air couvrant le Grand-Duché du Luxembourg. Il s'agit de sept emplacements ponctuels situés dans les communes de :

- Hesperange et Luxembourg (Zone I) ;
- Differdange et Esch-sur-Alzette (Zone II) ;
- Echternach, Bascharage et Remich (Zone III).

Suite à ces dépassements, le présent plan relatif à la qualité de l'air pour l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg, c'est-à-dire un plan national qui couvre les trois zones de qualité de l'air, a été élaboré. Le plan a pour objet de respecter la valeur limite annuelle pour les emplacements au niveau desquels un dépassement a été constaté et de veiller à ce que la période de dépassement soit la plus courte possible. Il vise également à prévenir toute hausse de, voire réduire, la teneur en NO₂ dans l'air ambiant. Le plan comporte des mesures nationales, régionales ainsi que locales et se base sur le programme national de qualité de l'air ainsi que sur le plan de qualité de l'air pour la ville de Luxembourg.

⁷ Programme national de qualité de l'air visant à atteindre les valeurs limites pour le NO₂ et à limiter les particules fines dans l'air ambiant, 2017. <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/PNQA.html>

3.3.1 Information du public

Conformément à la réglementation en vigueur⁸, le présent projet de plan a fait l'objet, avant son adoption définitive, d'une publicité sur support électronique et d'un avis inséré début janvier 2021 dans quatre journaux quotidiens publiés au Grand-Duché. A dater du jour de publication dans les journaux et jusqu'au 13 mars 2021, le dossier complet a été déposé auprès de l'administration et a pu être consulté par les intéressés qui ont pu transmettre leurs observations par le biais dudit support ou par écrit au ministre.

Jusqu'au 13 mars 2021, ... contributions écrites comprenant ... observations ont été introduites. Le programme tient compte des observations formulées par les intéressés et mentionne leur participation au processus décisionnel.

3.3.2 Evaluation environnementale stratégique (EES ou SUP⁹)

L'article 2, point 2, lettre a) de la *loi modifiée du 22 mai 2008 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement*¹⁰ détermine les plans et programmes pour lesquelles une EES doit être effectuée. Les plans et programmes concernés doivent cumulativement respecter deux conditions :

- être élaborés pour au moins un des secteurs y indiqués ;
- définir le cadre dans lequel la mise en œuvre des projets énumérés aux annexes I et II de la *directive modifiée 85/337/CEE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement* pourra être autorisée à l'avenir.

En ce qui concerne le présent plan national relatif à la qualité de l'air, les matières y visées ne relèvent pas expressément d'un des secteurs repris. En analysant les mesures potentielles du plan (e.g. les mesures en relation avec le trafic comme la stratégie Modu 2.0, l'extension du réseau de tramway, la promotion d'études trafic, ...) et en tenant compte du fait que le plan en tant que tel n'a pas de valeur juridique, il a été conclu que la condition de « définir le cadre » n'est pas non plus remplie. Le présent plan n'a donc pas fait objet d'une EES.

⁸ Chapitre V Art. 26bis. du règlement grand-ducal modifié du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

⁹ SUP: Strategische Umweltprüfung

¹⁰ <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2008/05/22/n2/jo>

4 Surveillance et évaluation de la teneur en NO₂ dans l'air ambiant

L'AEV surveille et évalue les niveaux de NO₂ dans l'air ambiant sur l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg à l'aide d'un réseau de stations de mesurages fixes et de campagnes de mesurages complémentaires.

4.1 Stations de mesurages fixes

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 1), à savoir :

- Zone I (Zone canton de Luxembourg, LCPU) : couvrant le canton de Luxembourg, aux fins de déterminer en particulier l'impact de la circulation routière sur la qualité de l'air ;
- Zone II (Zone canton d'Esch-sur-Alzette, CES) : couvrant le canton de Esch-sur-Alzette, aux fins de déterminer en particulier l'impact simultané de la circulation routière et des activités industrielles sur la qualité de l'air ;
- Zone III (Zone rurale de Luxembourg, RAL) : couvrant les cantons restants du Grand-Duché de Luxembourg (Capellen, Clervaux, Diekirch, Echternach, Grevenmacher, Mersch, Redange, Remich, Vianden et Wiltz), aux fins de surveiller en particulier les niveaux critiques pour la protection de la végétation ainsi que les concentrations de fond.

Les stations de mesure fixe déterminent les concentrations du NO₂ à l'aide de la méthode d'analyse par chimiluminescence – méthode de référence selon la norme EN12341:2014 – à des endroits représentatifs, comme par exemple le long des routes ou au centre-ville, dans des zones d'habitations, mais aussi en milieu rural (mesures de la pollution de fond). Ainsi on fait la distinction entre les stations de mesure du type trafic, urbain et rural. Le réseau de stations de mesurages fixes en 2018 comportait 8 stations de mesurages fixes permanentes et deux stations de mesurages fixes temporaires.

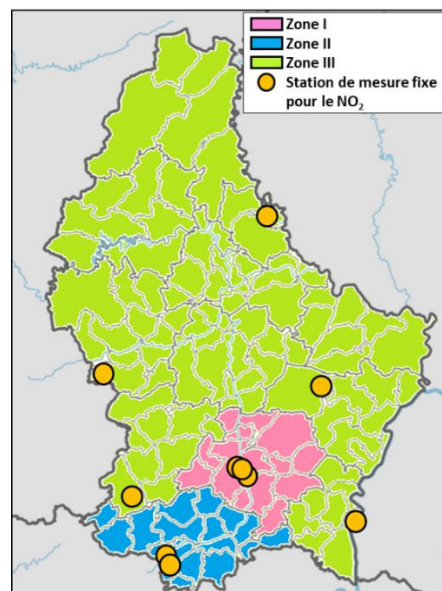


Figure 1 Répartition des stations de mesure fixes pour le NO₂ au niveau des trois zones de qualité de l'air du Grand-Duché.

Zone	Station de mesurage fixe	Type de station	Remarque
Zone I (LCPU) Population : 183'000	Luxembourg-Bonnevoie Rue de Bonnevoie	Urbaine de fond Permanente	
	Luxembourg – Place Winston Churchill	Urbaine trafic Permanente	
	Luxembourg- 2-4, Avenue de la Liberté	Urbaine trafic Permanente	Suite à l'avancement du chantier de tramway, cette station de mesurage a dû être arrêtée en décembre 2018. Les mesurages de NO ₂ sont poursuivis à l'aide de tubes passifs.
Zone II (CES) Population : 177'000	Esch/Alzette – 69, Rue Arthur Useldinger	Urbaine de fond Permanente	
	Esch-sur-Alzette – 48, Boulevard J.F. Kennedy	Urbaine trafic Permanente	
Zone III (RAL) Population : 243'000	Vianden Mont St.-Nicolas	Rurale de fond Permanente	
	Beckerich 5, Dikrecherstrooss	Rurale Permanente	
	Beidweiler CR129 Eschweiler- >Beidweiler	Rurale de fond Permanente	
	Remich, 10, Rue Enz	Urbaine trafic Temporaire	Suite à un chantier prévu au niveau de son emplacement, la station a dû être arrêtée et enlevée en août 2019. Afin de poursuivre les mesurages en NO ₂ , des tubes passifs ont été mis en place à l'endroit où se trouvait la station.
	Käerjeng (Bascharage), 146, Route de Luxembourg	Urbaine trafic Temporaire	

Tableau 1: Stations de mesurages fixes (permanentes et temporaires) en 2018 pour le NO₂.

A noter que les emplacements du type « urbains trafic » se caractérisent notamment par une distance maximale de 10 mètres par rapport à une route à grand trafic et sont représentatifs pour un tronçon de route d'au moins 100 mètres.

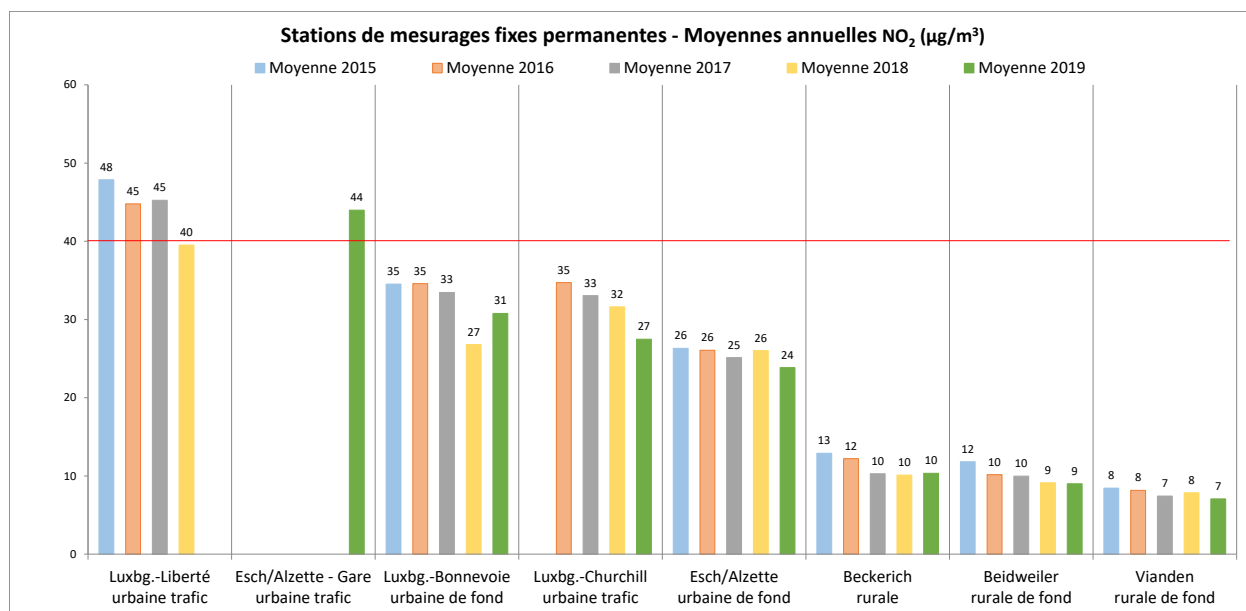


Figure 2 Résultats des mesurages aux 8 stations de mesurages fixes permanentes

Les résultats des mesurages aux 8 stations fixes permanentes montrent une tendance à la baisse entre 2015 et 2019.

Les niveaux les plus élevés ont été observés aux stations de mesurages urbaines trafic. Les niveaux de NO₂ mesurés à la station de Luxembourg-Liberté ont baissé d'année en année pour finalement arriver à 40 µg/m³ en 2018 et ainsi respecter la valeur limite. Cette station de mesure a toutefois dû être arrêtée fin 2018 à cause des travaux de construction du tram au centre de Luxembourg-ville. Les mesurages ont été poursuivis à l'aide de tubes passifs. Les mesurages à la station de Luxembourg-Churchill n'ont encore jamais dépassée la valeur limite et ont également baissé d'année en année pour arriver à une moyenne annuelle de 27 µg/m³ en 2018. Au cours de 2017, une nouvelle station de mesure urbaine trafic a été mise en service vis-à-vis de la gare à Esch/Alzette. Les niveaux mesurés en 2018 s'élevaient en moyenne à 44 µg/m³ et ont donc montré le dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂ de 40 µg/m³.

Aux deux stations de mesurages fixes temporaires du type urbain trafic situés à Bascharage et Remich, des concentrations de 42 µg/m³ ont été observées en 2018. A Bascharage, le niveau observé en 2019 est tombé en-dessous de la valeur limite avec 38 µg/m³. La station de mesure à Remich a dû être arrêtée au cours de 2019 à cause de travaux prévus à l'emplacement de la station de mesure. Les mesurages ont été poursuivis à l'aide de tubes passifs.

Les niveaux observés aux stations surveillant la pollution de fond urbaine à Luxembourg-Bonnevoie et Esch-sur-Alzette restent en-dessous de 31 µg/m³ en 2018 et 2019.

Les niveaux observés aux stations de mesure rurales à Beckerich, Beidweiler et Vianden restent en-dessous de 10 µg/m³ en 2018 et 2019.

Les [résultats des mesurages](#) peuvent être consultés sur le site internet www.emwelt.lu¹¹ et via l'App pour smartphone *Meng Loft* (voir chapitre 3.4).

La conception du réseau est régulièrement révisée et mise à jour en tenant compte de l'évolution des sources d'émission et de la population et pour vérifier que les exigences de la directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant soient toujours respectées.

4.2 Campagnes de mesurage complémentaires

En complément aux mesurages fixes et au-delà des exigences réglementaires, l'AEV organise des campagnes de mesurages du NO₂ à l'aide de tubes à diffusion passive. A la suite du programme national de la qualité de l'air de 2017, des larges campagnes de mesurages à l'aide de tubes passifs ont été réalisées en 2018 et 2019 en collaboration avec les communes. Elles se sont déroulées sur une année complète et l'échantillonnage s'est fait à des intervalles de deux semaines. Une nouvelle campagne de mesurage couvrant l'année 2020 est en cours de réalisation.

L'AEV 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 de l'évolution des concentrations et être en mesure de pouvoir quantifier l'effet des mesures.

Les emplacements retenus en définitive ont été choisis par les communes eux-mêmes. Les rapports de ces campagnes peuvent être consultés sur www.emwelt.lu¹².

Les campagnes ont notamment permis d'identifier les emplacements urbains trafic avec dépassement ou risque de dépassement de la valeur limite. Comme on peut le voir sur la carte, les emplacements trafic (lignes rouges) qui traversent les zones urbaines (surfaces noires) ont bien été couverts lors des deux campagnes et des efforts ont été faits pour combler les régions à risques avec des nouveaux points de mesurages. Un extrait plus large de la carte se trouve en annexe.

¹¹ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures.html>

¹² <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO2.html>

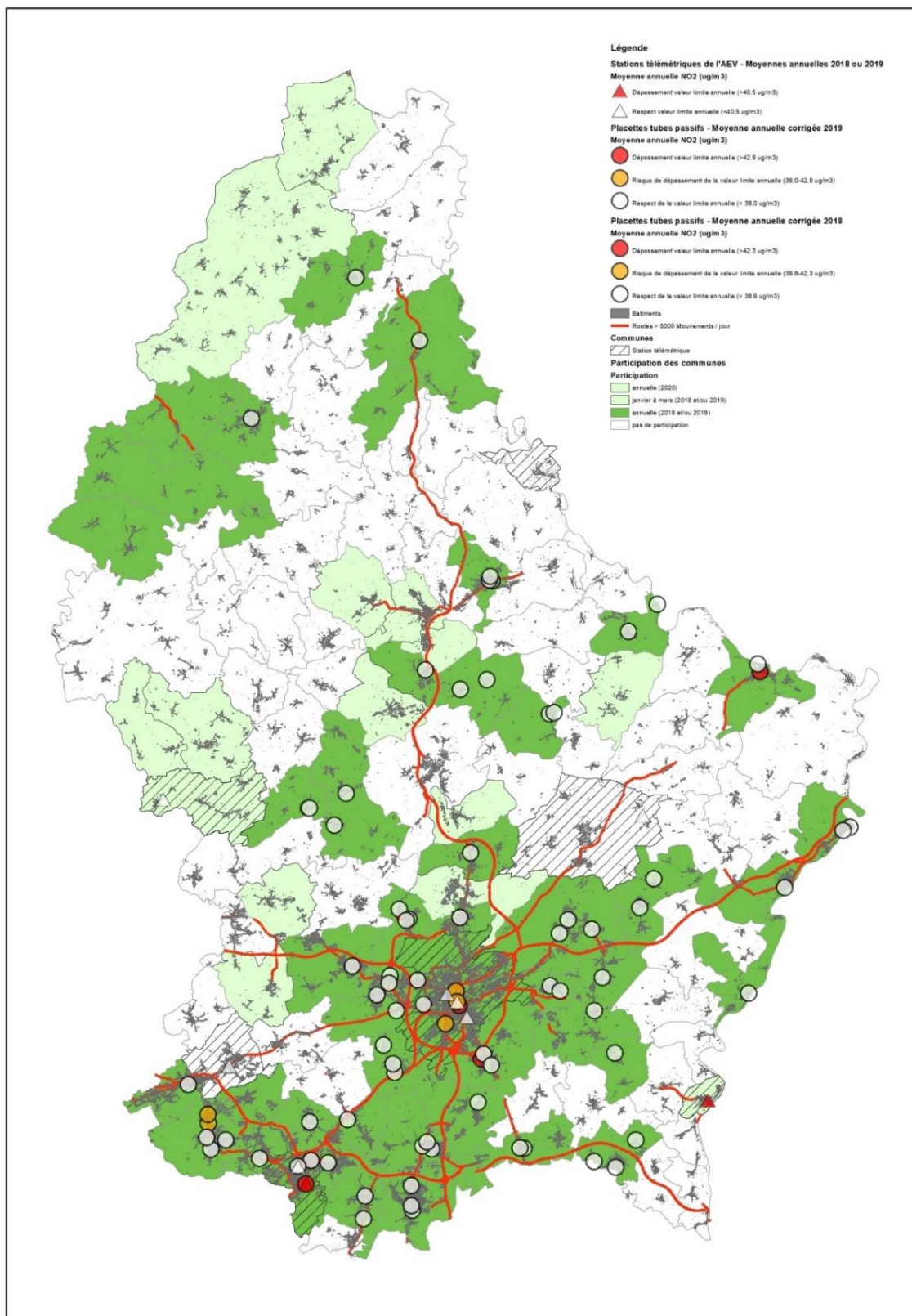


Figure 3 Répartition géographique des stations et campagnes de mesurages en 2018 et 2019

Lors de la campagne de mesurage de 2018 qui a porté sur une centaine de points de mesurages, il a été constaté que, compte tenu de l'incertitude de mesurage, la valeur limite annuelle pour le NO₂ dans l'air ambiant :

- ne risque pas d'être dépassée pour 85 emplacements ;
- risque d'être dépassée pour 11 emplacements du type « urbains trafic » dans les communes de Differdange, Luxembourg, Hesperange, Dudelange, Esch-sur-Alzette, Mertert, Diekirch, Bettembourg et Pétange
- est dépassée pour 5 emplacements du type « urbains trafic » dans les communes de :
 - Differdange (Niederkorn, 144 avenue de la Liberté) ;
 - Echternach (Echternach, 57, rue des Remparts);
 - Esch-sur-Alzette (Esch-sur-Alzette, 50-52 boulevard Kennedy) ;
 - Hesperange (Hesperange, 4-6 rue de Gasperich);
 - Luxembourg (Luxembourg, 30 boulevard Royal).

La campagne en 2019 a porté sur 86 emplacements. Pour 74 emplacements les mesurages n'ont pas montré un risque de dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂. Pour tous les points de mesurages pour lesquels il existe des valeurs comparatives pour les années 2018 et 2019, il a été constaté une baisse générale et nette. Parmi les cinq emplacements avec dépassements en 2018, cinq ont été maintenus en dépassement en 2019. Celui au niveau de la commune de Differdange est resté tout juste en-dessous du dépassement (Tableau 2). Un nouveau dépassement a été identifié dans la commune de Luxembourg (22, avenue de la Liberté). Cinq nouveaux emplacements urbains trafic avec risque de dépassement ont été identifiés dans les communes de Luxembourg et Differdange.

4.3 Bilan des mesurages

Le réseau des stations de mesures fixes complété par des larges campagnes des mesurages en 2018 et 2019 à échelle nationale ont permis de donner un bon aperçu de la situation au niveau du Grand-Duché de Luxembourg. La valeur limite annuelle pour le NO₂ est généralement bien respectée et on observe même une tendance à la baisse au cours des dernières années et notamment entre 2015 et 2019. Néanmoins, pour neuf emplacements ponctuels le long de routes à circulation intense, des dépassements ont été constatés en 2018 et/ou 2019 et ceci dans les trois zones de qualité de l'air (Tableau 2). La valeur limite horaire pour le NO₂ n'a pas fait l'objet de dépassements.

Il y a lieu de noter que les résultats des mesurages par tubes passifs ont été corrigés par rapport à la méthode de référence. En tenant compte de l'incertitude de mesurage, on peut considérer que le dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ est confirmé en 2018 à partir de 42,3 µg/m³ et en 2019 à partir de 43,0 µg/m³. Pour les mesurages à l'aide de la méthode de référence, on considère que la valeur limite est dépassée à partir de 40,5 µg/m³. Pour les cases colorées en rose, le dépassement de la valeur limite annuelle est confirmé.

Commune	Emplacement	Zone	NO ₂ (µg/m ³) 2018	NO ₂ (µg/m ³) 2019	Méthode de mesurage
Hesperange	4-6, rue de Gasperich	LCPU	49.2	45.7	Tubes passifs
Esch-sur-Alzette	50-52 boulevard Kennedy	CES	48.8	45.7	Tubes passifs
Echternach	57, rue des Remparts	RAL	48.4	46.1	Tubes passifs
Differdange (Niederborn)	144, avenue de la Liberté	CES	46.0	42.9	Tubes passifs
Luxembourg	30, boulevard Royal	LCPU	43.6	43.2	Tubes passifs
Luxembourg	22, avenue de la Liberté	LCPU	---	43.2	Tubes passifs
Luxembourg	43, boulevard Royal	LCPU	---	43.1	Tubes passifs
Remich	10, rue Enz	RAL	42.0	44.0	Méthode de référence et tubes passifs
Luxembourg	2-4, avenue de la Liberté	LCPU	38.7	38.1	Tubes passifs
Bascharage	144, avenue de Luxembourg	RAL	42.0	38.0	Méthode de référence

Tableau 2 Emplacements avec confirmation du dépassement de la valeur limite annuelle

Pour ce qui est des cas concrets des emplacements à Luxembourg, avenue de la Liberté et boulevard Royal, situé à proximité de l'ancienne station de mesure permanente 2-4, avenue de la Liberté, il y a lieu de préciser que ces emplacements ont été fortement influencés en 2019 par les travaux de mise en place du tracé du tram entre la ville haute et le quartier de la Gare.

4.4 Estimation de la population exposée

Une première estimation approximative de la population exposée aux emplacements avec dépassements constatés par mesurages en 2018 a été calculée à l'aide d'une modélisation. Les tronçons de routes de longueurs d'environ 100 mètres autour de ces emplacements et lesquels montraient également un dépassement par modélisation ont été considérés. Des corridors ont été construits sur ces tronçons avec une largeur équivalente au double de la largeur de la route et le nombre d'habitants concernés a été calculé.

Cette première estimation approximative montre donc qu'en 2018 environ 3600 habitants ont pu être exposés à des concentrations en NO₂ dans l'air ambiant supérieures à la valeur limite annuelle de 40 µg/m³. Les nombres les plus élevés d'habitants exposés ont été calculés pour Luxembourg, boulevard Royal/avenue de la Liberté (1900) et Esch-sur-Alzette, boulevard Kennedy (500).

Commune	Route	Longueur du segment de route concerné (m)	Population exposée
Hesperange	rue de Gasperich (CR231, CR159)	400	250
Esch-sur-Alzette	boulevard Kennedy (N4)	200	500
Echternach	rue des Remparts (CR 366)	200	200
Differdange (Niedercoorn)	avenue de la Liberté (N31)	300	300
Luxembourg	boulevard Royal (N7), avenue de la Liberté (N3)	850	1900
Remich	10, rue Enz (N2)	100	300
Bascharage	144, avenue de Luxembourg (N5)	100	150
Total			3600

Tableau 3 Nombre estimé d'habitants ayant pu être exposés à des dépassements en 2018

4.5 Information du public

Il est possible de consulter sur le site internet www.emwelt.lu en temps quasi-réel les [concentrations actuelles](#) pour toute une série de polluants, dont le NO₂ (voir aussi chapitre 7.2.10). Il est également possible d'accéder aux données historiques sous forme de graphique ou tableau pour une période donnée, aux publications périodiques de mesures de la qualité de l'air ainsi qu'aux résultats des campagnes de mesures. L'AEV a d'ailleurs lancé l'application « Meng Loft » qui informe les utilisateurs sur la qualité de l'air au Luxembourg

5 Analyse de sources d'émissions responsables (NOx)

5.1 Quantité totale d'émissions provenant des sources d'émissions

Les inventaires nationaux publiés par l'Administration de l'environnement montrent que les principales sources d'émissions nationales d'oxyde d'azote (NOx) en 2018 sont les transports routiers (42%), la combustion dans l'industrie (21%) et les autres sources mobiles et machinerie (14%) (Figure 4 et Tableau 4).

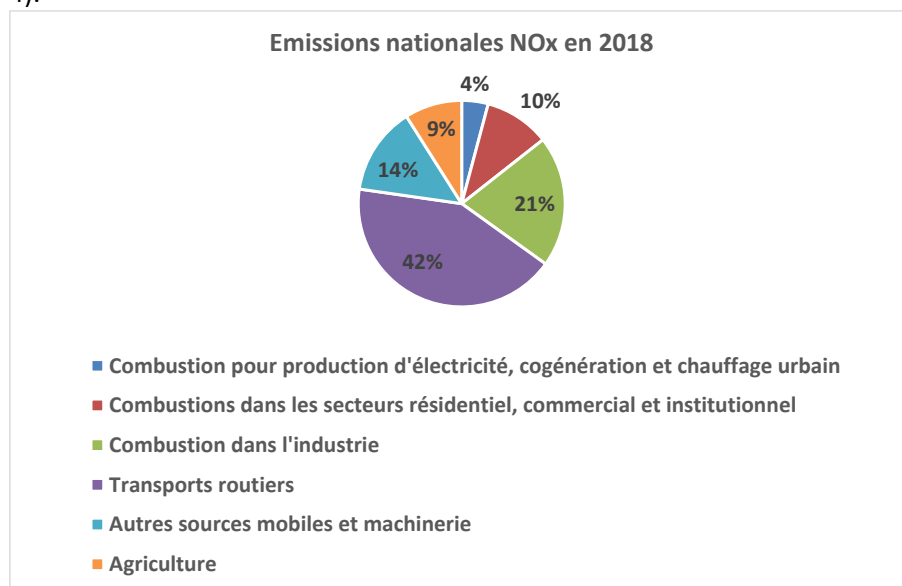


Figure 4 Répartition des émissions d'oxyde d'azote (NOx) en 2018

Emissions d'oxydes d'azote (NOx) en 2018 (territoire national)		
GROUPE D'ACTIVITÉ	Kt	
Combustion pour production d'électricité, cogénération et chauffage urbain	0,527	4%
Combustions dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel	1,305	10%
Combustion dans l'industrie	2,621	21%
Transports routiers	5,395	42%
Autres sources mobiles et machinerie	1,755	14%
Agriculture	1,143	9%
TOTAL	12,746	100%

Tableau 4 Sources d'émissions d'oxyde d'azote (NOx) en 2018

5.2 Contribution des différentes sources aux dépassements de la valeur limite

L'analyse des sources d'émissions responsables aux emplacements présentant un dépassement de la valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote a montré à l'aide de calculs de modélisation la situation suivante pour l'année 2018 (Figure 5) :

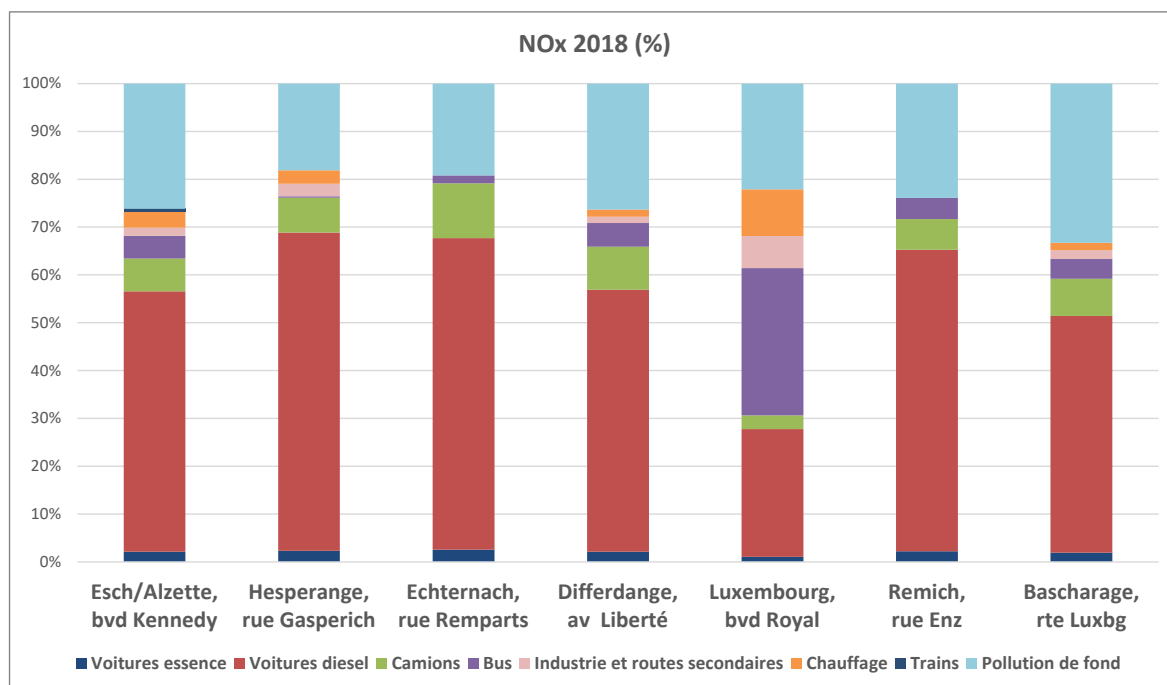


Figure 5 Immission de NOx aux emplacements avec dépassement de la valeur limite en 2018

Le trafic routier est de loin la source d'émission la plus importante avec une contribution de 63 à 81% en provenance directe du trafic routier le long de la route concernée à la formation du dioxyde d'azote dans l'air ambiant. En outre, l'analyse a montré pour tous les emplacements à l'exception de l'emplacement à Luxembourg, boulevard Royal, que

- voitures et camionnettes sont la source dominante avec entre 81 et 90% du trafic routier;
- le diesel est responsable de 96% de l'impact des voitures et camionnettes ;
- les camions contribuent à raison de 8-14% du trafic routier (sauf Luxembourg);
- et les bus contribuent jusqu'à 7% du trafic routier.

Pour l'emplacement à Luxembourg, boulevard Royal, l'analyse a montré que les bus sont toujours la source dominante avec 50% du trafic routier, les voitures et camionnettes contribuent à raison de 45%. A noter que cette situation a changé à partir de fin 2020 avec la mise en opération de la ligne de tram et une réduction substantielle du nombre de bus circulant sur le tronçon du boulevard Royal. Les installations de chauffage contribuent en moyenne à raison de 3% et les industries (sources ponctuelles industrielles majeures) à raison de seulement 2%.

La pollution de fond qui s'élève à 19-33% représente d'une part la pollution de fond régionale qui est due au transport à longue distance de polluants dans la région et d'autre part la pollution de fond locale non attribuée par modélisation dont notamment la pollution en provenance du trafic routier générée par les autres routes à proximité de l'emplacement en question ou des petites entreprises non couvertes par les sources ponctuelles industrielles majeures. A noter qu'aux emplacements de Remich et Echternach la pollution de fond comprend les apports des sources d'émissions provenant des industries et routes secondaires ainsi que des chauffages. On peut constater que la part de la pollution de fond a augmenté par rapport à l'analyse de l'année 2015 où elle s'élevait à environ 13% étant donné que les principales sources d'émissions ont entre-temps baissées de manière substantielle.

6 Prévisions de la qualité de l'air

Des calculs de modélisation¹³ ont été effectués pour les années 2018, 2019, 2022 et 2023 pour les sept emplacements ponctuels où le dépassement de la valeur limite a été constaté. Ils se basent sur l'intensité du trafic, la composition de la flotte des véhicules, la situation de route, la pollution de fond et les données météorologiques. Pour l'année 2022 et 2023, les prévisions du trafic¹⁴ et de la composition de la flotte des véhicules¹⁵ se basent notamment sur les mesures déjà décidées et prises, et sur la stratégie pour une mobilité durable "Modu 2.0" approuvée par le Conseil de Gouvernement en mai 2018. En outre, a été pris en compte l'effet d'une réduction du trafic par deux mesures infrastructurelles en cours de réalisation, notamment le contournement de Bascharage ainsi que la liaison Micheville à Esch-sur-Alzette.

Commune	Emplacement	NO ₂ (µg/m ³) 2018	NO ₂ (µg/m ³) 2019	NO ₂ (µg/m ³) 2022	NO ₂ (µg/m ³) 2023	Année où la limite sera respectée
Hesperange	4-6, rue de Gasperich	50	48	43	41	2024
Esch-sur-Alzette	50-52 boulevard Kennedy	48	47	41	37	2023
Echternach	57, rue des Remparts	49	47	41	38	2023
Differdange (Niederborn)	144, avenue de la Liberté	48	46	40	38	2022
Luxembourg	30, boulevard Royal	45	44	36	35	2020
Remich	10, rue Enz	43	41	35	33	2020
Bascharage	144, avenue de Luxembourg	42	41	35	26	2020

Tableau 5 Calculs de modélisation¹³ de la qualité de l'air aux sept emplacements avec dépassement de la valeur limite

Quoique les modélisations comportent de par leur nature des incertitudes plus élevées que les mesurages, on constate une bonne concordance entre les résultats des modélisations et les résultats des mesurages par tubes passifs. On observe une différence maximale par rapport à la valeur limite de 5% en 2018 et de 8% en 2019.

Sur base des estimations actuelles, le respect de la valeur limite aux emplacements étudiés est prévisible dans la période allant de 2020 à 2024, ceci en prenant en compte les seules mesures du respect des normes EURO dans les conditions de conduite réelles et de la mise en œuvre de la stratégie globale pour une mobilité durable Modu 2.0. On peut observer une tendance généralement positive pour tous les points de mesure. De plus, certaines mesures telles que la promotion de l'électrification de la flotte des

¹³ Luftqualitätsplan Luxemburg 2020, Immissionsprognosen, Müller-BBM, 2020

¹⁴ Cellule Modèle Transport, Luxembourg (CMT), 2020

¹⁵ Komobile Luxembourg s.à r.l., 2020

véhicules et la promotion du télétravail n'ont pas encore été quantifiées ici. Elles auront également un effet positif sur la valeur des NO_x, ce qui laisse supposer que la valeur limite pourra éventuellement être atteinte plus tôt (voir chapitre 7.4). Finalement, il reste à mentionner l'incertitude par rapport à la modélisation.

7 Mesures

L'analyse des sources d'émissions responsables a montré que les actions à développer dans le contexte du plan de qualité de l'air doivent viser en premier lieu les mesures destinées à réduire, respectivement mieux réguler, le volume du trafic individuel motorisé ainsi qu'à réduire l'impact des voitures particulières diesel afin d'atteindre une réduction des niveaux en NO₂ dans l'air ambiant en-dessous de la valeur limite annuelle. Les mesures d'amélioration peuvent être réalisées soit au niveau européen ou national, soit au niveau local. Elle peuvent impliquer des acteurs institutionnels au niveau national et/ou au niveau communal/local, ainsi que le grand public.

7.1 Mesures au niveau européen

	Mesures d'amélioration	Réalisation	Principaux acteurs
1	Respect des normes Euro dans les conditions de conduite réelles	9/2017 1/2020	MMTP
2	Renforcement des règles de surveillance du marché des véhicules	9/2020	MMTP

Tableau 6 Mesures au niveau européen

7.1.1 Respect des normes Euro dans les conditions de conduite réelles

En ce qui concerne les voitures particulières, l'Union européenne impose des plafonds d'émission réglementaires (les normes Euro) pour certains polluants atmosphériques dont les NO_x. Avant d'être commercialisés, les véhicules particuliers font l'objet d'une série de tests visant à vérifier leur conformité aux réglementations en vigueur¹⁶.

Jusqu'au 1^{er} septembre 2017, le cycle de test en vigueur était le « nouveau cycle européen de conduite » (NEDC), conçu dans les années 80 pour déterminer les émissions des véhicules routiers. Vu les évolutions en matière de technologie, les conditions de conduite et l'observation d'une discordance croissante entre les émissions réelles mesurées et les émissions déterminées par le cycle d'essai, ce dernier est devenu obsolète. Depuis le 1^{er} septembre 2017, la procédure NEDC est progressivement remplacée par un nouveau type d'essai en laboratoire - la « procédure d'essai mondiale harmonisée pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers » (WLTP) et par des essais sur route (RDE).

¹⁶ La réaction de l'UE au scandale du « dieselgate », document d'information, Cour des comptes européenne, février 2019

La procédure WLTP est constituée de nouveaux cycles de test harmonisés au niveau mondial pour mesurer, avec plus de précision, la consommation, les émissions de CO₂, NO_x, de particules fines et d'hydrocarbures d'un véhicule automobile. Il s'agit surtout de tenir compte des conditions de conduite plus réalistes et des spécificités du véhicule. Le cycle d'essai WLTP est devenu obligatoire dans l'Union européenne pour les nouveaux modèles de véhicules commercialisés depuis septembre 2017 et pour toutes les nouvelles immatriculations à partir de septembre 2018.

La norme WLTP est complétée par l'essai RDE qui s'effectue sur la voie publique et vise à garantir que les seuils de polluants, notamment les NO_x, sont respectés non seulement en laboratoire mais aussi sous des conditions de conduite réelles. Les constructeurs automobiles doivent procéder à une réduction en deux étapes de l'écart entre la limite réglementaire mesurée dans des conditions de laboratoire et les valeurs mesurées dans les conditions de conduite réelles et ce à l'aide d'un mécanisme de flexibilité appelé « facteur de conformité ».

7.1.2 Renforcement des règles de surveillance du marché des véhicules

Le règlement UE 2018/858¹⁷, applicable depuis le 1^{er} septembre 2020, prévoit une réforme en profondeur du système de réception des véhicules. Il énonce des règles à l'échelle européenne concernant les prescriptions techniques et les procédures visant à assurer la conformité des nouveaux types de véhicules à moteur et de leurs remorques aux prescriptions adoptées par l'Union européenne en matière de sécurité et de protection de l'environnement. Il entend :

- *Renforcer la qualité et l'indépendance des essais permettant à une voiture d'être mise sur le marché.* Le système de rémunération sera modifié pour éviter les liens financiers entre les services techniques et les constructeurs, qui pourraient donner lieu à des conflits d'intérêts et compromettre l'indépendance des essais. Des critères de performance plus stricts seront appliqués pour ces services techniques, qui seront soumis à des audits réguliers et indépendants pour obtenir et conserver leur désignation.
- *Multiplier les contrôles sur les voitures déjà présentes sur le marché de l'UE.* Les États membres et la Commission procéderont à des contrôles par sondage sur les véhicules déjà présents sur le marché. Les États membres auront la possibilité de prendre des mesures de sauvegarde contre les véhicules non conformes sur leur territoire, sans attendre que l'autorité, ayant délivré la réception par type, agisse.
- *Renforcer, par la surveillance de l'UE, l'ensemble du système.* La Commission aura le pouvoir de suspendre, de restreindre ou de retirer la désignation des services techniques dont les performances laissent à désirer. La Commission imposera des sanctions financières pour dissuader les constructeurs et les services techniques d'autoriser l'entrée sur le marché de véhicules non conformes.

¹⁷ Le règlement (UE) 2018/858 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif à la réception et à la surveillance du marché des véhicules à moteur et de leurs remorques, ainsi que des systèmes, composants et entités techniques distinctes destinés à ces véhicules, modifiant les règlements (CE) n° 715/2007 et (CE) n° 595/2009 et abrogeant la directive 2007/46/CE)

7.2 Stratégies et mesures au niveau national

	Mesures d'amélioration	Réalisation	Principaux acteurs
1	Programme national de qualité de l'air	depuis 2017	MECDD, AEV
2	Stratégie globale pour une mobilité durable « MoDu 2.0 »	depuis 2018	MMTP
3	Plans directeurs sectoriels « Transports », « Zones d'activités économiques », « Logement » et « Paysages »		MEA
4	Mise en œuvre de la « troisième révolution industrielle »	en 2016	MECO, MEA, MMTP
5	Plan national intégré en matière d'énergie et de climat	à partir de 2020	MECDD, MEA
6	Programme national de lutte contre la pollution atmosphérique	à partir de 2020	MECDD
7	Gratuité des transports publics	depuis le 1 ^{er} mars 2020	MMTP
8	Réorganisation du réseau de bus RGTR	en cours, pour 2021	MMTP
9	Bus RGTR 100% électriques	pour 2030	MMTP
10	Promotion du télétravail		
11	Portail de covoiturage	depuis 2018	MMTP
12	Service d'autopartage Flex	depuis 2018	CFL
13	Primes pour véhicules à zéro ou à faibles émissions	depuis 2019	MECDD, MEA
14	Primes pour bornes de charges privées	à partir le 1 ^{er} juillet 2020	MEA, MECDD
15	Extension du réseau de bornes de charges publiques	depuis juin 2017	MMTP ; MEA
16	Mise en application des valeurs WLTP pour le calcul des taxes automoteurs	à partir du 1 ^{er} janvier 2021	MMTP
17	Taxes et accises	en cours	MEA, MFI, MECDD
18	Information et sensibilisation - Pacte Climat 2.0 qualité de l'air - App « meng Loft » - La qualité de l'air sur internet - Nouvelle App « mobiliteit.lu »	en cours depuis 2017 depuis 2018 en cours depuis 2019	AEV, MECDD, myenergy AEV, MECDD AEV, MECDD ACT MMTP, Verkeiersverbond
	Contrôles par sondage des véhicules en circulation	2017	MDDI, SNCT, ADA

Tableau 7 Mesures au niveau national

7.2.1 Le programme national de qualité de l'air

La valeur limite annuelle pour le NO₂ dans l'air ambiant a été dépassé dans la Ville de Luxembourg depuis 2003. En conséquence, un plan qualité de qualité¹⁸ de l'air pour la Ville de Luxembourg a été adopté en 2010 et actualisé en 2011 pour la période de 2010 à 2020. L'analyse des sources responsables a notamment relevé que le trafic routier sur les axes principaux était responsable de plus de 75% de la pollution.

Afin de compléter la vue globale, l'Administration de l'environnement a analysé, par modélisation et moyennant des mesurages d'orientation, l'impact du trafic routier généré le long des grands axes du Grand-Duché. Plusieurs emplacements avec un certain risque de dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂ ont ainsi été identifiés dans une dizaine de commune.

Suite au constat que l'origine des dépassements (ou risques de dépassement) de la valeur limite pour le NO₂ est la même pour toutes les régions du pays, un programme national de qualité de l'air¹⁹ a été élaboré et approuvé par le Gouvernement en 2017 pour l'ensemble du territoire du Grand-Duché de Luxembourg, en complément au plan de qualité de l'air pour la Ville de Luxembourg, afin d'atteindre la valeur limite pour le NO₂. Le programme national de qualité de l'air comporte des mesures au niveau européen, national et local pour améliorer la qualité de l'air à court et à long terme. Ces mesures visent notamment à réduire respectivement mieux réguler le volume du trafic individuel motorisé ainsi qu'à réduire l'impact des voitures particulières diesel :

- réduction du trafic individuel motorisé
- promotion des transports en commun (propres)
- carburant alternatif du trafic individuel motorisé (« dédieselisation »)
- amélioration de la fluidité du trafic
- considération des aspects de qualité de l'air dans les PAG
- information et sensibilisation du public
- électrification de la flotte RGTR

Le programme national de qualité de l'air a servi de base pour l'élaboration du présent plan national relatif à la qualité de l'air.

7.2.2 Stratégie globale pour une mobilité durable « Modu 2.0 »

Dans le cadre de la planification de la mobilité nationale, le Conseil de Gouvernement a adopté le 23 mai 2018 la stratégie du Luxembourg pour une mobilité durable « Modu 2.0 »²⁰. Celle-ci est fondée sur les principes de base de la stratégie « Modu » de 2012, à savoir la multimodalité et l'attractivité des transports publics, ainsi que la mobilité active. L'objectif stratégique pour 2025 est de réduire la congestion aux heures de pointe, tout en transportant 20 % de personnes de plus qu'en 2017. La

¹⁸Plan de qualité de l'air pour la Ville de Luxembourg et environs, 2010-2020. <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/Plan-air-Vdl.html>

¹⁹Programme national de qualité de l'air visant à atteindre les valeurs limites pour le NO₂ et à limiter les particules fines dans l'air ambiant, 2017. <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/PNQA.html>

²⁰ <https://transports.public.lu/fr/contexte/strategie/modu2.html/>

répartition modale souhaitée sur les trajets professionnels devrait être de 46 % de conducteurs, 19 % de passagers, 22 % de transports publics, 9 % de piétons et 4 % de cyclistes.

La stratégie « Modu 2.0 » intègre les progrès technologiques récents et assure la cohérence avec des stratégies mondiales et nationales (p. ex. Accord de Paris sur le Climat, Troisième Révolution industrielle). Elle s'adresse directement aux quatre acteurs de la mobilité - les citoyens, les communes, les employeurs et les établissements d'éducation de l'État. Une « boîte à outils » de la mobilité fournit une cinquantaine de mesures concrètes que ces quatre acteurs peuvent mettre en œuvre pour améliorer la mobilité.

Le gouvernement fixera au cours de la présente période législative de nouveaux objectifs pour l'horizon 2035. Un plan national de mobilité est en train d'être élaborée selon la méthode préconisée par la stratégie « Modu 2.0 ». L'occasion s'y prête d'identifier les mesures et les infrastructures les plus aptes à améliorer durablement la mobilité dans toutes les régions du pays, tout en prenant en compte la mobilité transfrontalière.

7.2.3 Les plans directeurs sectoriels (PDS)

La loi du 17 avril 2018 concernant l'aménagement du territoire a permis le lancement, dans leur nouvelle teneur, des procédures de consultation publique ainsi que le lancement des procédures réglementaires des projets de PDS « Transports », « Zones d'activités économiques », « Logement », et « Paysages »²¹. Les quatre PDS correspondent ainsi aux quatre grands champs d'action de l'aménagement du territoire, à savoir : le développement urbain et rural, l'économie, les transports ainsi que l'environnement et les ressources naturelles. Ils ont pour objet de cadrer le développement territorial de façon durable à l'échelle nationale.

Le plan directeur sectoriel « transports » (PST) permet ainsi de conférer un cadre réglementaire à différents projets et mesures de la stratégie « Modu 2.0 », dont la désignation de couloirs et zones destinés à accueillir des projets d'infrastructures de transport. Le PST distingue quatre grandes catégories de projets d'infrastructure de transport, à savoir :

- les projets d'infrastructure de transport collectif
- les projets d'infrastructure du trafic individuel motorisé
- les projets de parking « park & ride » et de pôle d'échange
- les projets de piste cyclable nationale.

Les quatre projets de PDS ont été soumis à une consultation publique ainsi qu'à une évaluation environnementale stratégique. Le 5 juillet 2019, le Conseil de gouvernement en conseil a délibéré sur l'approbation définitive des quatre PDS. Dans la suite, les projets de règlement grand-ducal rendant obligatoire les PDS (« logement », « paysages », « transports », « zones d'activités économiques ») et les rapports sur les incidences environnementales respectifs ont été soumis au Conseil d'État, aux chambres professionnelles ainsi qu'au SYVICOL pour avis – entamant ainsi la procédure réglementaire.

7.2.3.1 Mise en œuvre de la « troisième révolution industrielle »

Initiée par le ministère de l'Économie, l'étude stratégique de « troisième révolution industrielle (processus Rifkin)²² » a été présentée en novembre 2016 lors du « Luxembourg Sustainability Forum 2016 ». L'étude

²¹ <https://amenagement-territoire.public.lu/fr/plans-caractere-reglementaire/plans-sectoriels-primaires.html>

²² www.troisiemerevolutionindustrielle.lu

se place dans le contexte de la transition économique et vise à mettre en place un nouveau modèle économique qui s'appuie sur la convergence des technologies de l'information et de la communication, de l'énergie et des transports au sein d'un réseau intelligent.

L'étude propose plusieurs mesures stratégiques pour le volet de la mobilité. Certaines de ces mesures, comme la limitation du besoin en mobilité, le développement d'une solution multimodale et partagée du type « Mobility-as-a-Service » et le passage à un parc automobile composé exclusivement de véhicules à zéro émission de roulement, sont déjà en cours de mise en œuvre.

D'autres, comme l'intégration des innovations rendues suite à la digitalisation de la mobilité sont en préparation. De nouveaux services flexibles et « à la demande » sont mis en place, facilités par le déploiement des systèmes de transports coopératifs et intelligents (C-ITS), le développement de solutions de mobilité connectée et autonome (CCAM), ainsi que la fédération des acteurs clés autour d'écosystèmes de données.

7.2.4 Plan national intégré en matière d'énergie et de climat

Le « plan national intégré en matière d'énergie et de climat » pour le Luxembourg pour la période 2021-2030 (PNEC)²³ a été adopté le 20 mai 2020 par le Conseil de gouvernement. Il illustre les politiques et mesures permettant d'atteindre les objectifs nationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (-55%), d'énergies renouvelables (25%) et d'efficacité énergétique (de 40 à 44%) à l'horizon 2030. En effet, la politique en matière de climat et d'énergie se fonde essentiellement sur l'amélioration de l'efficacité énergétique, la promotion des énergies renouvelables ainsi que la promotion d'une mobilité publique et individuelle plus durable. Les objectifs principaux concernant la mobilité comportent notamment une réduction de la circulation grâce à l'expansion massive des transports publics et une part de 49% d'électromobilité à l'horizon 2030.

7.2.5 Programme national de lutte contre la pollution atmosphérique

La directive (UE) 2016/2284²⁴ concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques établit les plafonds nationaux d'émission de PM2.5, SO2, NH3, NOx et COVNM à atteindre à l'horizon 2020 et 2030. Afin de respecter ses engagements, le programme national de lutte contre la pollution atmosphérique (NAPCP)²⁵ contenant des mesures de réduction est élaboré en cohérence avec le PNEC.

En ce qui concerne les émissions nationales de NOx, le Luxembourg s'est engagé de réduire ses émissions de 83% en 2030, par rapport à 2005. Le transport routier est avec 64% la source principale des émissions nationales de NOx²⁶. Les mesures de réduction comportent notamment la stratégie « Modu 2.0 » et la promotion de l'électromobilité.

²³Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC) pour la période 2021-2030.
<https://environnement.public.lu/fr/actualites/2020/05/pnec.html>

²⁴Règlement grand-ducal du 27 juin 2018 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques.

²⁵<https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/NEC-directive.html>

²⁶ Emissions de NOx „transport routier“ en 2018, AEV

7.2.6 Attractivité des transports publics et de la mobilité douce

Depuis le 1^{er} mars 2020, les transports publics sont gratuits²⁷ au Luxembourg pour tous les modes de transport, qu'il s'agisse des tramways, des trains ou des bus sur l'ensemble du territoire national (la 1^{ère} classe restera payante). Cette mesure s'applique aux résidents, aux travailleurs transfrontaliers et aux touristes.

Parallèlement, après quatre ans d'étroite collaboration avec les communes et les citoyens, le réseau national de bus RGTR a été entièrement réorganisé. De cette réorganisation résulteront un meilleur service le weekend et dans les soirées et une accélération générale du bus dans le but d'être plus compétitifs par rapport à la voiture individuelle. Des lignes de bus relieront les grandes localités en direct, sans passer par la Ville de Luxembourg. Il est prévu que ces améliorations seront mises en vigueur jusqu'en septembre 2021. De plus, dans le cadre de la décarbonisation du secteur des bus, les bus RGTR classiques seront remplacés par des bus électriques d'ici 2030.

Le gouvernement envisage également de prioriser la réalisation de nouvelles pistes cyclables et l'utilisation du vélo pour des déplacements touristiques sera simplifiée.

7.2.7 Portail de covoiturage et services d'autopartage

Portail de covoiturage « CoPilote »

Le covoiturage ("car pooling" en anglais), c'est le fait de partager une voiture privée pour un trajet commun. Le portail de covoiturage « CoPilote »²⁸ a été lancé en mai 2018 pour le Grand-Duché et la région limitrophe. Le portail facilite la mise en relation des personnes avec des trajets similaires, notamment entre le domicile et le travail, afin que celles-ci partagent leur trajet dans une seule voiture. Depuis janvier 2020, les services CoPilote intègrent l'application Klaxit qui met en relation conducteurs et passagers en permettant aux conducteurs de minimiser leurs détours et aux passagers de flexibiliser leurs horaires.

Les entreprises pourront demander à être référencées sur Klaxit afin que leurs collègues puissent se reconnaître entre eux et covoiturer en toute confiance. Pour aller plus loin et obtenir un vrai retour sur investissement, les entreprises pourront souscrire à une offre entreprise premium et un accompagnement clé-en-main proposés par Klaxit. Cette offre permet de passer en moyenne de 2% à 20% de taux d'adhésion à la solution. Ainsi, dans les entreprises accompagnées, 8 inscrits sur 10 trouvent des covoitureurs sur leur trajet et à leurs horaires.

Services d'autopartage

Le concept de base de l'autopartage ("car sharing" en anglais) ou voitures en libre-service consiste à ne plus posséder une voiture personnelle mais à utiliser une voiture mise à disposition par des acteurs économiques ou privés contre une participation financière selon la durée d'utilisation. Au Luxembourg il existe notamment :

- Le système d'autopartage Flex²⁹. Lancé en février 2018 par les CFL (Chemins de Fer Luxembourgeois), il compte aujourd'hui plus d'une quarantaine de stations qui se trouvent près des gares CFL et sont ainsi facilement combinables avec les transports publics.

²⁷ Règlement ministériel du 6 février 2020 fixant les conditions de transport et les tarifs des transports publics.

²⁸ www.copilote.lu

²⁹ www.flex.lu

- Le service Carloh³⁰ a été lancé en octobre 2015 sur le territoire de la Ville de Luxembourg. Aujourd'hui les véhicules sont répartis au cœur des principaux quartiers résidentiels de la Ville de Luxembourg, et aussi à proximité du centre-gare et du centre-ville.

7.2.8 Promotion de la mobilité électrique

Primes pour véhicules à zéro ou à faibles émissions³¹

Dans le souci d'une rapide décarbonisation du transport et de promotion de l'électromobilité, le gouvernement a introduit un régime de primes pour véhicules à zéro ou à faibles émissions, valables du 1^{er} janvier 2019 jusqu'au 31 décembre 2021³².

- prime de 5.000 euros pour un véhicule neuf 100 % électrique ou à pile à combustible à hydrogène suivant: voiture et camionnette;
- prime de 2.500 euros pour un véhicule neuf du type plug-in hybride (≤ 50 g CO₂/km) suivant: voiture et camionnette;
- prime jusqu'à 500 euros pour un véhicule neuf 100 % électrique suivant: quadricycle, motocycle, motocycle léger (125 cm³) et cyclomoteur (scooter et pedelec45);
- prime jusqu'à 300 euros pour un cycle neuf suivant: vélo et pedelec25.

Dans le cadre d'une relance économique durable suite à la crise sanitaire COVID-19 et afin d'inciter les personnes à opter pour l'électromobilité, le régime de primes pour véhicules à zéro ou à faibles émissions a été renforcé. Sont éligibles les véhicules commandés entre le 11 mai 2020 jusqu'au 31 mars 2021.

- prime de 8.000 euros pour un véhicule neuf 100 % électrique ou à pile à combustible à hydrogène suivant: voiture et camionnette;
- prime jusqu'à 1.000 euros pour un véhicule neuf 100 % électrique suivant: quadricycle, motocycle, motocycle léger (125 cm³) et cyclomoteur (scooter et pedelec45);
- prime jusqu'à 600 euros pour un cycle neuf suivant: vélo et pedelec25.

Ce modèle de subventions ciblées remplace l'ancien modèle d'abattement fiscal qui avait démarré en janvier 2017. Pour ce qui est des entreprises, les employés qui optent pour un moyen de transport autre que la voiture ne devraient plus être pénalisés. Le PNEC prévoit d'introduire un avantage fiscal « budget mobilité » équivalent et alternatif à celui pour les voitures de fonction. Cela permettra aux employés d'accéder plus facilement aux services de mobilité des transports publics, à la mobilité active ou aux services de covoiturage.

Extension du réseau de bornes de charge publique et primes pour les bornes de charge privées

Le réseau de bornes de charge publiques pour les voitures électriques et les voitures plug-in hybrides au Luxembourg est opérationnel depuis juin 2017 sous le nom de « Chargy »³³. Il est prévu que jusqu'à la fin

³⁰ www.carloh.lu

³¹ www.cleverfueren.lu

³² Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2019

- portant introduction d'une aide financière pour la promotion des véhicules routiers à zéro ou à faibles émissions de CO₂

- modifiant l'arrêté grand-ducal modifié du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques.

³³ www.chargy.lu

de l'année 2020, un total de 800 bornes soient installées : 400 bornes sur les parkings publics – incluant les parkings de covoiturage – des communes et 400 sur les parkings relais permettant ainsi un accès facile aux transports publics. Chaque borne disposant de deux points de charge accélérée (modulable entre 3,7 kW et 22 kW), le réseau « Chargy » comptera au final 1.600 emplacements de stationnement dédiés à la mobilité électrique. A noter aussi que ces bornes sont alimentées par de l'électricité 100% verte.

Le réseau « Chargy » est conçu de sorte qu'il puisse intégrer d'autres bornes compatibles avec la plateforme, mises en place par des acteurs privés ou publics. Ces bornes labélisées « Chargy OK » peuvent être opérées de la même manière que les bornes publiques. Afin de faciliter les voyages de longue distance en voitures électriques, le réseau sera aussi renforcé par des bornes de charge rapides intitulées « Super Chargy » installés sur des aires de services, dont notamment celles le long des autoroutes³⁴. La puissance de ces bornes de charge rapide peut atteindre jusqu'à 300 kW et les premières vont être inaugurées le 15 décembre 2020.

Le gouvernement luxembourgeois a aussi élaboré un régime de soutien financier à l'installation de bornes de recharge privées (valable pour les bornes de charge achetées entre le 1^{er} juillet 2020 et le 30 juin 2023). Le règlement grand-ducal portant introduction d'une aide financière pour l'installation de bornes de charge privées pour véhicules électriques subventionne la prise en charge de jusqu'à 50% de l'ensemble des frais d'acquisition et d'installation de la borne, avec un montant plafonné à 750 € pour une borne privée simple et jusqu'à 1.650 € pour une borne privée intégrée dans un système collectif de gestion intelligente de charge.

7.2.9 Taxes et accises

Mise en application des valeurs WLTP pour le calcul des taxes automoteurs

Le *projet de loi modifiant la loi modifiée du 22 décembre 2006 promouvant le maintien dans l'emploi et définissant des mesures spéciales en matière de sécurité sociale et de politique de l'environnement*³⁵ prévoit une nouvelle taxation des véhicules automobiles. La nouvelle taxe sera calculée en se basant sur les valeurs des émissions de CO₂ déterminées selon le cycle d'essai dit « WLTP » remplaçant l'ancien cycle dit « NEDC » (voir aussi chapitre...)³⁶. Les valeurs de consommation et d'émissions de CO₂ se rapprocheront davantage de la réalité et augmentent en moyenne de 20 % par rapport aux valeurs NEDC. La formule de calcul pour cette taxe reste inchangée. Ainsi la taxe d'une voiture diesel à 120g CO₂ en WLTP restera la même que celle pour une voiture diesel à 120g CO₂ en NEDC.

Les valeurs NEDC continuent à être appliquées pour le calcul de la taxe sur les véhicules routiers dont la première mise en circulation a été effectuée avant le 1^{er} janvier 2021 et ceci jusqu'à la mise hors circulation définitive du véhicule. Une mise en application des valeurs WLTP de manière rétroactive pour ces véhicules n'est pas prévue.

³⁴ Accord de coalition 2018-2023, <https://gouvernement.lu/fr/publications/accord-coalition/2018-2023.html>

³⁵ Projet de loi n°7506

³⁶ www.wltp.lu

La procédure d'essai WLTP servira aussi de base pour définir l'éligibilité à des primes pour véhicules à faibles émissions de CO₂ (à partir du 1^{er} septembre 2020) et le calcul de l'avantage en nature (à partir du 1^{er} janvier 2021 pour les voitures de sociétés immatriculées à partir du 1^{er} janvier 2020).

Accises sur les carburants

Les prix du diesel et de l'essence au Luxembourg sont inférieurs par rapport aux pays voisins. Afin de réduire les exportations de carburant, il est donc essentiel de diminuer progressivement les écarts de prix avec les pays voisins. L'accord de coalition 2018-2023 prévoit l'adaptation de la taxation des produits pétroliers, en particulier des carburants, en vertu des objectifs de l'Accord de Paris. Les accises sur le diesel (+2 centimes d'euros le litre) et sur l'essence (+1 centime d'euro le litre) ont augmenté une première fois le 1^{er} mai 2019. Un comité interministériel (Finances, Environnement, Énergie, Économie) suit et analyse l'évolution des ventes de carburant et l'impact des mesures prises par le gouvernement.

7.2.10 Information et sensibilisation

Campagnes de mesurage de NO₂ par tubes passifs dans le cadre du Pacte Climat

Depuis 2017, la qualité de l'air a été intégrée dans le « Pacte Climat » (« Pacte Climat Plus Qualité de l'air ») afin d'impliquer davantage les communes. Dans ce contexte les communes ont été invitées à contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air et à surveiller la teneur en NO₂ sur leur territoire. Depuis 2018, les communes ont été invitées à participer à des campagnes de mesurage de NO₂ par tubes passifs (voir aussi chapitre...).

Un workshop a été organisé en septembre 2018 afin de présenter le bilan intermédiaire de la première campagne de mesurages aux communes participantes ainsi que les possibilités d'agir sur base des outils mis à disposition (stratégie « Modu 2.0 », programme national de qualité de l'air, pacte climat – qualité de l'air). Les communes les plus concernées par le risque de dépassement ponctuel de la valeur limite annuelle ont été contactées et invitées à élaborer, le cas échéant en concertation avec les autorités étatiques, des mesures au niveau local afin de réduire l'impact du trafic routier.

Le « Pacte Climat » venant à terme en 2020, le « Pacte Climat 2.0 » est en cours d'élaboration. En ce qui concerne la qualité de l'air, il est prévu de maintenir des mesures visant à améliorer la qualité de l'air.

L'application « Meng Loft »

L'application mobile „Meng Loft”³⁷ est une application gouvernementale qui permet aux citoyens de s'informer sur la qualité de l'air à n'importe quel endroit au Luxembourg et donne des informations et des conseils adaptés sur la santé humaine et les activités sportives.

En 2020, un système d'alerte en temps réel a été mise au point et les utilisateurs peuvent désormais recevoir une notification pour être alertés lors de pics d'ozone et lors d'un dépassement de l'Indice Qualité Air (IQA). Cet indice dont l'échelle s'étend de 1 (excellent) à 10 (exécrable), est calculé à partir des concentrations de trois polluants atmosphériques mesurées sur les stations de mesure automatiques répartis sur le territoire national du Luxembourg. Les personnes sensibles peuvent ressentir les effets à partir du niveau 4/10 (assez bon), les personnes en bonne santé à partir du niveau 7/10 (très médiocre).

³⁷ https://environnement.public.lu/fr/actualites/2020/06/meng_loft.html

Il est maintenant possible de recevoir directement une notification lorsqu'une station du réseau de mesure dépasse un indice entre 6 et 10 (au choix) et d'être averti lorsque la qualité de l'air s'améliore.

La qualité de l'air sur internet

Sur le portail *emwelt.lu* des informations relatives à la qualité de l'air, notamment la teneur en NO₂ dans l'air ambiant, peuvent être consultées. Par exemple :

- valeurs mesurées par les stations télémétriques à travers le pays en temps réel
- cartes de modélisation qui montrent la répartition probable
- résultats des campagnes de mesures spéciales

Les données sur la qualité de l'air ont été géo-référenciées et publiées, depuis 2018, sur le géoportail national (*emwelt.geoportail.lu*) :

- cartes d'interpolation géostatistiques qui montrent en temps réel la distribution la plus probable de polluants atmosphériques, dont le NO₂
- emplacements des différentes stations de mesure
- résultats de la campagne de mesurage du NO₂ par tubes passifs de l'année 2018

La page Facebook de l'AEV informe de manière générale sur les actualités en relation avec les compétences de l'AEV dont la qualité de l'air.

L'application mobile « *mobilit.eit.lu* »

Le nouveau planificateur d'itinéraires multimodaux « *mobilit.eit.lu* »³⁸ a été lancé en septembre 2019. L'application permet aux usagers non seulement de combiner bus, train, tram, voiture, vélo et marche à pied, mais intègre dorénavant, à côté des transports publics en temps réel, la situation du trafic en direct. L'intégration de tous les modes de transport, dont entre autres l'électromobilité, l'offre combinée des P+R et les vélos en libre-service, permet ainsi à l'utilisateur de créer sa propre chaîne de mobilité adaptée à ses besoins personnels

7.3 Mesures au niveau local

7.3.1 Ville de Differdange

Mesures prises et planifiées par les responsables communaux:

- 4 lignes de Citybus 100% électrique³⁹
- Nouveau Parking du quartier rue de l'école à Niederkorn (2020)
- Etude trafic (2020)
- Introduction d'une vignette et extension du parking résidentiel à Niederkorn (2023)

Mesures étatiques prises et planifiées:

³⁸ <https://www.mobilit.eit.lu/fr/>

³⁹ <https://differdange.lu/en/differdange-and-you/getting-around/diffbus/>

- Amélioration du réseau RGTR, légère augmentation de l'offre en 2022. Éventuelle électrification de plusieurs lignes sur ce tracé.
- Desserte interurbaine Differdange – Sanem (projet 6.4 du PST)
- Réalisation de la rocade de Differdange (2017)
- Priorisation du droit d'entrée en ville de Differdange (2020)
- Projet de bus à haut niveau de service est-ouest

7.3.2 Ville d'Echternach

Mesures prises et planifiées par les responsables communaux:

- Citybus 100% électrique⁴⁰

Mesures étatiques prises et planifiées:

- Amélioration du réseau RGTR, augmentation de l'offre en 2022. Éventuelle électrification de plusieurs lignes sur ce tracé.
- Voie de délestage du Centre-ville d'Echternach, dont un by-pass Route de Luxembourg (N11) – Rue des Remparts (CR366) avec aménagement d'une nouvelle gare routière
- Voie bus entre Lauterborn et Echternach

7.3.3 Ville d'Esch-sur-Alzette

Mesures prises et planifiées par les responsables communaux:

- Réalisation d'une piste cyclable directe entre Esch-Centre et Belval (2023)
- Coordination des feux rouges au niveau de la gare
- Mise en place d'un réseau de location de vélos électriques « Vél'OK » en coopération avec CIGL Esch a.s.b.l. (2020)
- Système de guidage parkings
- Modernisation de la flotte des bus TICE, Euro VI (2020)
- Création de zones 30 et zones de rencontre pour réduire le trafic transit (projet)
- Association de la ville d'Esch au réseau d'autopartage « FLEX »
- Association de la ville d'Esch au réseau de borne électriques « Chargy »

Mesures étatiques prises et planifiées:

⁴⁰ <https://www.bollig.lu/de/art-for-blue-air-le-nouveau-citybus-electrique-de-la-ville-dechternach/>

- Éventuelle électrification de plusieurs lignes RGTR sur ce tracé à partir de 2022
- Réaménagement du boulevard John F. Kennedy et apaisement significatif du trafic motorisé individuel en concertation avec la Ville
- Restructuration du réseau routier
- Liaison Micheville (en réalisation)
- Projet de Piste cyclable express entre Luxembourg et Esch
- Projet de ligne de tram rapide entre Luxembourg et Esch
- Projet de bus à haut niveau de service est-ouest

7.3.4 Hesperange

Mesures prises et planifiées par les responsables communaux:

- Mise en place de 4 stations de vélos de location électriques Vel'OH!
- Installation et mise en service d'un local sécurisés pour vos vélos mBox au centre de Hesperange.
- Installation de supports pour vélos auprès de plusieurs bâtiments communaux.
- Remplacement / agrandissement de plusieurs abris de bus.
- Aménagement et réaménagement de divers passages pour piétons afin de promouvoir la mobilité douce.
- Inauguration de 2 zones « 30 » devant les écoles d'Alzingen et de Fentange.
- Fermeture de diverses rues à Fentange afin de mettre terme au trafic parasite dans les quartiers résidentiels.
- Modification du PAG stipulant 1,2 emplacements pour vélos par ménage dans les maisons plurifamiliales.
- 4 projets avec un total de 12 km de pistes cyclables sont en phase de planification.
- Fermeture de diverses rues dans d'autres quartiers résidentiels pour éliminer le trafic parasite.
- Coopération avec le RGTR aux fins d'améliorer le réseau de bus dans le cadre de la réorganisation des différentes lignes.
- Introduction d'une subvention communale concernant la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et de mise en valeur des énergies renouvelables.

Mesures étatiques prises et planifiées:

- Nouvelle ligne bus RGTR 226 reliant Hesperange aux différentes zones d'activités de sud-est de la capitale

- Ouverture de la gare périphérique Howald (2017)
- Ligne de tram entre la Gare centrale et les pôles d'échange Bonnevoie, Howald et Cloche d'Or

7.3.5 Ville de Luxembourg

Mesures prises et planifiées par les responsables communaux:

- Stratégie globale

La Ville de Luxembourg prévoit l'élaboration d'un concept de mobilité (Verkehrsentwicklungsplan). Le but est de réunir dans un seul concept la planification de tous les moyens de transport (mobilité douce, trafic individuel motorisé, transports publics...) et tout objectif de déplacement (loisirs, travail, transport de marchandises...) et de garantir la cohérence des différentes mesures. Afin de tenir compte de l'aspect de la qualité de l'air dans ce nouveau concept, le Service Circulation, en charge du pilotage du concept de mobilité, travaille en étroite collaboration avec le Délégué à l'environnement. Etant donné qu'il est prévu que le concept coordonne les mesures et actions dans le domaine de la mobilité sur une période de nombreuses années et qu'il est actuellement encore en élaboration, il ne montrera probablement pas d'effets jusqu'en 2023.

- Promotion de la mobilité douce

- Création de pistes cyclables

La ville de Luxembourg a développé un concept vélo en 2006/2007 (phase 1) et en 2012/2013-2020 (phase 2), et un concept piéton en 2016 qui sont en train d'être mis en œuvre. Au niveau de l'élargissement et d'adaptations du réseau cyclable et de mise en place d'infrastructures pour vélos, les mesures suivantes ont été réalisées depuis 2018 :

- création d'une piste cyclable bidirectionnelle à l'allée Schaeffer (2018)
- traversées sécurisées au Carrefour Schuman (2018)
- piste cyclable à l'avenue de la Gare (2019)
- piste cyclable au Boulevard Roosevelt (2019)
- piste cyclable à l'avenue Marie-Thérèse
- itinéraire cycliste alternatif rue Ste Zithe à hauteur du Rousegärtchen
- élargissement des emplacements sécurisés pour vélos au parking Knuedler,(2018)
- élargissements d'emplacements pour vélos à différents endroits en ville (1.004 emplacements répartis sur 149 endroits en 2019).

- Système de location vel'OH !

En 2018 le système de location de vélos à libre-service vel'OH ! a été modernisé et le réseau des stations a été densifié: Une flotte de vélos à 100% électriques permettant de dépasser aisément les différences de niveaux qui caractérisent la topographie de la capitale est répartie sur 98 stations (21 nouvelles stations) dont 12 dans les communes limitrophes.

- Mobilité individuelle motorisée

Dans le but de compléter l'offre des alternatives à la voiture en propriété privée, le système d'auto partage Carloh a été mis en service en 2015 avec le soutien financier de la Ville de Luxembourg. Afin d'encourager et de promouvoir davantage le système du « carsharing », la Ville de Luxembourg a décidé en 2019 de poursuivre le développement de Carloh et de densifier le maillage des stations. Ainsi en 2019, 7 nouvelles stations et 14 nouvelles voitures ont été inaugurées et Carloh compte 713 abonnés fin 2019. Afin de poursuivre l'extension du système Carloh, l'ouverture de deux stations supplémentaires au Grund et a Beggen est prévue pour 2020.

- Transports publics

- Modernisation de la flotte des bus de la VdL

Depuis 2017 la flotte de bus de la Ville de Luxembourg respecte la norme Euro 5 au moins et à partir de 2017 la première phase de l'électrification du parc de véhicule avec la mise en service de 5 bus hybrides du type plug-in et l'installation de deux premières stations de recharges a été entamée. En ce qui concerne la modernisation de la flotte des bus, la Ville a fixé comme objectif qu'en 2025 la flotte entière de bus standards est électrique et que la moitié des bus articulés sont électriques. Il est prévu qu'en 2030, la flotte des bus de la Ville de Luxembourg atteint le taux de 100% électrique.

- Extension de l'itinéraire du tramway

En 2018, la connexion de la ligne de tramway entre l'arrêt « Rout Bréck » et arrêt « Staereplaz » a été achevée. Ainsi le tram dessert depuis juillet 2018 11 stations et relie le plateau de Kirchberg à la place de l'étoile. N'ayant pas existé avant 2018, le tram électrifié à 100% et donc sans émissions polluantes transporte plus de 20.000 personnes par jour ouvrable. Actuellement le chantier du tram progresse sur le tronçon entre la place de l'étoile et la gare centrale. La mise en service de ce tronçon est prévue pour fin 2020. D'après le planning prévisionnel de Luxtram, en 2023 la prolongation du tracé du tram depuis la Gare Centrale jusqu'à Cloche d'Or et depuis Kirchberg jusqu'à l'aéroport sera achevée. La ligne du tram comptera dès lors 24 stations (actuellement 11 stations sont en service) et 10 pôles d'échange.

La combinaison des mesures bus et tram permettra une amélioration générale de la qualité de l'air.

- Monitoring et sensibilisation

La Ville de Luxembourg réalise depuis 2013 ses propres mesures de NO_x à l'aide d'une station semi-mobile. Après une année de mesures à Hamilius, la station a été déplacée à la Rocade de Bonnevoie (une des principales pénétrantes de la ville) suite au début des travaux à Hamilius. Les résultats des concentrations de NO₂ mesurées et la corrélation entre ces concentrations et le trafic routier sont publiés mensuellement. En complément aux mesures effectuées en continu, la Ville mesure depuis 2017 les concentrations de NO₂ à l'aide de tubes passifs. Cette campagne de mesure est coordonnée avec l'Administration de l'environnement et la campagne de mesures passives menée au niveau national. La Ville élargit le réseau de tubes passifs en fonction de demandes ou de plaintes de personnes privées et selon les résultats de modélisation communiqués par l'Administration de l'environnement et les endroits critiques identifiés. Les mesures de NO₂ à l'aide de tubes passifs permettent également de mesurer l'effet de changements au niveau de la circulation, de la mise en place d'infrastructures pour la mobilité

douce ou d'adaptations du réseau de bus. Ainsi la mise en place d'un point de mesure supplémentaire à l'avenue de la Gare, avant la déviation des bus et l'adaptation de la circulation en novembre 2019, permet d'évaluer l'effet « avant-après » par rapport à la qualité de l'air et de pouvoir communiquer en fonction. Afin de communiquer les résultats des mesures passives au public en toute transparence et de visualiser l'état et l'évolution de la qualité de l'air à chaque point de mesure, la Ville de Luxembourg a dédié une carte interactive à ce sujet sur maps.vdl.lu mise en ligne en décembre 2019. Finalement, dans un souci d'attirer l'attention du public (automobiliste, piéton...) à la problématique de la qualité de l'air et notamment au lien entre le trafic routier et la qualité de l'air, la Ville prévoit d'afficher l'indice de la qualité de l'air à plusieurs endroits dans l'espace public et de sensibiliser à ce sujet.

Mesures étatiques prises et planifiées:

- Réalisation du tramway avec mise en service prévue pour la fin 2020, avec conséquence de dévier les lignes RGTR du boulevard royal sur la seconde couronne
- Réalisation de l'itinéraire cyclable PC1 le long de la ligne du tramway
- Mobilité individuelle motorisée
Depuis 2017, le réseau de bornes de charge publiques pour voitures électriques « Chargy » est déployé au Luxembourg. Parmi les 800 bornes « Chargy » prévues au Luxembourg, 102 bornes seront installées sur le territoire de la Ville et ceci aux endroits les plus stratégiques afin d'assurer une bonne couverture de la ville. Au niveau du stationnement en général les efforts seront concentrés sur une optimisation de l'offre existante pour toutes les catégories d'usagers.

7.3.6 Ville de Remich

Mesures prises et planifiées par les responsables communaux:

- Projet d'aménagement d'un couloir bus sur la N2
- Mise en place dans la rue Enz d'un couloir pour virer à gauche au niveau de la mairie

Mesures étatiques prises et planifiées:

- Fluidification du trafic moyennant une régulation intelligente des feux de circulation à travers un ordinateur routier dans le cadre des mesures de facilitation pour bus
- Éventuelle électrification de plusieurs lignes RGTR sur ce tracé à partir de 2022

7.3.7 Bascharage

Mesures étatiques prises et planifiées:

- Projet de mise en place d'un système de gestion du trafic intelligent avec priorisation des bus
- Projet de contournement de la localité de Bascharage
- Projet de bus à haut niveau de service est-ouest
- Projet de construction d'une nouvelle piste cyclable
- Projet de Mise à double voie intégrale de la ligne ferroviaire entre Luxembourg et Pétange

7.4 Etude de mesures potentielles supplémentaires

Quelques mesures potentielles supplémentaires nommées M1 à M4 ainsi que la réduction de trafic suite à la création d'un contournement entre Alzingen et Howald ont été étudiées⁴¹ dans le cadre de ce plan. Ces mesures n'ont pas été décidées, mais pourraient jouer un rôle à l'avenir dans le cas éventuel d'une révision des valeurs limites vers le bas pour les NO₂. Les principaux éléments de ces mesures se retrouvent dans le NAPCP⁴² et ont été pris en compte pour les projections des émissions totales.

7.4.1 Mesure M1 : Augmentation rapide de l'électromobilité

Comme déjà décrit, le Luxembourg s'est engagé dans l'expansion de l'électromobilité. Le Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC) suppose une part d'électromobilité de 49% d'ici 2030 du parc de voitures à passagers. On estime que plus de 15 000 voitures électriques, égalant une part de 3,5% du parc automobile, seront immatriculées au Luxembourg au cours de l'année de prévision 2023⁴³. Le présent scénario considère que toutes les voitures de norme Euro 4 ou inférieure et 80% des voitures Euro 5 seront remplacées par des voitures électriques au cours de l'année 2023. Le kilométrage des voitures électriques représente dans cette approche 15% des distances totales parcourues par les voitures.

7.4.2 Mesure M2 : Flotte bus à 100% Euro 6

Dans les zones urbaines en particulier, les émissions des bus représentent une partie importante de la pollution par les NOx. La mesure M2 vise à démontrer à quel point une modernisation du parc d'autobus à 100% Euro 6 peut contribuer à réduire les émissions de NOx.

7.4.3 Mesure M3: Télétravail

Le développement du télétravail fait partie des mesures de réduction de trafic (PNEC, processus Rifkin, Modu 2.0, ...), notamment aux heures de pointe. En moins de dix ans, le nombre des télétravailleurs a triplé, passant de 7% en 2010 à 20% en 2019⁴⁴. La mesure M3 suppose une réduction du trafic de 20% sur tous les emplacements.

7.4.4 Mesure M4 : Zone environnementale

Cette mesure prévoit la création d'une zone environnementale sur le territoire national, qui n'autorise que les voitures de la norme environnementale Euro 6. En conséquence, il y aurait une interdiction générale de circulation pour les voitures qui ne satisfont pas à la norme Euro 6. Ceci correspond à une part de 13,8% du nombre total de voitures. Toutefois, au vu des efforts à déployer sur les plans organisationnels et administratifs, cette mesure semble être difficilement réalisable à court terme.

7.4.5 Création d'un contournement entre Alzingen et Howald

Un contournement entre Alzingen et Howald est actuellement en phase d'étude et une priorité politique. Dans le cadre du présent plan cette mesure figure en tant que mesure supplémentaire, car son exécution ne fait pas encore objet d'une décision finale par les autorités concernées. Néanmoins, l'étude⁴¹ a évalué

⁴¹ Luftqualitätsplan Luxemburg 2020, Immissionsprognosen und Auswirkungen von Minderungsmaßnahmen, Müller-BBM, 2020

⁴² Programme national de lutte contre la pollution atmosphérique (NAPCP), Luxembourg, 2020

⁴³ Bau-Prognose Komobile Luxembourg s.à r.l., 2020

⁴⁴ Le télétravail, à consommer avec modération ? Regards 07/2020, STATEC.

<https://statistiques.public.lu/fr/actualites/population/travail/2020/07/20200701/index.html>

l'effet de cette mesure. Il en découle qu'on peut s'attendre à une réduction d'immissions de 7 µg/m³ en NO₂ pour l'année de prévision 2023 à l'emplacement 4-6, rue de Gasperich à Hesperange. Comme indiqué dans le chapitre 6 on peut estimer que la valeur limite peut être atteinte en 2024 sans mesures supplémentaires.

Commune	Emplacement	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
		2023 sans contournement	2023 avec contournement
Hesperange	4-6, rue de Gasperich	41	34

7.4.6 Résultats

Les immissions de NO₂ (pollution totale) pour les scénarios comprenant les mesures de réduction M1 à M4 sont indiqués au Tableau 8.

La réduction d'immissions de NO₂ par la mesure M2 n'est pas suffisante pour atteindre le respect de la valeur limite de la section d'étude Hesperange. Pour les scénarios de mesure M1 à M4, le respect de la valeur limite est prévu dans toutes les autres sections de l'enquête. Le Tableau 9 montre les variations relatives des immissions (par rapport à la valeur limite) déterminées pour les mesures de réduction M1 à M4. La plus faible réduction de 0,3% à -4,3% est obtenue par la mesure M2 (changement du parc d'autobus). La mesure M1 (augmentation de l'électromobilité) entraîne une réduction de - 3,0% à -6,5%. La mesure M3 (20% de réduction du trafic) engendre une réduction de de -3,3% à -7,5%. Finalement les effets de réduction les plus forts ont été déterminés avec -7,5% à -10,8% pour la mesure M4 (uniquement véhicules avec Euro 6).

Commune	Emplacement	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
		2023*	2023 M1	2023 M2	2023 M3	2023 M4
Hesperange	4-6, rue de Gasperich	41	38	41	38	37
Esch-sur-Alzette	50-52 boulevard Kennedy	39	37	39	37	36
Echternach	57, rue des Remparts	38	36	38	35	34
Differdange (Niedercorn)	144, avenue de la Liberté	38	36	37	36	34
Luxembourg	30, boulevard Royal	35	33	33	33	31
Remich	10, rue Enz	33	30	33	30	29
Bascharage	144, avenue de Luxembourg	34	32	34	32	31

Tableau 8 Calculs des immissions de NO₂ aux sept emplacements pour les mesures M1-M4 (* scénario de base)

Commune	Emplacement	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
		2023 M1	2023 M2	2023 M3	2023 M4
Hesperange	4-6, rue de Gasperich	-6.50%	0.30%	-7.50%	-10.50%
Esch-sur-Alzette	50-52 boulevard Kennedy	-5.20%	-0.70%	-5.50%	-9.50%
Echternach	57, rue des Remparts	-6.50%	0.00%	-7.30%	-10.80%
Differdange (Niederborn)	144, avenue de la Liberté	-4.80%	-1.80%	-5.30%	-10.00%
Luxembourg	30, boulevard Royal	-3.00%	-4.30%	-3.30%	-10.00%
Remich	10, rue Enz	-6.30%	0.30%	-6.80%	-10.00%
Bascharage	144, avenue de Luxembourg	-4.00%	-0.30%	-4.50%	-7.50%

Tableau 9 Différence des immissions de NO₂ aux sept emplacements par rapport au scénario de base pour les mesures M1-M4

7.5 Télétravail lors du confinement

Le confinement lié à la crise sanitaire du COVID-19 a forcé une adoption massive et en urgence du télétravail en avril/mars 2020, avec 69% des résidents actifs qui sont passés au télétravail. Le travail à distance était pour la plupart (74%) une nouvelle expérience, et semble avoir fait ses preuves. En effet, le télétravail a été globalement évalué comme une expérience positive pour 55% ou neutre pour 30% des télétravailleurs. Cette expérience positive devrait accélérer significativement le déploiement du télétravail pour les emplois qui s'y prêtent.

Lors du confinement en mars et avril 2020 lié à la crise sanitaire du COVID-19, le ralentissement de l'activité économique et sociale a eu un impact positif, au moins temporaire, sur la qualité de l'air. Suite à la forte réduction du trafic routier, une baisse claire et nette a été observée au niveau du NO₂ (Figure 6), ceci notamment aux stations de mesure en milieu urbain et à proximité directe des grands axes routiers (Figure 7). Au niveau des stations rurales (Vianden, Beckerich, Beidweiler), les concentrations en NO₂, déjà basses, sont restées stables.

Pour les autres polluants, à savoir les particules fines et l'ozone, des baisses comparables n'ont pas été observées. En effet, pour ces polluants d'autres sources et phénomènes ont un impact dominant sur les concentrations mesurées. Pour les particules fines, ce sont les émissions des installations de production d'énergie, y compris les installations de chauffage, qui constituent la source d'émission la plus importante. D'autres sources d'émissions importantes sont l'industrie et l'agriculture. Pour l'ozone, les concentrations mesurées ne dépendent pas seulement des émissions d'oxydes d'azote mais également des émissions de composés organiques volatils.

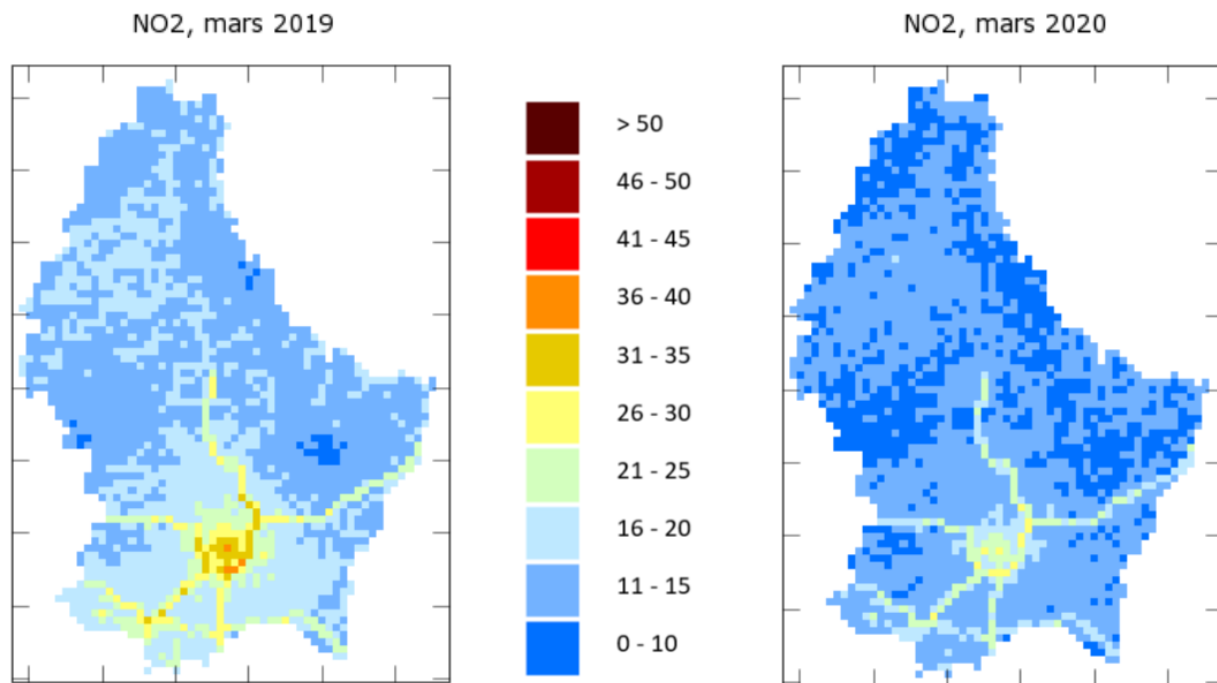


Figure 6 Cartes d'interpolation NO2 (ug/m3)

Par ailleurs, les concentrations mesurées sont dépendantes des conditions météorologiques (vent, pluie, couche d'inversion et pour le cas de l'ozone le rayonnement UV), qui peuvent soit amplifier ou amoindrir les concentrations de manière à rendre une comparaison difficile.

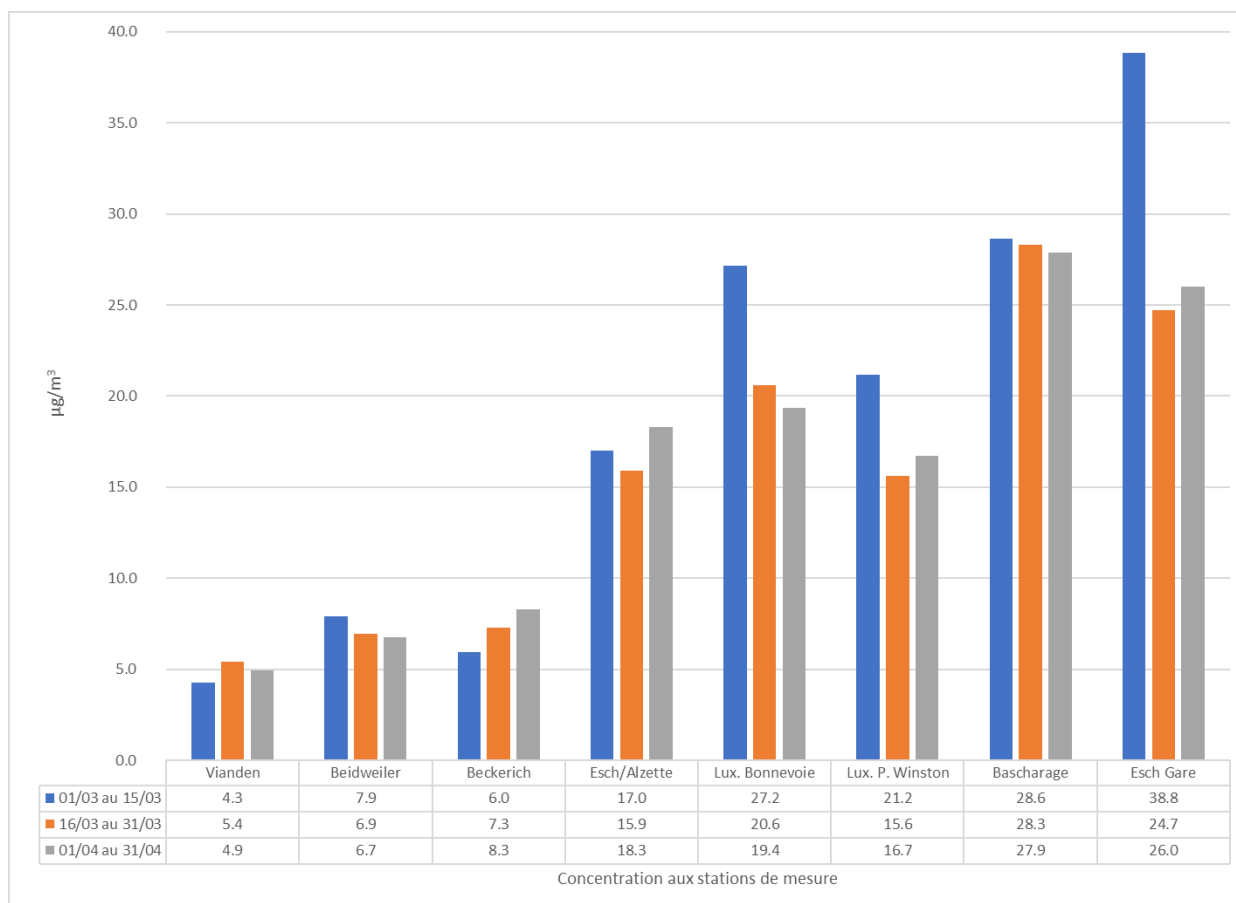


Figure 7 Comparaison des concentrations en NO₂ mesurées avant et pendant le confinement. La baisse la plus importante a été enregistrée à la station de mesure de « Esch-Gare » ou encore « Lux. Bonnevoie ».

8 Conclusions

La mise en œuvre des mesures décidées au niveau européen et national ainsi que la modernisation du parc automobile permettent, selon les estimations actuelles, d'atteindre la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le dioxyde d'azote dans l'air ambiant au plus tard en 2024 sur l'ensemble du Grand-Duché de Luxembourg et même aux emplacements critiques à Bascharage, Remich, Esch sur Alzette, Hesperange, Differdange Luxembourg-Ville et Echternach.

Le Luxembourg est déterminé à lutter pour une meilleure qualité de l'air à en promouvant la refonte générale du secteur des transports à l'aide d'alternatives plus durables. La stratégie nationale « Modu 2.0 » vise en premier lieu à réduire le trafic individuel motorisé et à promouvoir les moyens de transports plus propres et les transports en commun. La promotion des transports en commun est accompagnée par l'utilisation renforcée de bus équipés de moteurs les plus efficaces au niveau des normes d'émissions (Euro 6 ou électrifié), et d'alternatives plus durables.

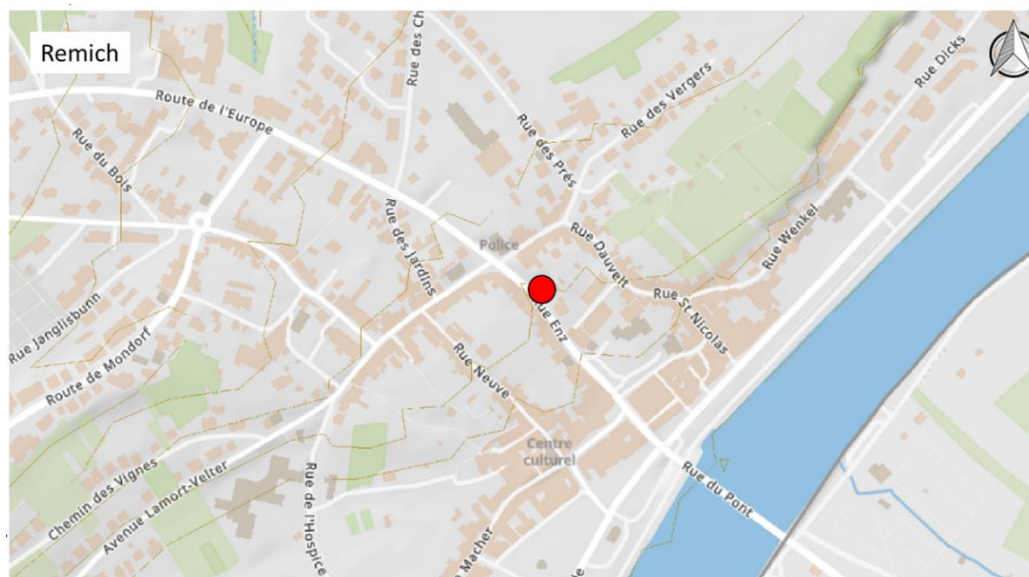
Au regard de la part élevée du diesel dans la flotte automobile nationale, le Luxembourg a repensé les dispositifs qui facilitent le passage au diesel au profit de nouveaux dispositifs moins polluants. Des technologies plus modernes telles que les voitures électriques mais aussi la dernière génération de véhicules diesel Euro 6 présentent des émissions de NOx considérablement plus faibles que les générations antérieures.

D'autres mesures, telles que la promotion de l'électrification de la flotte des véhicules et la promotion du télétravail ont été quantifiées comme mesures complémentaires. Ces mesures ont également un effet positif sur la valeur des NOx, ce qui laisse supposer que la valeur limite pourrait être atteinte plus tôt aux différents emplacements.

La multitude de mesures et d'initiatives témoignent du fait que le Luxembourg applique bien le principe de précaution en anticipant un scénario où les valeurs limites seraient révisés vers le bas.

Finalement, il faudra, pour les emplacements critiques en termes de qualité de l'air, également tenir compte de ces aspects lors de l'élaboration d'un projet d'aménagement général, qui prévoit le classement de fonds en zone d'habitation ou en toute autre zone permettant la réalisation de lieux de séjour.

9.1.3 Station de mesure télémétrique située dans la commune de Remich



Type de station : station trafic dans zone urbaine

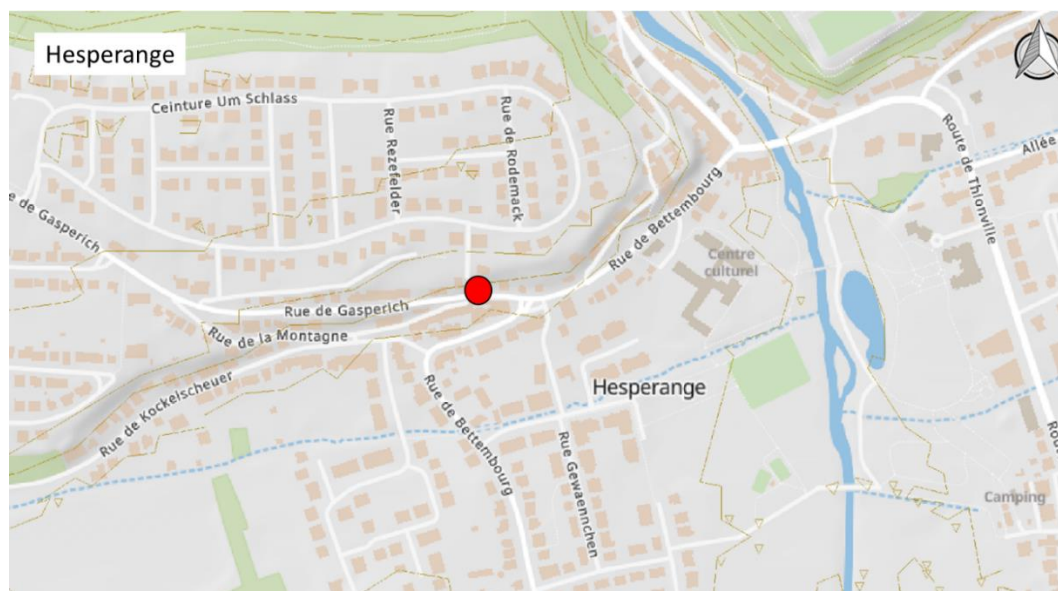
Emplacement : Adresse : 10, rue Enz ; L-5532, Remich

Coordonnées : Longitude décimale (°) 6.36702 et latitude décimale (°) 49.54563

Remarque : A cause de travaux prévus à son emplacement, la station a dû être mise hors service en août 2019. Les mesurages en NO₂ se poursuivent à l'aide de tubes passifs mis en place à l'endroit où se trouvait la station.

9.2 Emplacements des tubes passifs avec dépassement de la valeur limite annuelle pour le NO₂ en 2018

9.2.1 Commune de Hesperange

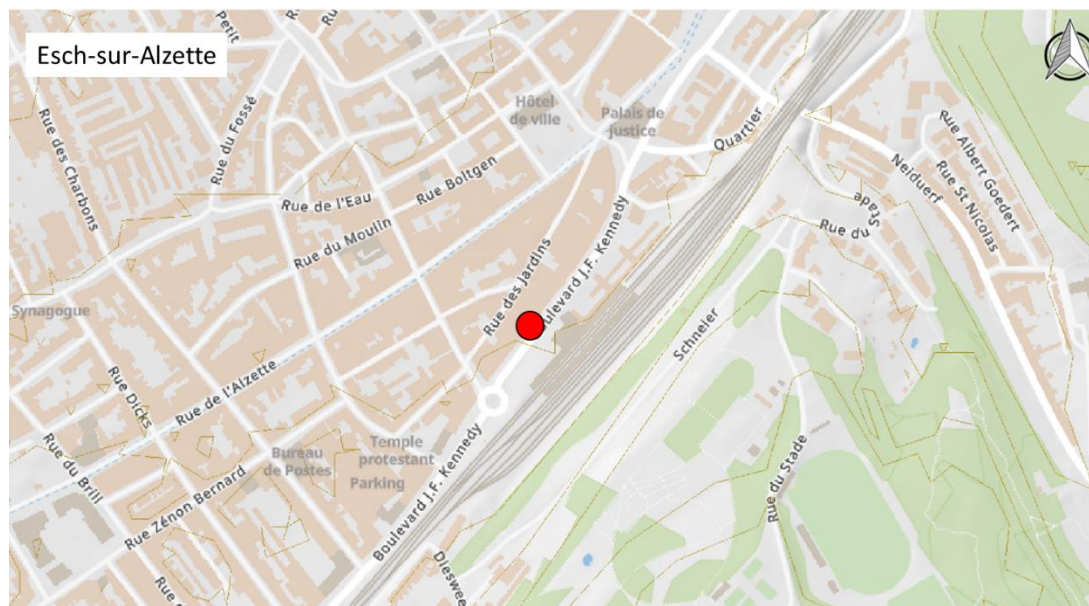


Type d'emplacement du tube passif : station trafic dans zone urbaine

Emplacement : Adresse : 8-10, rue de Gasperich ; L-5826 Hesperange

Coordonnées : Longitude décimale (°) 6.1512 et latitude décimale (°) 49.57154

9.2.2 Commune de Esch-sur-Alzette

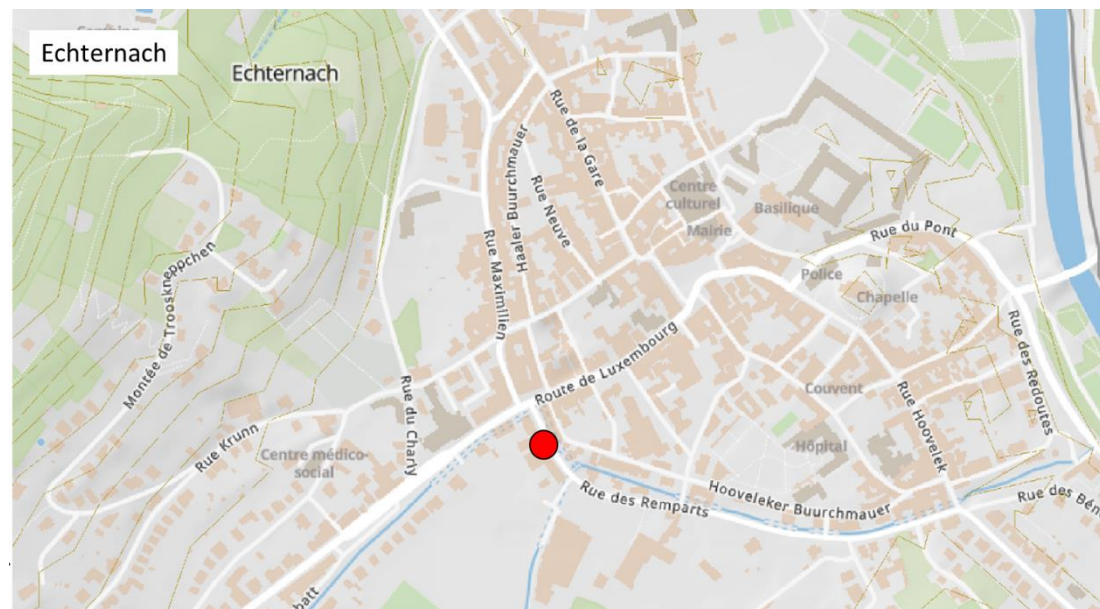


Type d'emplacement du tube passif : station trafic dans zone urbaine

Emplacement : Adresse : 50-52, Boulevard J.F. Kennedy ; L-4170 Esch-sur-Alzette

Coordonnées : Longitude décimale (°) 5.98457 et latitude décimale (°) 49.49405

9.2.3 Commune de Echternach

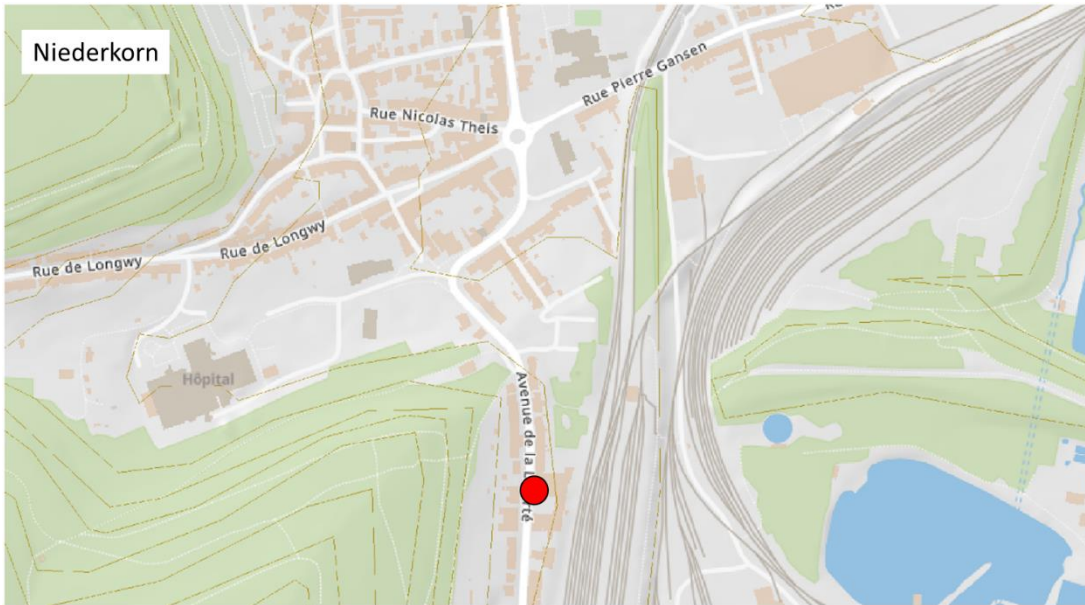


Type d'emplacement du tube passif : station trafic dans zone urbaine

Emplacement : Adresse : 57, rue des Remparts ; L-6477 Echternach

Coordonnées : Longitude décimale (°) 6.41786 et latitude décimale (°) 49.81092

9.2.4 Commune de Differdange

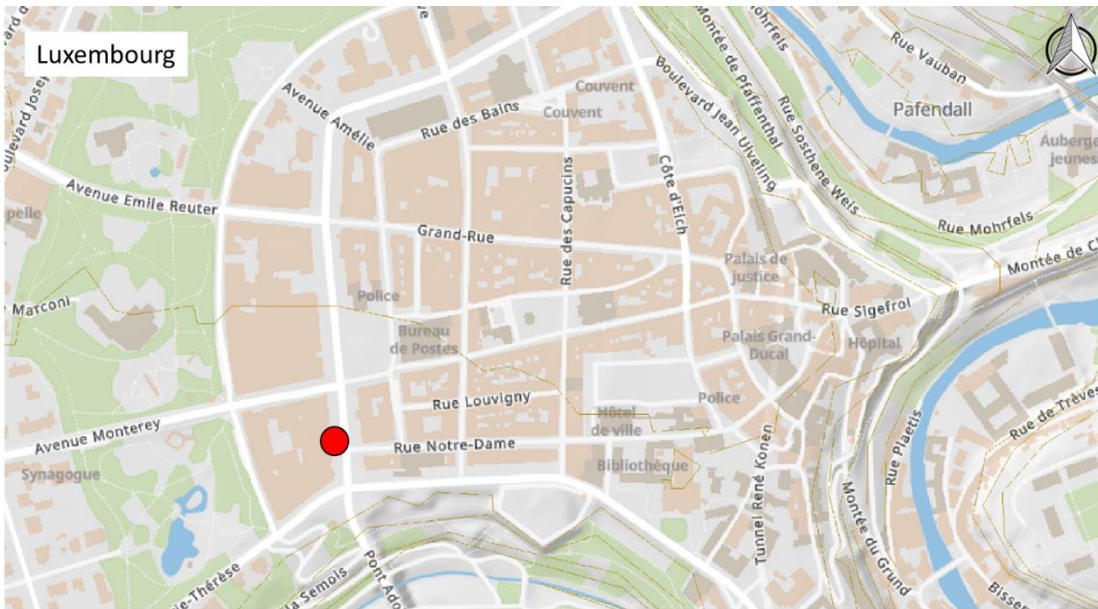


Type d'emplacement du tube passif : station trafic dans zone urbaine

Emplacement : Adresse : 144, avenue de la Liberté ; L-4602 Niederkorn

Coordonnées : Longitude décimale (°) 5.89157et latitude décimale (°) 49.53158

9.2.5 Commune de Luxembourg



Type d'emplacement du tube passif : trafic dans zone urbaine

Emplacement : Adresse : 30, Boulevard Royal ; L-2449 Luxembourg

Coordonnées : Longitude décimale (°) 6.12603 et latitude décimale (°) 49.60998