

Oxydes d'azote: définition, sources d'émission et impacts

Table des matières

1	Notions	2
1.1	Oxydes d'azote	2
1.2	Autres polluants dans l'air	2
1.3	Autres notions	2
2	Réactions des NO_x	3
2.1	Transformation en NO ₂	3
2.2	Fort taux d'ozone, en été, en raison de fortes émissions d'oxydes d'azote	3
3	Le réseau de mesure NABEL	5
4	Valeurs limites	6
4.1	Moyenne annuelle	6
4.2	Moyenne par 24 h	6
4.3	Conséquences de l'inobservation	7
5	Définition de la valeur limite annuelle pour l'indicateur d'air de ville	7
6	Les impacts du dioxyde d'azote	8
6.1	Maladies	8
6.2	Décès prématurés	9
6.3	Surfertilisation et forêts malades	9
6.4	Pertes de revenu et coûts élevés	9
7	Sources d'émission des oxydes d'azote	10
7.1	Emissions d'oxydes d'azote des véhicules diesel	10
7.1.1	Dispositifs de coupure dans les voitures diesel	11
7.1.2	Norme antipollution Euro 6d Temp	12
7.1.3	Et s'il n'y avait pas eu de fraude avec les moteurs diesel?	12
8	Pollution par l'oxyde d'azote en Suisse	13
8.1	Etat actuel des stations	14
8.2	Dépassements de la valeur limite pour la moyenne annuelle	14
8.3	Pollution par le NO ₂ le long des autoroutes	15
8.4	Pollution par le NO ₂ dans les villes	15
8.5	Dépassements de la valeur limite d'oxydes d'azote (NO _x) et de dioxyde d'azote (NO ₂) 1984-2016	16
8.6	Part en pourcentage des stations dépassant la valeur limite pour la moyenne annuelle	16
8.7	Dépassements de la valeur moyenne par 24 h	16

1 Notions

1.1 Oxydes d'azote

La désignation N_xO_y réunit tous les composés azote-oxygène.

Les oxydes d'azote contiennent des substances nocives pour la santé. En font partie:

- Les **NO_x**: gaz nitreux, somme de NO et NO₂.
- Le **NO**: monoxyde d'azote.
- Le **NO₂**: dioxyde d'azote.

Les **NO_x** émanent de la combustion de matières fossiles et se transforment en polluants au contact de l'air ambiant. En font partie:

- **L'ozone troposphérique/proche du sol O₃**: provient de la réaction de NO₂ et de radicaux peroxy sous l'effet de la lumière du soleil dans l'atmosphère.
- La **lumière du soleil**: rayonnement ultraviolet élevé.
- Les **COV**: composés organiques volatils. Composés organiques avec point d'ébullition bas. Produits par la circulation routière, entre autres.
- Les **radicaux peroxy**: sous-ensemble de COV. Réagit avec le NO au NO₂.

Le **dioxyde d'azote** réagit pendant la formation de gouttelettes avec d'autres **aérosols** dans l'air ambiant, pouvant ainsi causer une **pluie acide**. Les oxydes d'azote comptent pour environ 30% dans la formation de pluie acide.

- **Aérosols**: mélange hétérogène de particules suspendues solides ou liquides dans un gaz. Ils émanent des gaz d'échappement.
- **Pluie acide**: précipitation avec un pH de 4,2 à 4,8.

1.2 Autres polluants dans l'air

Les **NO_x** sont des polluants précurseurs des **particules fines**, également dégagées par les processus de combustion.

- **PM₁₀**: particules fines d'un diamètre maximum de 10 µm (micromètres, ou millièmes de mètre).
- **PM_{2,5}**: sous-ensemble de particules fines d'un diamètre maximum de 2,5 µm.

Autres polluants dans l'air:

- **SO₂**: dioxyde de soufre. Nettement en deçà de la limite de 30 µg/m³.
- **NH₃**: ammoniac. Nettement au-delà du niveau de charge critique de 30 µg/m³.

1.3 Autres notions

OFEV: Office fédéral de l'environnement.

Cercl'Air: Société qui regroupe des représentants des autorités et des hautes écoles suisses traitant de la protection de l'air et de la protection contre le rayonnement non ionisant.

OPair: Ordonnance sur la protection de l'air (nom entier).

SMA-E: Suivi des mesures d'accompagnement Environnement, projet de l'OFEV pour contrôler la mise en œuvre de la loi sur le transfert et l'efficacité des mesures d'accompagnement.

NABEL: Réseau national d'observation des polluants atmosphériques.

RDE: *Real Drive Emissions*, émissions en conditions de conduite réelle.

OMS: Organisation mondiale de la santé.

2 Réactions des NO_x

Les NO_x émanent directement de la combustion de biomasse et de carburant. Après quelques secondes à l'air libre, le NO toxique, incolore et inodore produit du NO₂, toxique lui aussi. A forte concentration, ce gaz irritant présente une teinte brun rougeâtre; son odeur est piquante.

2.1 Transformation en NO₂

Le monoxyde d'azote NO réagit avec l'oxygène présent dans l'air ambiant pour se transformer en dioxyde d'azote NO₂.

Réaction du NO dans l'air: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$

Réaction à l'ozone (O₃) proche du sol

Sous l'effet d'une augmentation du rayonnement UV du soleil, le dioxyde d'azote se transforme en monoxyde d'azote, précurseur de l'ozone.

1) $\text{NO}_2 \rightarrow \text{rayonnement UV} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$

2) $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$

L'ozone est simultanément redécomposé par le NO.

3) $\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

Dans les couches d'air proches du sol apparaissent des radicaux peroxydes (RO₂) qui, avec le NO, se transforment de nouveau en NO₂. Puis le NO₂ se retransforme en O₃.

4) $\text{NO} + \text{RO}_2 \rightarrow \text{NO}_2$

Ces processus se répètent et aboutissent ainsi à une augmentation du taux d'ozone pendant l'été.

2.2 Fort taux d'ozone, en été, en raison de fortes émissions d'oxydes d'azote

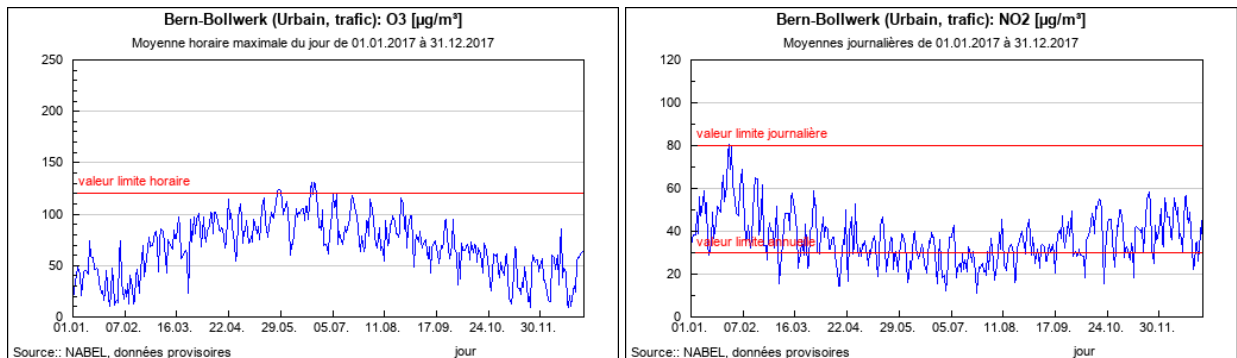
Sous l'influence du rayonnement UV, le NO₂ se décompose en ozone. De fortes émissions d'oxydes d'azote provoquent ainsi une pollution de l'air par le NO₂ ainsi que par l'ozone. En été, avec un rayonnement UV et des températures plus élevées, le NO₂ se décompose encore plus rapidement en ozone.

Une forte émanation d'oxydes d'azote cause donc:

- en **hiver**, une **pollution importante par le NO₂**;
- en **été**, une **pollution importante par l'ozone**.

Une autre raison de la plus forte pollution par le NO₂ en hiver est l'augmentation des émanations de NO_x provenant des voitures diesel lorsque la température de l'air est basse (cf. p. 11).

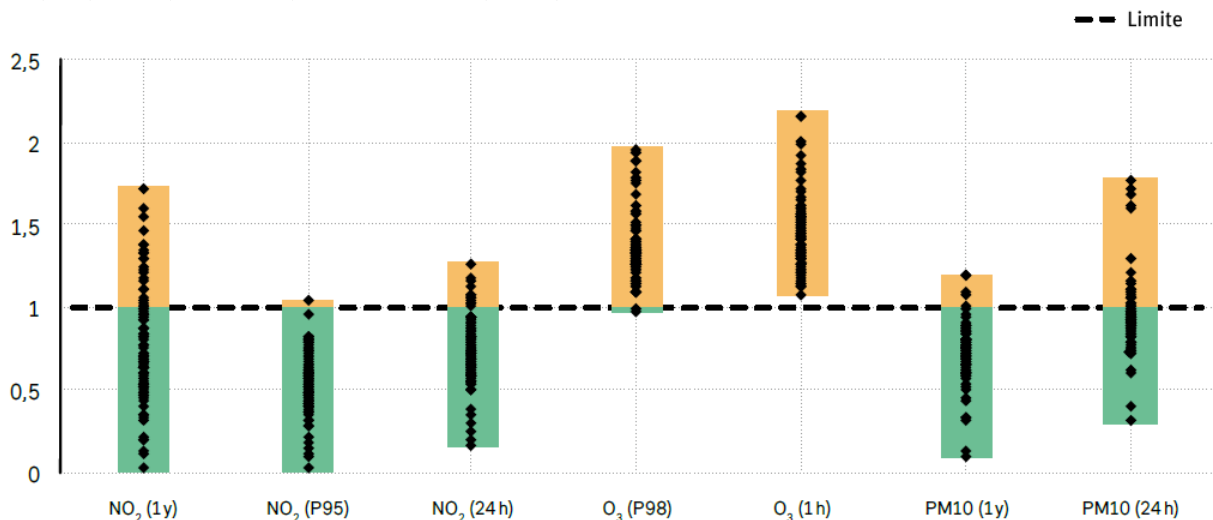
Evolution contraire du taux de NO₂ et des taux d'ozone



Au cours des mois à fort rayonnement solaire, on mesure nettement moins de NO₂ (graphique de droite), d'où un surcroît d'O₃ (graphique de gauche). L'augmentation d'O₃ et la diminution de NO₂ évoluent presque parallèlement en été. (Graphiques: extraction de données NABEL.)

Alors que de nombreux polluants atmosphériques – par exemple le dioxyde de soufre (SO₂) ou le monoxyde de carbone (CO) – ne jouent qu'un rôle mineur en Suisse, les **limites de pollution de l'air demeurent régulièrement dépassées en ce qui concerne le NO₂, l'ozone et les particules fines**. Des émissions trop élevées d'oxydes d'azote contribuent à ces trois problèmes.

Graphique « Aperçu des polluants atmosphériques en 2016 »



Aperçu des concentrations de polluants en 2016 par rapport aux valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air. Les points noirs correspondent pour les différentes stations NABEL aux valeurs mesurées divisées par les valeurs limites d'immission. Pour les moyennes à court terme, on prend en compte la deuxième valeur maximale, car l'Opair tolère un dépassement (OFEV 2017).

3 Le réseau de mesure NABEL

Les composés **NO** et **NO₂** sont importants pour mesurer la **propreté de l'air**.

Le Réseau national d'observation des polluants atmosphériques NABEL de l'OFEV s'est mis en place progressivement depuis 1979. Ses stations mesurent les taux de polluants déterminants en matière de santé publique. Elles se trouvent dans **16 endroits spécifiques** du pays:

Tableau des emplacements de NABEL

Abrév.	Emplacement	Contexte	Caractéristique
BAS	Basel-Binningen	Suburbain	-
BER	Bern-Bollwerk	Urbain	Trafic
CHA	Chaumont	Rural	A plus de 1000 m d'alt.
DAV	Davos-Seehornwald	Rural	A plus de 1000 m d'alt.
DUE	Dübendorf-Empa	Suburbain	-
HAE	Härkingen-A1	Rural	Autoroute
JUN	Jungfraujoch	Haute montagne	-
LAU	Lausanne-César-Roux	Urbain	Trafic
LAE	Lägeren	Rural	A moins de 1000 m d'alt.
LUG	Lugano-Università	Urbain	-
MAG	Magadino-Cadenazzo	Rural	A moins de 1000 m d'alt.
PAY	Payerne	Rural	A moins de 1000 m d'alt.
RIG	Rigi-Seebodenalp	Rural	A plus de 1000 m d'alt.
SIO	Sion-Aéroport-A9	Rural	Autoroute
TAE	Tänikon	Rural	A moins de 1000 m d'alt.
ZUE	Zürich-Kaserne	Urbain	-

Source: (OFEV, 2017).

4 Valeurs limites

En ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO₂), l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) fixe différentes valeurs limites d'immission:

1. Moyenne annuelle.
2. Moyenne par 24 h.

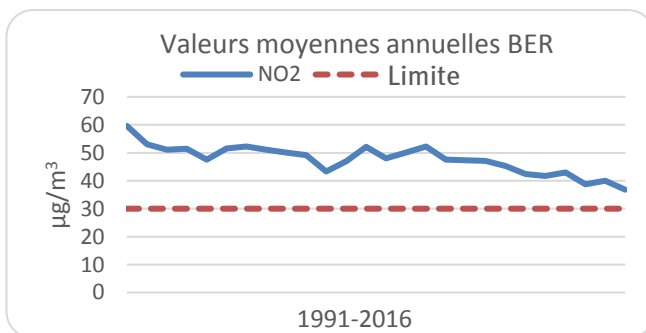
4.1 Moyenne annuelle

Les valeurs collectées pendant l'année ne doivent pas excéder la limite de:

30 µg/m₃

en moyenne annuelle.

Quatre stations de mesure NABEL sur seize dépassent cette limite sans interruption depuis 1991 (Lausanne, Härkingen, Berne, Sion).



Graphique de la moyenne annuelle à Bern-Bollwerk

Pendant la période 1991-2016, la moyenne annuelle du taux de NO₂ a dépassé en permanence la valeur limite OPair. La station Bern-Bollwerk est l'une des quatre ayant outrepassé la valeur moyenne annuelle sans interruption au cours des 25 dernières années.

4.2 Moyenne par 24 h

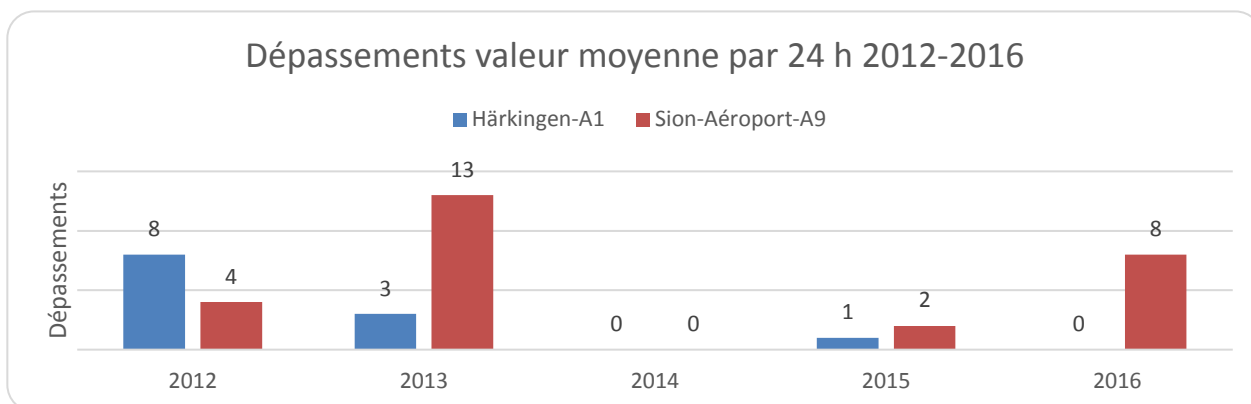
La moyenne des valeurs horaires ne doit pas excéder:

80 µg/m₃

sur une durée de 24 heures.

Cette valeur peut être dépassée **tout au plus une fois par an**. Dans les régions rurales proches d'une autoroute (Härkingen, Sion), elle est outrepassée plusieurs fois par an.

Dépassements de la valeur moyenne par 24 h aux stations rurales proches d'une autoroute



En 2016, la station Sion-Aéroport-A9 a outrepassé à huit reprises la limite par 24 h, alors que la loi n'autorise cela qu'une fois par année.

4.3 Conséquences de l'inobservation

Lors de dépassement des limites, les **risques augmentent** pour la santé humaine et l'environnement (cf. chapitre 6 Impacts, à partir de la p. 8). Pourtant, les dépassements des valeurs limites d'oxydes d'azote restent sans réaction notable de la part des autorités, en Suisse. Même les dépassements de la moyenne par 24 h ne suscitent pas de réaction politique, par exemple des restrictions temporaires du trafic routier au moyen de l'interdiction de rouler pour certaines catégories de véhicules ou des réductions de la vitesse.

Des **dépassements réguliers de la limite** obligent les autorités cantonales à **produire un plan d'action**. Ces plans sont valables pour plusieurs années et indiquent les moyens par lesquels le canton vise à améliorer la qualité de l'air. Les possibilités d'action à l'échelle cantonale sont limitées en matière de circulation, alors que celle-ci est justement cruciale pour la pollution par les oxydes d'azote. Il n'est pas possible d'adopter des dispositions à efficacité directe (interdiction de circulation aux véhicules fortement polluants ou instauration de systèmes de péage routier), car la base juridique nécessaire fait défaut à l'échelon fédéral.

En outre, ni les cantons ni la Confédération n'ont d'influence sur la détermination des normes antipollution des véhicules: cela est du ressort de l'UE, de même que le choix des méthodes pour en contrôler le respect. La Suisse reprend les normes antipollution en vertu des traités bilatéraux. Ne faisant pas partie de l'UE, elle ne peut pas participer à leur élaboration.

5 Définition de la valeur limite annuelle pour l'indicateur d'air de ville

L'installation lumineuse de l'indicateur d'air de ville montre si la concentration de NO₂ à la station de mesure NABEL Bern-Bollwerk se situe au-dessus (rouge) ou au-dessous (vert) de 30 µg/m³, c'est-à-dire la limite fixée en moyenne annuelle, et cela pour une bonne raison:

La **pollution par le NO₂ à l'emplacement** de l'indicateur d'air de ville est constamment trop élevée. **Depuis le début des mesures** et jusqu'à maintenant, la concentration moyenne de NO₂ s'est située **chaque année** au-delà de la limite. Chaque heure pendant laquelle la concentration de NO₂ est supérieure à 30 µg/m³ voit diminuer les chances de faire passer la moyenne annuelle sous le seuil considéré comme nuisible. Si l'indicateur d'air de ville ne signalait que les dépassements de la limite

pour la valeur moyenne par 24 h, la concentration de NO₂ – continuellement trop élevée – pourrait être mal interprétée et suggérer, de manière erronée, que la qualité de l'air serait bonne à cet emplacement, puisque cette limite n'aurait jamais été dépassée au cours des dernières années.

Des milliers de personnes travaillent et/ou habitent à proximité directe de la station de mesure Bern-Bollwerk. Peu leur importe que la moyenne par 24 h soit respectée si la moyenne annuelle ne l'est pas. **Jour après jour, année après année, ces personnes respirent une forte concentration de NO₂ nocive pour la santé.** Encore plus de gens se déplacent chaque jour à pied, à vélo, en transports publics ou en voiture dans le quartier de Bollwerk. Eux aussi subissent régulièrement une trop forte exposition au NO₂, même si c'est sur une courte durée.

La station de mesure Bern-Bollwerk est représentative de nombreuses autres stations placées en des endroits où la circulation est intense. A Bollwerk comme pour d'autres stations de mesure comparables en Suisse, la valeur limite annuelle de pollution par le NO₂ est dépassée chaque année. En d'autres lieux à fort trafic, de nombreuses personnes subissent constamment une concentration de NO₂ dont le taux affecte la santé. Voir informations détaillées à ce sujet au chapitre 8, à partir de la p. 13.

La ville de Berne dispose de son propre réseau de mesure de la pollution par les oxydes d'azote. Certaines stations de mesure montrent des valeurs moyennes annuelles inférieures à la limite. Rien d'étonnant quand on sait que ces stations se trouvent dans des zones habitées rurales et avec peu de circulation.

6 Les impacts du dioxyde d'azote

Les oxydes d'azote:

- nuisent à la santé et réduisent l'espérance de vie;
- sont nocifs pour les forêts et la nature;
- portent préjudice à l'agriculture.

6.1 Maladies

Les oxydes d'azote provoquent des maladies ou aggravent des symptômes existants qui affectent les poumons et les voies respiratoires. Les impacts négatifs du NO₂ touchent particulièrement les personnes qui travaillent en plein air ou y pratiquent des activités.

Impacts d'une forte concentration sur un court laps de temps:

- affections du système respiratoire;
- inflammations.

Effets d'une forte ou d'une faible concentration en cas d'exposition prolongée:

- maladies chroniques par inhalation;
- cancer des poumons;
- maladies cardiovasculaires;
- accidents vasculaires cérébraux;
- malformations chez les nouveau-nés.

Etude du suivi des mesures d'accompagnement Environnement 2015:

- les enfants vivant à moins de **200 m d'une autoroute** souffrent plus souvent d'asthme (10% des enfants examinés présentaient des symptômes **d'asthme et de maladies pulmonaires**);

- les taux étaient **notablement inférieurs** en dehors de la zone.

6.2 Décès prématurés

Selon l’OMS, le NO₂ cause environ 72’000 décès précoces chaque année en Europe.

L’OFEV a déterminé que l’état actuel de l’air (pollution atmosphérique en général), en Suisse, a les conséquences suivantes:

- 3’000 **décès prématurés** par an, dont 300 d’un **cancer des poumons**;
- cause de 5% de tous les décès;
- plus de **2’000 personnes hospitalisées** chaque année;
- **20’000 jours d’hospitalisation** par an en raison de maladies respiratoires et du système cardio-vasculaire;
- **cumul de 4’500’000 jours** (= 12’328 ans), chaque année, pendant lesquels des personnes ne peuvent exercer leur activité habituelle à cause de la pollution atmosphérique;
- **frais de santé > 4 milliards de francs** (environ 5% du total des coûts de la santé en Suisse).

6.3 Surfertilisation et forêts malades

Le NO₂ retombe dans les forêts avec la **pluie**, s’y dépose en **poussière fine** ou s’y répand sous la forme d’**ammoniac gazeux**. Cela peut causer une **surfertilisation** de l’environnement.

Sont **menacés**:

- les forêts;
- les prairies naturelles;
- les pelouses sèches;
- les landes alpines;
- les hauts et bas-marais;
- les espèces végétales adaptées aux espaces vitaux pauvres en substances nutritives.

Plus de 55% des écosystèmes semi-naturels souffrent des apports d’azote élevés liés au NO₂ et à l’ammoniac.

Impact du **NO₂** sur les **arbres**:

- croissance accélérée, mais **malsaine**;
- aiguilles et feuilles plus fragiles;
- vulnérabilité accrue aux ravageurs;
- **stabilité réduite**;
- densité réduite du bois.

Ces effets **fragilisent les arbres** et les font **casser ou tomber**.

6.4 Pertes de revenu et coûts élevés

La pollution atmosphérique par l’ozone proche du sol (produit par le NO₂), contribue à des **pertes de revenu** pouvant atteindre **15% dans l’agriculture**. Rien que dans le canton de Zurich, on a estimé à 12 millions de francs les dommages liés à des pertes de récoltes en 2016.

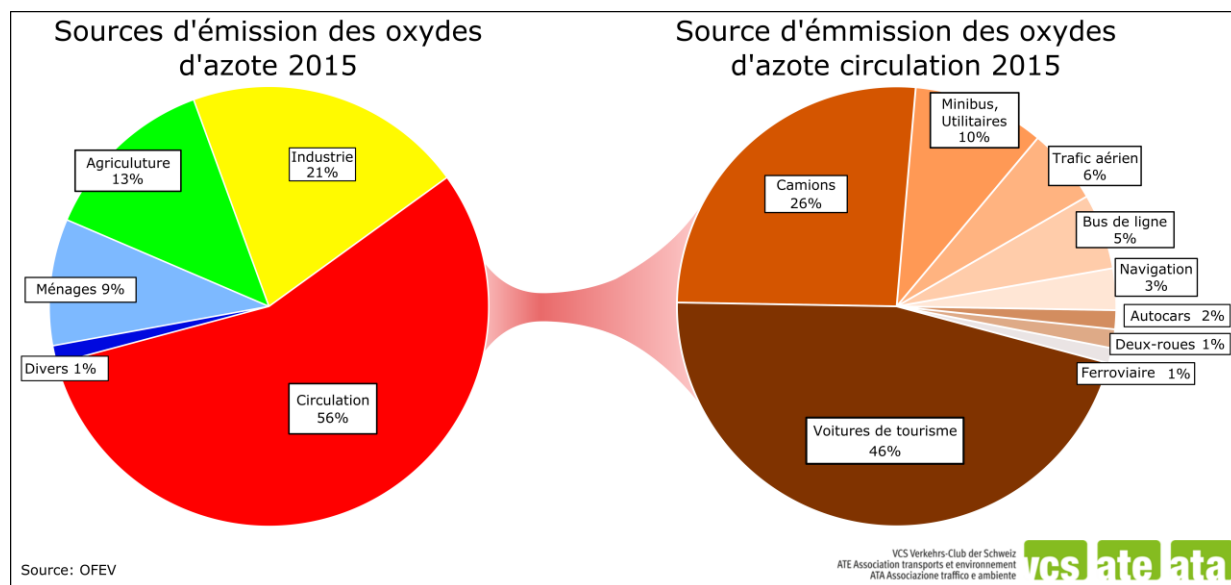
Les **pluies acides** – à la formation desquelles les oxydes d’azote contribuent notablement, cf. p. 2 – causent en outre des dommages aux:

- bâtiments;

- monuments;
- façades.

En 2015, la pollution atmosphérique a coûté 11 milliards de francs à la Suisse (environ 1,6% du PIB).

7 Sources d'émission des oxydes d'azote



Les transports sont la cause principale de pollution par les oxydes d'azote en Suisse. Et près de la moitié des émissions dues au transport sont imputables aux voitures de tourisme à motorisation diesel.

7.1 Emissions d'oxydes d'azote des véhicules diesel

La principale source d'émissions d'oxydes d'azote est le trafic routier. Les moteurs diesel, en particulier, rejettent beaucoup de ce gaz. Pour réduire les émanations d'oxydes d'azote, les normes antipollution ont fait l'objet de renforcements constants au cours des dernières années.

Les véhicules utilitaires lourds (camions) respectent généralement les limites strictes. En outre, au moyen d'incitations financières, la redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations (RPLP) encourage le remplacement rapide des véhicules anciens les plus polluants.

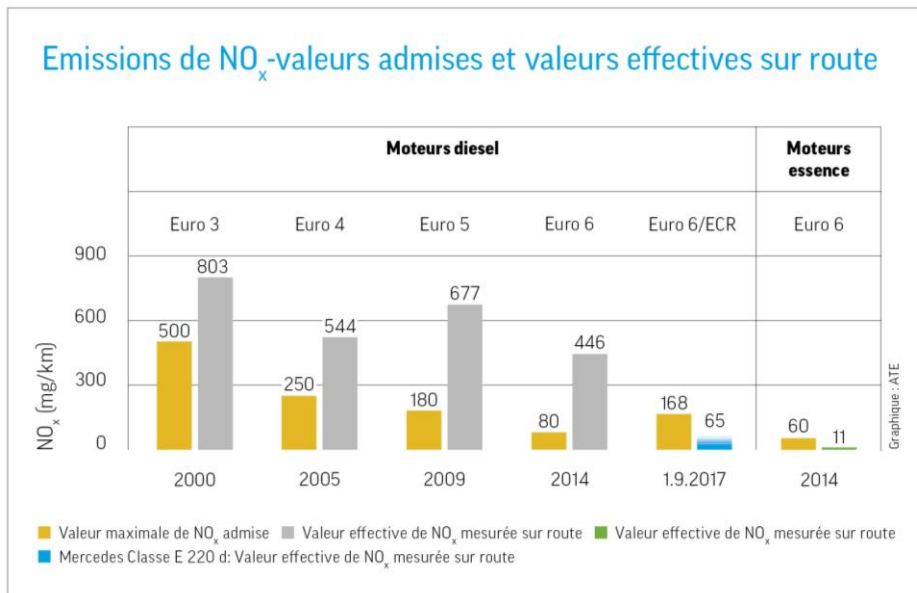
Norme Euro 6 pour moteurs diesel:

- dès l'année de construction 2014;
- limite d'émissions de NO_x: 80 mg/km;
- émissions moyennes réelles des voitures diesel Euro 6: **400 mg/km**;
- essor du diesel pour les voitures de tourisme: 26% de part de marché en 2004, 39% en 2015.

La part de marché des voitures diesel recule depuis 2016 en raison du scandale des gaz d'échappement.

7.1.1 Dispositifs de coupure dans les voitures diesel

En ce qui concerne les **voitures de tourisme**, des normes antipollution plus sévères n'ont pas permis une réduction proportionnelle de la pollution. Les valeurs limites étaient généralement respectées lors des **tests de gaz d'échappement en laboratoire**, tels que prescrits pour la réception par type. Or, les fabricants désactivent l'épuration de gaz d'échappement dans de nombreuses conditions qui ne se produisent pas pendant les tests en laboratoire. La production d'oxydes d'azote sur les routes est donc 5 fois plus élevée qu'en laboratoire, en moyenne.



Le graphique démontre que pour les voitures de tourisme, la réduction des valeurs limites d'émissions de NO_x n'a pas abouti à une baisse proportionnelle du rejet de substances polluantes. Les émissions en conditions réelles d'utilisation dépassent notablement les limites de NO_x. Depuis septembre 2017, un renforcement des tests antipollution devrait permettre de diminuer considérablement les émissions d'oxydes d'azote des nouveaux modèles diesel. Jusqu'alors, le seul modèle satisfaisant la norme Euro 6/RDE est la Mercedes Classe E 220 d.

Les constructeurs profitent ici d'une faille dans la législation européenne. Celle-ci stipule que « les mesures techniques adoptées par le constructeur doivent être telles qu'elles garantissent une limitation effective des émissions (...) dans des conditions d'utilisation normales ». Les dispositifs d'invalidation qui réduisent l'efficacité des systèmes de contrôle des émissions sont interdits. Toutefois, l'interdiction « ne s'applique pas lorsque le besoin du dispositif se justifie en termes de protection du moteur contre les dégâts ». Les constructeurs se servent de cette possibilité pour restreindre, voire interrompre le post-traitement des gaz d'échappement, dépassant ainsi les limites d'émissions d'oxydes d'azote. Parmi les situations connues pour désactiver l'épuration des gaz d'échappement, on peut citer:

- une température inférieure à un certain niveau (par ex. jusqu'à 17° C);
- un fonctionnement pendant plus de 22 minutes (le test en laboratoire dure 20 minutes);
- une altitude supérieure à 850 mètres (le laboratoire d'essai le plus haut se trouve à 700 m).

De nombreux constructeurs privilégient en particulier la coupure de l'épuration des gaz d'échappement lors de température inférieure à 20 degrés Celsius. Cela contribue – outre à une décomposition plus

rapide du NO₂ en ozone (cf. p. 3) – à une pollution par le NO₂ bien plus élevée pendant le semestre d'hiver qu'à la belle saison.

7.1.2 Norme antipollution Euro 6d Temp

La nouvelle norme antipollution Euro 6d Temp est entrée en vigueur en septembre 2017. Elle n'a pas été l'occasion d'adapter les valeurs limites de polluants, mais les procédures de test: pour la première fois, les émissions de polluants font l'objet d'une analyse aussi bien sur le banc dynamométrique (en laboratoire) qu'avec un appareil de mesure mobile sur route (test RDE = Real Drive Emission).

Il devient ainsi plus difficile pour les constructeurs de jouer avec les valeurs limites de gaz d'échappement. Il faudra toutefois attendre septembre 2019 pour que toutes les voitures diesel vendues en Suisse satisfassent la nouvelle norme antipollution.

Informations supplémentaires sur les voitures diesel et leurs émissions d'oxydes d'azote:

- sur le site web de l'ATE: www.ate.ch/politique/campagnes-actuelles/tromperie-demission;
- sur le site web de l'Ecomobiliste: www.ecomobiliste.ch.

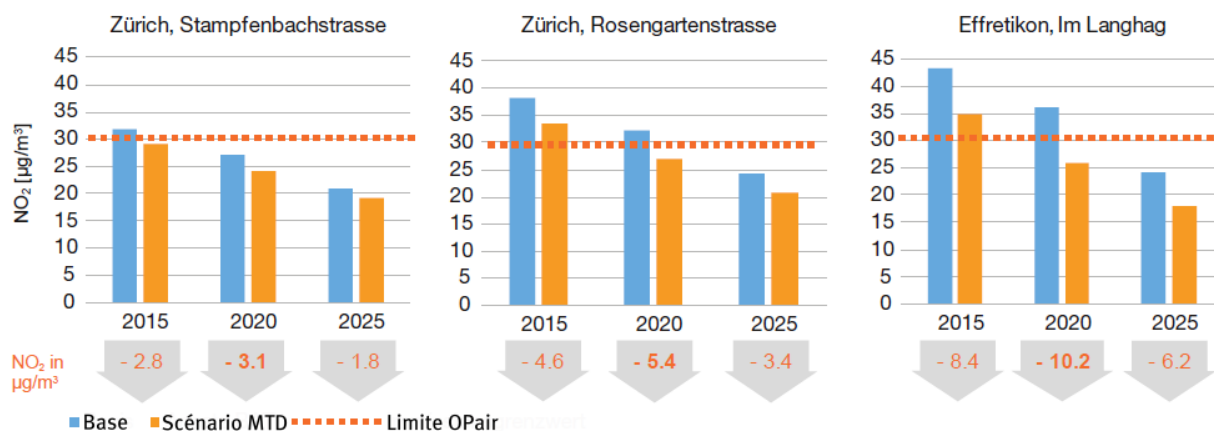
7.1.3 Et s'il n'y avait pas eu de fraude avec les moteurs diesel?

Une étude de la Direction des travaux publics du canton de Zurich a procédé à une estimation des émissions potentielles de NO₂ avec différentes approches:

- L'approche « **MTD** » (BAT): comment les émissions auraient-elles évolué si les véhicules avaient respecté les normes antipollution Euro 5 et 6 avec la « meilleure technique disponible », c'est-à-dire s'ils ne rejetaient que des oxydes d'azote conformément à la norme Euro 6d pour les voitures de tourisme et Euro 6 pour les véhicules utilitaires?
- L'approche « **Base** »: équipement actuel des véhicules.

Les émissions pronostiquées pour les années 2020 et 2025 avec « MTD » sont déjà inférieures de 50% à celles de « Base ». Revenant en 2015, cela aurait en tout cas permis 33% d'émissions en moins. Sur certains sites où la pollution par le NO₂ est aujourd'hui supérieure à la limite annuelle, elle aurait été en deçà de cette limite.

Evolution de la situation des émissions de NO₂ sur trois sites du canton de Zurich



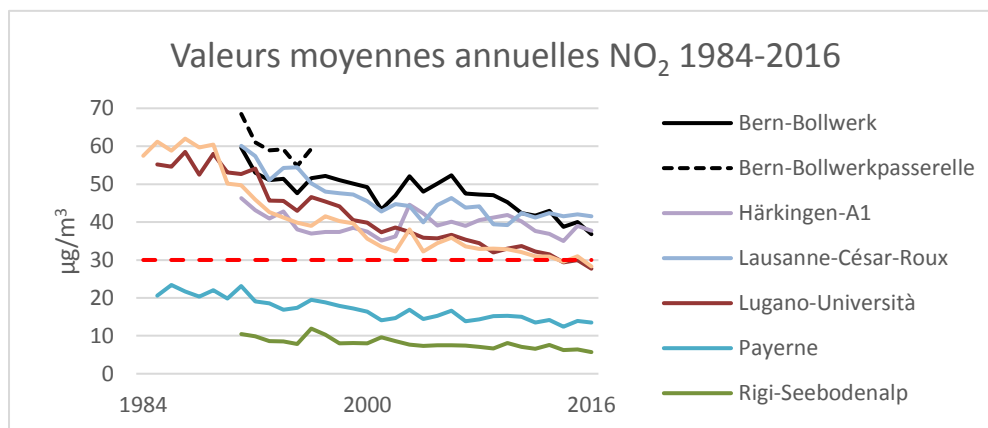
En fonction du site, il faudrait compter – pour le scénario « MTD » – avec 3 à 10 µg/m³ d'émissions de NO₂ en moins qu'avec le scénario « Base ».

8 Pollution par l'oxyde d'azote en Suisse

- Amélioration au cours des 30 dernières années, valeurs limites toutefois régulièrement dépassées.
- Zones urbaines et zones rurales proches d'une autoroute particulièrement touchées.

Depuis le début des mesures:

- Diminution de 51-60% du NO_x.
- Diminution de 40 à 54% du NO₂.



La plupart des stations de mesure montrent, depuis le milieu des années 1980, une nette diminution des émissions de NO₂. Cependant, cette baisse stagne depuis un peu plus de 10 ans. La raison en est l'essor de la mise en circulation de voitures diesel et le fait que ces véhicules rejettent notablement plus d'oxydes d'azote que le permettraient les valeurs limites d'émissions.

8.1 Etat actuel des stations

Outre le réseau NABEL, d'autres stations de mesure contrôlent la qualité de l'air ambiant en Suisse, par exemple celles du **suivi des mesures d'accompagnement Environnement. La Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air ambiant « Cercl'Air »** compile les résultats des mesures nationales, régionales et communales.

Au total, 89 stations pour les oxydes d'azote

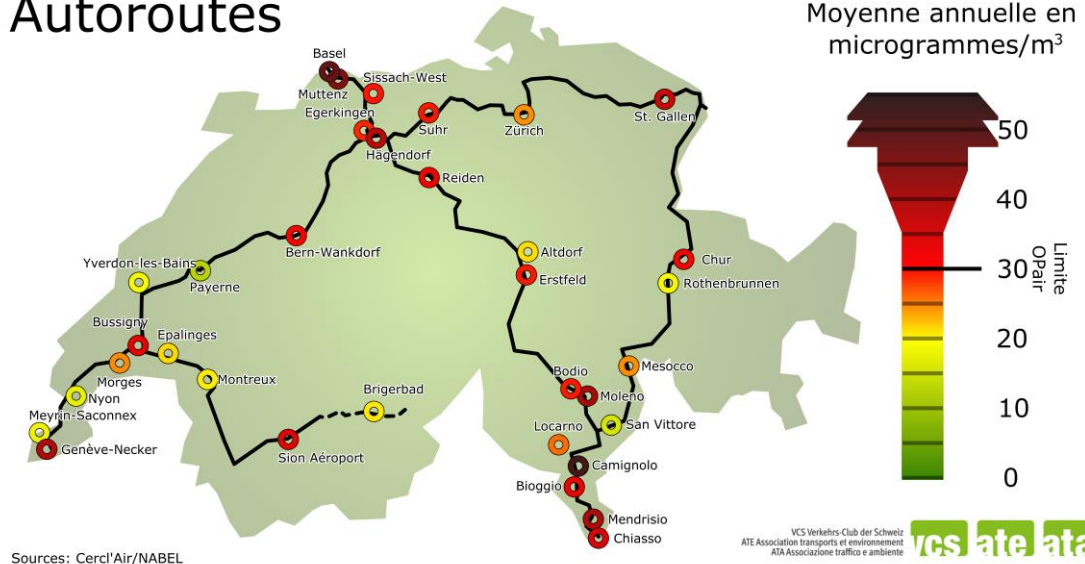
- Les emplacements changent sans cesse.

8.2 Dépassements de la valeur limite pour la moyenne annuelle

- **Près de 25% des stations ont dépassé** en 2016 la valeur limite pour la moyenne annuelle.
- **Les plus forts dépassements se sont produits le long de l'A2:** 8 des 23 stations de mesure ont enregistré des dépassements (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$):
Camignolo (52), MuttENZ-Hard-A2 (48,6), Basel-Feldbergstrasse (44,4);
autres dépassements sur l'A2: Moleno-A2, Mendrisio-A2, Bioggio, Chiasso, Reiden-A2.

8.3 Pollution par le NO₂ le long des autoroutes

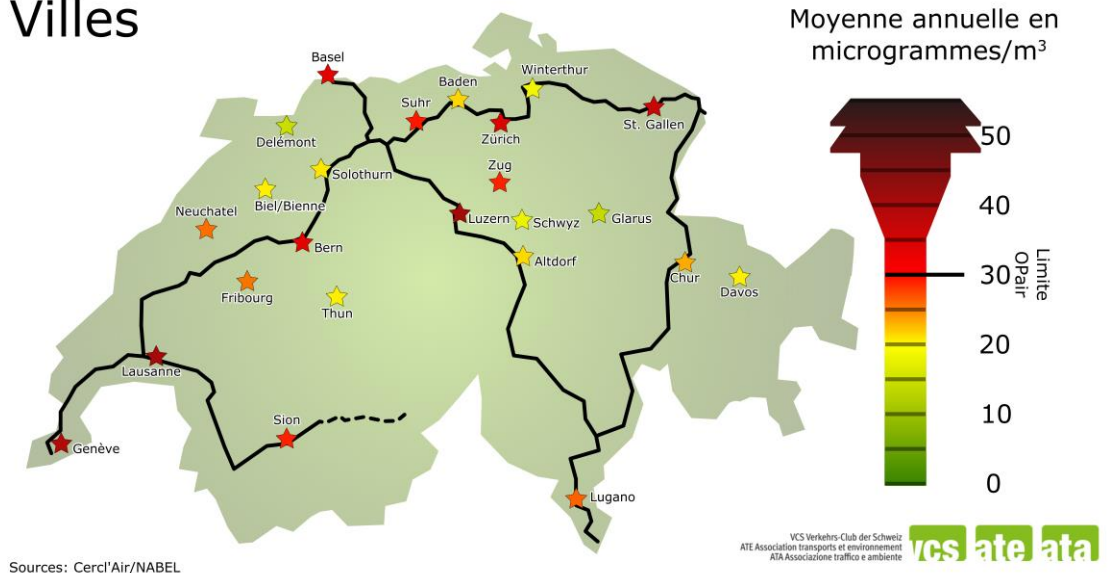
Autoroutes



Le long des autoroutes, on constate souvent aussi des dépassements des limites dans les zones rurales. Dans les villes, le trafic urbain vient augmenter la pollution.

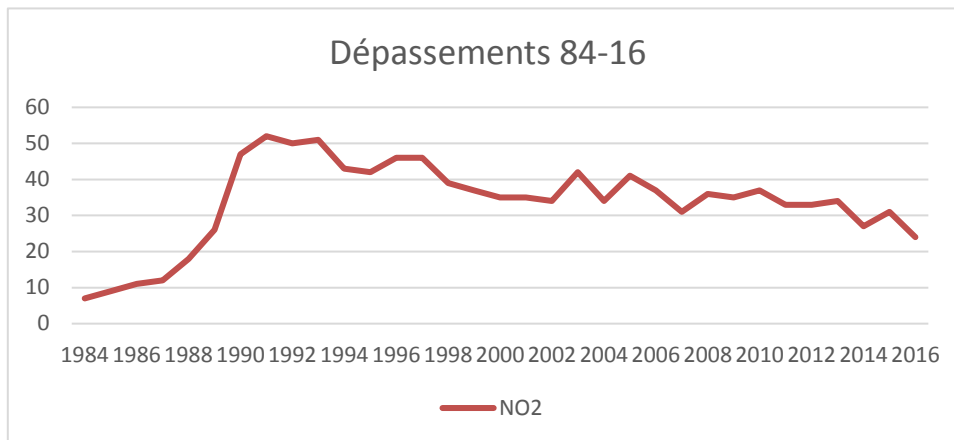
8.4 Pollution par le NO₂ dans les villes

Villes



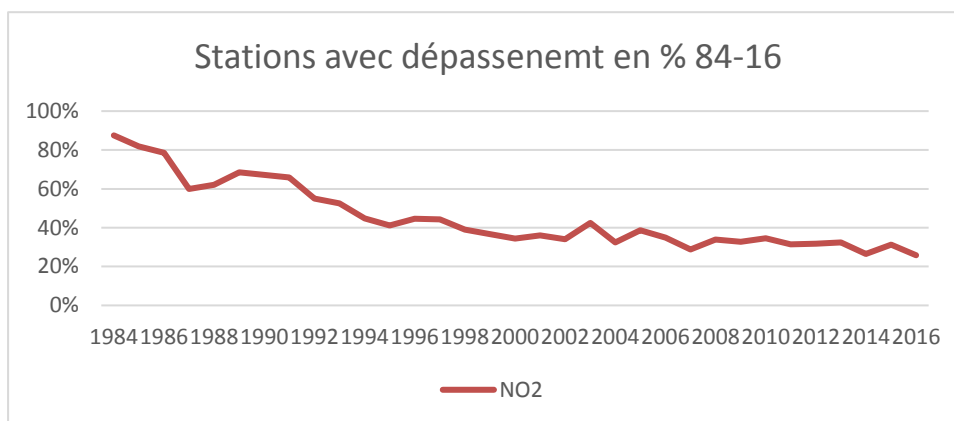
Au centre des villes, la limite est souvent dépassée en ce qui concerne la moyenne annuelle de la pollution par le NO₂. Quelques grandes villes mesurent les valeurs de NO₂ à plusieurs endroits; du coup, le dépassement moyen est plus bas que si les mesures n'avaient lieu qu'au centre-ville.

8.5 Dépassements de la valeur limite d'oxydes d'azote (NO_x) et de dioxyde d'azote (NO₂) 1984-2016



Le nombre de dépassements évolue différemment. Pour les mesures de NO₂, on peut constater un net recul depuis le début des années 1990.

8.6 Part en pourcentage des stations dépassant la valeur limite pour la moyenne annuelle



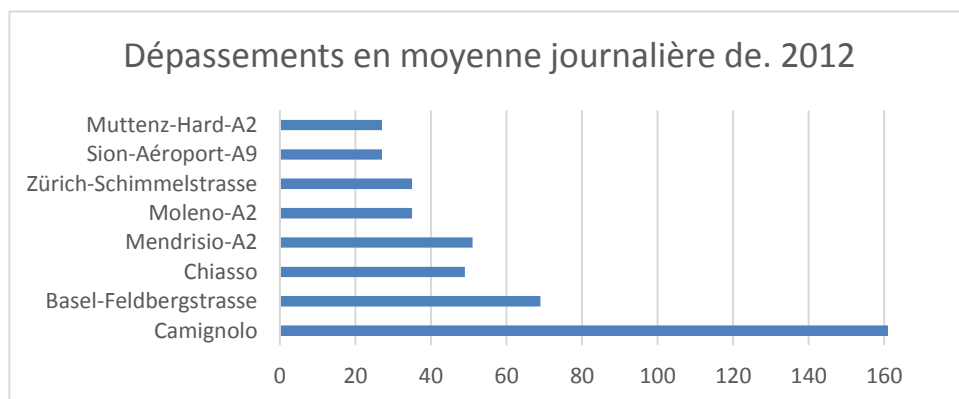
Le graphique montre que le pourcentage des stations qui dépassent la valeur limite pour la moyenne annuelle de NO₂ a reculé depuis le milieu des années 1980. Depuis la fin des années 1990, la part a fluctué entre 20 et 40%.

8.7 Dépassements de la valeur moyenne par 24 h

Depuis 2012, les stations de mesure nationales et cantonales enregistrent régulièrement des dépassements de la valeur limite:

- **tendance à la baisse;**
- **280 dépassements** dans des zones **urbaines;**
- **241 dépassements** dans des zones rurales à **fort trafic;**
- Camignolo (TI, près de l'A2): 161 dépassements.

Graphique des dépassements



Les zones urbaines ou rurales proches d'une autoroute subissent la plupart des dépassements de la valeur limite pour la moyenne journalière ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). On constate, là aussi, une pollution plus importante aux stations de mesure placées le long de l'A2.