

## INDICATEUR :

# EMISSION DE SUBSTANCES ACIDIFIANTES OU POTENTIELLEMENT ACIDIFIANTES (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> ET NH<sub>3</sub>)

## THEME : AIR

---

### 1 INTERET ET ELEMENTS D'INTERPRETATION DE L'INDICATEUR

#### Question posée par l'indicateur :

Quelle est l'évolution des émissions de substances acidifiantes et potentiellement acidifiantes (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub>) au sein de la Région bruxelloise ? La Région respecte-t-elle les plafonds imposés ?

#### Contextualisation de l'indicateur :

Le phénomène d'acidification est à la base un phénomène naturel (émissions soufrées des volcans, gaz libéré par l'activité de certaines bactéries dans le sol lors de la décomposition de matière organique, ...), mais qui a été amplifié par les émissions de substances acidifiantes par les activités humaines (production d'électricité et chauffage urbain (SO<sub>2</sub>), transport routier (NO<sub>x</sub>), combustion dans l'industrie (NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub>), agriculture (NH<sub>3</sub>), ...).

Le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, les oxydes d'azote NO<sub>x</sub> et l'ammoniac NH<sub>3</sub> sont les trois substances qui contribuent principalement au phénomène d'acidification (le HCl, le HF ainsi que d'autres substances participent également au phénomène d'acidification, mais leurs émissions sont plus faibles).

Ces trois polluants atmosphériques peuvent en effet se transformer en substances acides ou potentiellement acides suite à des réactions chimiques qui se déroulent :

- soit lorsque ces polluants sont encore dans l'atmosphère
- soit lors de leur déposition au sol ou dans les milieux aquatiques.

Dans ce dernier cas, les retombées se font :

- soit sans modification chimique (sédimentation sèche : gaz et poussières)
- soit sous forme de composés acides (acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, acide nitrique HNO<sub>3</sub> et sels d'ammonium) dissous dans les précipitations (pluies, neige et brouillard). On parle alors de retombées humides.

Notons toutefois que l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), qui joue un rôle dans l'acidification après transformation (il se combine avec une molécule d'eau pour former un cation ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et en un anion hydroxyde OH<sup>-</sup>), est une substance potentiellement acidifiante et non acidifiante car son potentiel d'acidification dépend des concentrations en ammonium et en bicarbonates de l'eau. L'acidification des eaux de surface a ainsi lieu lorsque les apports d'acide des précipitations sont trop importants ou lorsque le pouvoir tampon de l'eau est trop faible ([NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] > [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]). Si le pouvoir tampon des eaux de surface est fort, les ions bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> neutralisent l'apport d'acide ([NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] < [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]). Dans ce cas, le pH ne diminue pas et l'eau s'enrichit en azote, ce qui peut provoquer de l'eutrophisation si la concentration en phosphore est également importante.

Le phénomène d'acidification de l'atmosphère provoque l'acidification des sols, des eaux de surface, mais aussi la dégradation de la végétation et des dégâts sur certains matériaux de construction des bâtiments.

Ainsi, ce phénomène peut provoquer la décoloration, la défoliation ou des nécroses aux feuilles et un affaiblissement du système de défense des végétaux (résistance aux maladies, au stress hydrique, ...). L'acidification des eaux de surface modifie le pH (SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub>) et la quantité d'oxygène dissous (eutrophisation, NO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub>).



## Contexte réglementaire

La directive 2001/81/CE a pour objectif d'améliorer la protection de l'environnement et de la santé humaine et vise à limiter les émissions des polluants acidifiants, eutrophisants et précurseurs de l'ozone troposphérique. Elle est entrée en vigueur le 27 novembre 2001. Elle fixe des plafonds nationaux d'émissions (National Emission Ceiling – NEC) par année (civile) pour 4 polluants atmosphériques : NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV et NH<sub>3</sub>. Ces plafonds doivent être respectés depuis le 31 décembre 2010.

Remarque : les mêmes polluants font également l'objet du protocole de Göteborg (entré en vigueur en mai 2005, ratifié par la Belgique le 18 septembre 2007 et révisé en mai 2012). La Belgique est en cours de discussion pour ratifier ce nouveau protocole dans les plus brefs délais.

Les plafonds d'émissions à atteindre en 2010 pour les polluants atmosphériques acidifiants, pour l'ensemble de la Communauté européenne, sont : réduire d'au moins 50 % par rapport à 1990 les zones présentant un dépassement des charges critiques (la « charge critique » étant définie comme l'estimation quantitative d'une exposition à un ou plusieurs polluants en dessous de laquelle il n'existe aucun effet nuisible notable, dans l'état actuel des connaissances, sur des éléments déterminés et sensibles de l'environnement). Cette directive est en cours de révision afin de déterminer de nouveaux plafonds d'émission pour les mêmes polluants ainsi que pour les PM2.5 aux horizons 2020, 2025 et 2030. A l'horizon 2020, les plafonds d'émission seront égaux à ceux fixés par le protocole de Göteborg. Aux horizons 2025 et 2030, l'UE souhaite que les plafonds d'émission soient plus contraignants que ceux du protocole de Göteborg.

### Objectifs quantitatifs à atteindre et, le cas échéant, statut :

Les plafonds d'émission pour les NO<sub>x</sub> et les SO<sub>x</sub> sont respectivement de 176 et 99 ktonnes pour la Belgique.

En Belgique, les plafonds d'émission belges ont été scindés en 4 sous-plafonds lors de la Conférence interministérielle de l'Environnement (CIE) du 16 juin 2000 : un plafond national pour les émissions des sources mobiles (e.a. le transport) et trois plafonds régionaux pour les sources fixes.

Cette décision de la CIE a été transposée par le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale dans son arrêté du 3 juin 2003.

Les plafonds d'émissions bruxellois imposés pour les différentes substances acidifiantes (hors émissions par le transport) concernent le SO<sub>2</sub>, le NO<sub>x</sub> et le NH<sub>3</sub>. Ces plafonds, en application depuis 2010, sont exprimés en kilotonnes par année civile.

<b>Plafonds d'émission d'application dans la Région bruxelloise depuis le 31 déc. 2010 (pour les sources stationnaires)</b>		
<b>Substances acidifiantes</b>	<b>Plafonds (ktonnes / an)</b>	<b>Plafonds (ktonnes Aég<sup>1</sup> / an)</b>
SO <sub>2</sub>	1,4	43,82
NO <sub>x</sub>	3	65,1
NH <sub>3</sub>	-	-

Le plafond pour les émissions issues des sources mobiles (transport) au niveau national (non réparti entre les Régions) est pour sa part de 68 ktonnes.

Notons que le Protocole de Göteborg a été révisé en 2012. La directive 2001/81/CE est actuellement en cours de révision (voir plus haut)..

## 2 FONDEMENTS METHODOLOGIQUES

### Définition :

Emission de substances acidifiantes ou potentiellement acidifiantes, exprimée en une unité unique, permettant d'additionner les contributions des différentes substances provoquant l'acidification en attribuant à chacune de ces substances un « poids » qui est représentatif de l'impact de l'acidification du polluant (fonction du nombre d'ions H<sup>+</sup> mobilisés par la substance).

<sup>1</sup> la méthode de calcul est expliquée sous le point 2.



Seules les émissions de SO<sub>x</sub>, de NO<sub>x</sub> et de NH<sub>3</sub> sont prises en compte.  
Notons que les SO<sub>x</sub> comprennent les dioxydes (SO<sub>2</sub>) et les trioxydes de soufre (SO<sub>3</sub>).  
Cependant, la quantité de SO<sub>2</sub> dans le gaz de combustion est de l'ordre de 99%. Le SO<sub>x</sub> peut donc être interprété comme étant principalement du SO<sub>2</sub>.

**Unité :** kilotonne équivalent acide (ou kt Aég)

#### **Mode de calcul et données utilisées :**

##### Calcul des émissions :

Les données d'émissions de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub> sont calculées sur la base de recommandations internationales (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory Guidebook) ou de méthodologies spécifiques quand celles-ci existent et permettent une estimation plus précise. Les sources d'émission considérées sont le chauffage des bâtiments (logements ainsi que les bâtiments des secteurs tertiaire et industriel), les transports (routier, fluvial, ferroviaire, off-road), l'incinération et des activités industrielles spécifiques. Ces estimations sont continuellement soumises à des révisions en fonction des développements de la recherche scientifique.

Les émissions dues aux transports regroupent les émissions dues au trafic routier, ferroviaire et fluvial. En matière de transports routiers, elles sont calculées à l'aide du modèle de référence Copert dans lequel sont injectées les données propres au trafic bruxellois.

Les données d'activité proviennent principalement des bilans énergétiques de la RBC mais aussi d'autres sources selon le secteur concerné.

##### Calcul en kt Aég :

Afin d'obtenir les émissions de substances acidifiantes en kt Aég, les émissions de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub> (en kilotonnes) sont multipliées respectivement par les coefficients suivants : 0,0313 ; 0,0217 et 0,0588.

En effet : 1 mole d'ion H<sup>+</sup> est assimilée à 1 équivalent acide.

Etant donné que 1 mole de SO<sub>2</sub> peut mener directement ou indirectement à la formation d'1 mole de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (où 2 moles d'ions H<sup>+</sup> sont disponibles), celle-ci se voit attribuer un potentiel équivalent acide de 2.

Les NO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub> se voient quant à eux attribuer un potentiel équivalent acide de 1, dans la mesure où ils mènent directement ou indirectement à la formation d'HNO<sub>3</sub> (où 1 mole d'ions H<sup>+</sup> est disponible).

Par conséquent :

	Poids d'une mole	Potentiel acide équivalent	Facteur de conversion
SO <sub>2</sub>	64 g	2	(2/64=) 0.0313
NO <sub>2</sub>	46 g	1	(1/46=) 0.0217
NH <sub>3</sub>	17 g	1	(1/17=) 0.0588

#### **Source des données utilisées :**

Bruxelles Environnement, Département Planification air, énergie et climat.

Les données utilisées correspondent aux données d'émissions de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub> qui sont rapportées chaque année dans le cadre de la directive 2001/81/CE et de la "Convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance" (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution - LRTAP Convention), établie en 1979 via la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (UNECE).

Les dernières données disponibles dans ce cadre sont celles rapportées en 2015, qui concernent les émissions de 1990 à 2013 (version provisoire, calculée à partir d'une version non validée du bilan énergétique régional) ou 2012 (année la plus récente calculée selon une version validée du bilan énergétique).

#### **Périodicité conseillée de mise à jour de l'indicateur :**

Annuelle



### 3 COMMENTAIRES RELATIFS A LA METHODOLOGIE OU A L'INTERPRETATION DE L'INDICATEUR

#### Limitation /précaution d'utilisation de l'indicateur :

Les données utilisées sont issues de calculs, réalisés pour des sources identifiées (citées plus haut). Seules les données d'émissions de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NH<sub>3</sub> sont envisagées.

Rappelons que l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) est une substance potentiellement acidifiante car son potentiel d'acidification dépend des concentrations en ammonium et en bicarbonates de l'eau (voir plus haut).

D'autre part, les données d'oxydes d'azote issues des inventaires partent de l'hypothèse que la concentration en NO<sub>x</sub> correspond à celle en NO<sub>2</sub>. Les émissions de NO<sub>x</sub> se voient par conséquent attribuer un potentiel équivalent acide correspondant à celui du NO<sub>2</sub>.

Etant donné que les estimations sont continuellement soumises à des révisions en fonction des développements de la recherche scientifique (modifications de facteurs d'émissions par exemple), les séries historiques depuis 1990 jusqu'à x-2 sont recalculées suivant la nouvelle méthodologie chaque année. Ce qui signifie que les valeurs sont amenées à être modifiées entre les rapportages, et que les comparaisons historiques ne sont possibles qu'au sein d'un même jeu de données/rapportage.

### 4 LIENS AVEC D'AUTRES INDICATEURS OU DONNEES (RAPPORTS SUR L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT BRUXELLOIS)

Thématique air :

Emissions de précurseurs d'ozone

Qualité de l'air : concentration en NO<sub>2</sub>

Qualité de l'air : concentration en O<sub>3</sub> troposphérique

Thématique Energie et changements climatiques :

Consommation énergétique régionale

### 5 PRINCIPALES INSTITUTIONS IMPLIQUEES DANS LE DEVELOPPEMENT D'INDICATEURS SIMILAIRES

Région wallonne :

SPW DGRNE, Etat de l'environnement wallon :

Tableau de bord 2014, Partie 9. Air et climat, "9.8. Polluants acidifiants dans l'air ambiant".

Disponible sur :

[http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?mact=tbe,m54ade,default,1&m54adealias=Polluants-acidifiants-dans-l-air-ambiant\\_1&m54adereturnid=49&page=49](http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?mact=tbe,m54ade,default,1&m54adealias=Polluants-acidifiants-dans-l-air-ambiant_1&m54adereturnid=49&page=49)

Des données relatives aux émissions sectorielles de substances acidifiantes se trouvent par ailleurs dans le chapitre 8. Eco-efficience

*IWEPS*

Institut Wallon de l'Évaluation, de la Prospective et de la Statistique, Évolution des émissions de substances acidifiantes, <http://www.iweps.be/evolution-des-emissions-de-substances-acidifiantes> Mise à jour 01/12/2014

Région flamande :

VMM, Milieurapport Vlaanderen

Potentieel verzurende emissie, mars 2015

Disponible sur :

<http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/verzuring/verzurende-emissie/potentieel-verzurende-emissie/>

Union européenne :

AEE



Emissions of acidifying substances (CSI 001)

Disponible sur : <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/emissions-of-acidifying-substances-version-2/assessment-4>

## 6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (METHODOLOGIE, INTERPRETATION)

- Association Eau et Rivières de Bretagne, été 2006, "Dossier Ammoniac atmosphérique", Magazine Eaux et Rivières de Bretagne n°136, pages 11-13. Disponible sur : <http://www.eau-et-rivieres.asso.fr/media/user/File/ExtraitRevuePDF/DossierAmmoniac136.pdf>
- De Leeuw A.A.M., 2002, "A set of indicators for long-range transboundary air pollution", Environmental Science and Policy, n° 5 (2002), pp. 135-145
- EEA (European Environment Agency), 2013, "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2013", Technical report No 12/2013. Disponible sur : <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>
- EEA (European Environment Agency), 2011, "European Union emission inventory report 1990–2013 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)", Technical report No 8/2015, 130 pages + annexes. Disponible sur : <http://www.eea.europa.eu/publications/lrtap-emission-inventory-report>
- Région Wallonne, SPW DGRNE, "Etat de l'environnement wallon : Rapport Analytique 2006-2007", chapitre 9 : L'Air et climat, fiche Air 3 : Les polluants acidifiants dans l'air, pages 322-331. Disponible sur : [http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?mact=rapportanalytique,mc7155,de\\_fault,1&mc7155what=fiches&mc7155alias=Les-polluants-acidifiants-dans-lair&mc7155returnid=17&page=17](http://etat.environnement.wallonie.be/index.php?mact=rapportanalytique,mc7155,de_fault,1&mc7155what=fiches&mc7155alias=Les-polluants-acidifiants-dans-lair&mc7155returnid=17&page=17)
- VMM, 2006, "Milieurapport MIRA - Achtergronddocument– thema verzuring", pp. 12-25. Disponible sur : [http://www.milieurapport.be/Upload/main/miradata/MIRA-T/02\\_themas/02\\_09/AG\\_Verzuring.pdf](http://www.milieurapport.be/Upload/main/miradata/MIRA-T/02_themas/02_09/AG_Verzuring.pdf)

## 7 COUVERTURE SPATIO-TEMPORELLE

**Série temporelle disponible :**

1990-2013 (selon une version provisoire du bilan énergétique pour cette dernière année).  
Tous les 5 ans de 1990 à 2005, puis annuellement.

**Couverture spatiale des données :** Région de Bruxelles-Capitale

**Date de dernière mise à jour de l'indicateur :** Juillet 2015

**Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique :** Septembre 2015

