

INDICATEUR :

EMISSIONS DE SUBSTANCES ACIDIFIANTES OU POTENTIELLEMENT ACIDIFIANTES (NO_x, SO_x ET NH₃)

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_x, SO_x et NH₃) 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 (SO₂), transport routier (NO_x), combustion dans l'industrie (NO_x et SO₂), agriculture (NH₃), ...).

Le dioxyde de soufre SO₂, les oxydes d'azote NO_x et l'ammoniac NH₃ 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 H₂SO₄, acide nitrique HNO₃ et sels d'ammonium) dissous dans les précipitations (pluies, neige et brouillard). On parle alors de retombées humides.

Notons toutefois que l'ammoniac (NH₃), qui joue un rôle dans l'acidification après transformation (il se combine avec une molécule d'eau pour former un cation ammonium NH₄⁺ et un anion hydroxyde OH⁻), 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 ([NH₄⁺] > [HCO₃⁻]). Si le pouvoir tampon des eaux de surface est fort, les ions bicarbonates HCO₃⁻ neutralisent l'apport d'acide ([NH₄⁺] < [HCO₃⁻]). 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 (SO₂ et NO_x) et la quantité d'oxygène dissous (eutrophisation, NO_x et NH₃).

Contexte réglementaire

Les plafonds d'émissions nationaux fixés par l'ancienne directive européenne 2001/81/CE (dite directive "NEC") pour les polluants atmosphériques acidifiants, les NO_x, le SO₂ et le NH₃, ont dû être respectés depuis le 31 décembre 2010. Ils sont restés d'application jusqu'en 2019 inclus.

La nouvelle directive NEC (EU) 2016/2284 impose des réductions d'émissions nationales minimales pour les polluants atmosphériques acidifiants à atteindre à partir de 2020 et à partir de 2030. Les réductions d'émissions pour 2020 ont été convenues en 2012 dans le cadre du Protocole de Göteborg amendé.

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

Plafonds d'émission d'application dans la Région bruxelloise		
Substances acidifiantes	2020 (sources fixes et mobiles) ktonnes / an	2030 (sources fixes et mobiles) ktonnes / an
SO ₂	2	0,4
NO _x	4,4	3,4
NH ₃	-	0,1

Ces réductions sont exprimées en pourcentage du total des émissions produites au cours de l'année de référence (2005). La Belgique s'engage ainsi à réduire ses émissions de SO₂, de NO_x et de NH₃ par rapport aux émissions de 2005 de respectivement, 43%, 41% et 2% pour 2020 et de respectivement 66%, 59% et 13% pour 2030.

Les plafonds d'émissions nationaux à atteindre à partir de 2020 et ceux à atteindre pour 2030 ont été répartis entre les trois régions respectivement lors de la Conférence Interministérielle de l'Environnement élargie du 12 novembre 2015 et la Conférence Interministérielle de l'Environnement (CIE) du 4 mai 2017. Des plafonds d'émissions globales (sources fixes et mobiles) sont imposés pour la RBC à partir de 2020 pour le SO₂ et les NO_x. Un plafond d'émission pour le NH₃ est également imposé à partir de 2030.

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⁺ mobilisés par la substance).

Seules les émissions de SO_x, de NO_x et de NH₃ sont prises en compte.

Notons que les SO_x comprennent les dioxydes (SO₂) et les trioxydes de soufre (SO₃). Cependant, la quantité de SO₂ dans le gaz de combustion est de l'ordre de 99%. Le SO_x peut donc être interprété comme étant principalement du SO₂.

Unité : kilotonne équivalent acide (ou kt Aeq)



Mode de calcul et données utilisées :

Calcul des émissions :

Les données d'émissions de NO_x, SO_x et NH₃ 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 les 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_x, NO_x et NH₃ (en kilotonnes) sont multipliées respectivement par les coefficients suivants : 0,0313 ; 0,0217 et 0,0588.

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

Etant donné qu'1 mole de SO₂ peut mener directement ou indirectement à la formation d'1 mole de H₂SO₄ (où 2 moles d'ions H⁺ sont disponibles), celle-ci se voit attribuer un potentiel équivalent acide de 2.

Les NO_x et NH₃ 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'HNO₃ (où 1 mole d'ions H⁺ est disponible).

Par conséquent :

	Masse d'une mole	Potentiel acide équivalent	Facteur de conversion
SO ₂	64 g	2	(2/64=) 0,0313
NO ₂	46 g	1	(1/46=) 0,0217
NH ₃	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_x, SO_x et NH₃ qui sont rapportées chaque année dans le cadre de la directive NEC (EU) 2016/2284 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 2026, qui concernent les émissions de 1990 à 2024.

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_x, SO_x et NH₃ sont envisagées.

Rappelons que l'ammoniac (NH₃) 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_x correspond à celle en NO₂. Les émissions de NO_x se voient par conséquent attribuer un potentiel équivalent acide correspondant à celui du NO₂.



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 rapports, 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 :

Principales émissions de polluants dans l'air (NO_x, PM, SO_x, NH₃, COVNM)

Emissions de précurseurs d'ozone (NO_x, COV, CO et CH₄)

Qualité de l'air : concentration en NO₂

Qualité de l'air : concentration en O₃ troposphérique

Thématique Energie et changements climatiques :

Consommation énergétique régionale

5 PRINCIPALES INSTITUTIONS IMPLIQUEES DANS LE DEVELOPPEMENT D'INDICATEURS SIMILAIRES

Région wallonne :

SPW ARNE – DEMNA – DEE

Diagnostic environnemental de la Wallonie – Air (2024)

<http://etat.environnement.wallonie.be/home/diagnostic/air.html>

AWAC

Inventaires d'émissions, par polluants

SO_x disponible sur : <https://awac.be/home/thematiques/inventaires-d-emission/par-polluants/emissions-de-sox.html>

NO_x disponible sur : <https://awac.be/home/thematiques/inventaires-d-emission/par-polluants/emission-de-nox.html>

NH₃ disponible sur : <https://awac.be/home/thematiques/inventaires-d-emission/par-polluants/emission-de-nh3.html>

Région flamande :

VMM

Uitstoot verzurende stoffen

Disponible sur : <https://www.vmm.be/lucht/stikstof/uitstoot-verzurende-stoffen>

Statistiek Vlaanderen (d'après les données de la VMM)

Verzurende emissies

Disponible sur :

<https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/milieu-en-natuur/verzurende-emissies>

Union européenne:

AEE

Air pollutant emissions data viewer (Gothenburg Protocol, LRTAP Convention) 1990-2024

Disponible sur :

<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution/air-pollutant-emissions-data-viewer-1990-2024>



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), 2023, "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2023", Technical report No 06/2023.
Disponible sur :
<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>
- EEA (European Environment Agency), 2026, "European Union emission inventory report 1990–2024 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)", EEA report 07/2026.
Disponible sur :
<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/annual-european-union-inventory-report-1990-2024-lrtap>
- Région Wallonne, SPW - DGO3 - DEMNA - DEE, 2017. Rapport sur l'état de l'environnement wallon 2017, Partie 5 : Analyse des composantes de l'environnement, Chapitre 1 : Air et climat, fiche Air 2: Emissions de polluants acidifiants dans l'air. SPW Editions : Jambes, Belgique.
Disponible sur :
<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/publications/rapport-sur-letat-de-lenvironnement-wallon-2017.html>

7 COUVERTURE SPATIO-TEMPORELLE

Série temporelle disponible :

1990-2024

Annuel.

Couverture spatiale des données : Région de Bruxelles-Capitale

Date de dernière mise à jour de l'indicateur : septembre 2026

Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique : septembre 2026

