

INDICATEUR :

MOYENNE ANNUELLE ET MOYENNE GLISSANTE SUR TROIS ANNEES DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES TRÈS FINES (PM2.5)

THÈME : AIR

1 INTÉRÊT ET ÉLÉMENTS D'INTERPRÉTATION DE L'INDICATEUR

Questions posées par l'indicateur :

Quelle est l'évolution de l'exposition de la population aux particules fines PM2.5 ?
Les normes de protection de la santé sont-elles respectées ?

Contextualisation de l'indicateur :

Les poussières (ou particules fines, en anglais « Particulate Matter (PM) ») désignent les particules solides ou liquides en suspension dans l'air (aérosol). Les PM regroupent toute une série de substances possédant des caractéristiques physico-chimiques très différentes. Cette grande diversité explique pourquoi les impacts des particules fines sur la santé (qualité de l'air) et sur le climat sont très variés.

Les PM sont classées en différentes catégories suivant leur diamètre. Les PM10 désignent les particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm. Elles comprennent ainsi les PM2.5, en plus des PM1 et des particules ultrafines PM0.1.

On distingue, de manière générale, les particules fines primaires, émises directement par les sources naturelles (par exemple, l'érosion des sols) ou anthropiques (combustion, usure de revêtements routiers, chantiers de construction ou démolition, ...) et les particules fines secondaires, formées par réactions chimiques à partir d'autres molécules présentes (nitrates, sulfates, ammonium, ...) dans l'atmosphère.

Les particules fines **secondaires minérales** sont formées principalement dans la fraction PM2.5. Plus précisément, elles se forment lors de conditions météorologiques particulières et sont le résultat d'une combinaison de molécules déjà présentes dans l'atmosphère provenant de précurseurs gazeux polluants tels que l'ammoniac (NH₃), les oxydes d'azote (NO_x) et les dérivés soufrés liés aux émissions de SO₂. Les oxydes d'azote sont principalement émis par le trafic et les oxydes de soufre par les activités industrielles. L'ammoniac est majoritairement émis par les activités agricoles. Lors d'épandages agricoles intensifs, l'ammoniac émis peut se transformer en ammonium, qui peut être transporté sur de longues distances. Cet ammonium peut réagir avec les nitrates et sulfates formés sur base des oxydes d'azote et de soufre et former du nitrate d'ammonium et du sulfate d'ammonium. Ces composés particuliers appartiennent à la fraction des PM2.5.

Les PM **organiques** peuvent être également d'origine anthropique ou naturelle. La fraction organique est un ensemble très complexe, constituée d'une multitude de composés différents appartenant aux grandes familles de la chimie organique que sont les alcanes, les acides carboxyliques, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les esters, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines,... (source : [site internet Irceline](#)).

La composition chimique des particules sort néanmoins de la portée du présent document.



Problématique décrite par l'indicateur :

Les PM ont différents impacts sur la santé : irritation des voies respiratoires, altération de la fonction respiratoire surtout chez les enfants et les personnes âgées et augmentation de la fréquence et de l'intensité des crises d'asthmes chez les sujets asthmatiques. L'importance de l'impact sanitaire est liée à la taille des PM, à leur nature chimique et à leur éventuelle association à d'autres polluants (métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP). Ainsi, en raison de leur caractère potentiellement mutagène et/ou cancérigène, les suies, les HAP et les particules fines contenant du carbone présentent un plus grand risque que les particules d'argile et de sable (mesurant usuellement de 2.5 à 10 µm).

Enfin, de manière générale, les autres éléments à prendre en compte sont la dose et la durée d'exposition aux substances polluantes.

La directive européenne 2008/50/CE prévoit, en plus des normes journalière et annuelle pour les PM10, une norme annuelle spécifique pour les PM2.5. En effet, bien que la fraction des PM10 comprenne la fraction des PM2.5, le suivi de ces dernières permet d'apporter davantage de lumière sur la nature des particules fines, notamment :

- Une partie des PM10 mesurés provient de la remise en suspension des particules, (se produisant lorsque le temps est sec) alors que les PM2.5 ne subissent ce phénomène que marginalement ;
- Une partie des PM10 est d'origine naturelle (érosion, activité volcanique, etc.) alors que les PM2.5 sont davantage liés à l'activité anthropique (formation de particules secondaires via l'agriculture, processus de combustion liés au trafic, au chauffage, etc.) ;
- Plus les particules sont petites, plus elles pénètrent profondément dans l'organisme. Les particules très fines atteignent les ramifications plus étroites des bronches et les alvéoles pulmonaires et peuvent engendrer des complications respiratoires. Les plus petites traversent la membrane cellulaire et peuvent provoquer des problèmes cardio-vasculaires. L'impact des particules ultrafines est encore mal connu.

Les PM2.5 ont également des effets sur l'environnement et le climat. Ceux-ci sont mentionnés dans la fiche méthodologique de l'indicateur pour l'émission de PM dans l'air.

Contexte politique et légal y afférent :

Depuis plusieurs années, l'Union Européenne établit des directives visant à minimiser l'impact de la pollution de l'air sur la santé, le climat et l'environnement. Sur base de travaux scientifiques existants, elle a fixé des valeurs limites et/ou des valeurs cibles pour les concentrations de certains polluants dans l'air ambiant (appelées valeurs d'*immission* des polluants).

Ainsi, la directive européenne 2008/50/CE régit la surveillance et le rapportage pour les PM2.5. Cette directive concerne la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Elle a été adoptée le 21 mai 2008 et est d'application depuis le 11 juin 2008 (la transposition a dû être réalisée dans chaque Etat membre avant le 11 juin 2010). La directive définit les concentrations à ne pas dépasser pour les PM10 ainsi que la valeur cible annuelle pour les PM2.5, Celle-ci est devenue une valeur limite depuis janvier 2015. L'obligation de mesurer les PM2.5 et de communiquer les données récoltées à la Commission figurait déjà dans la première directive fille 1999/30/CE (abrogée par la directive 2008/50/CE). Depuis 2012, le calcul des paramètres statistiques se fait selon les recommandations de la « *Commission Implementing Decision 2011/850/EC laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air quality* ». Cette décision a été publiée le 12 décembre 2011.



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

- La concentration en PM2.5 dans l'air ambiant est réglementée par la directive 2008/50/CE qui impose :
 - o de respecter, depuis le 1^{er} janvier 2015, une valeur limite de 25 µg/m³ comme moyenne annuelle ;
 - o de réduire l'exposition de la population aux PM2.5 selon un pourcentage à appliquer à une valeur cible nationale
 - La valeur cible nationale est exprimée sous forme de l'Indicateur d'Exposition Moyenne (IEM). Ce dernier est calculé en tant que concentration moyenne annuelle sur trois années civiles consécutives. L'IEM national est déterminé sur base des mesures effectuées dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine situés dans des zones et des agglomérations sur l'ensemble du territoire de l'État membre. Pour calculer l'IEM, seules sont prises en compte les stations de fond urbaines qui ont respecté les objectifs de qualité des données, c'est-à-dire pour lesquelles au moins 90 % de données validées sont disponibles.
Pour la Belgique, il a été convenu de prendre l'IEM 2011 comme IEM de référence. Celui-ci correspond à la concentration moyenne des années 2009, 2010 et 2011.
 - Les 8 stations de mesure qui ont été retenues pour le calcul de l'IEM belge sont les stations de Molenbeek-St-Jean et Uccle pour la Région bruxelloise; 4 stations de fond à Brugge, Gent, Antwerpen et Schoten pour la Flandre et 2 stations de fond à Liège et Charleroi pour la Wallonie (voir le tableau sur le [site d'IRCEL-CELINE](#)). Entre 2011 et 2020, l'indicateur d'exposition moyenne (IEM) belge doit être réduit de 20%, ce qui revient à ne plus dépasser en 2020 un IEM de 15,2 µg/m³ au niveau belge. L'IEM de 2020 est la concentration moyenne des années 2018, 2019 et 2020.
 - Une valeur limite de 20 µg/m³ a été fixée pour l'IEM belge à l'horizon 2015. L'IEM pour 2015 est la concentration moyenne des années 2013, 2014 et 2015.
- L'OMS indique en outre comme valeurs guides (2005) :
 - o une valeur de 25 µg/m³ comme moyenne journalière et 3 jours de dépassement autorisés par an.
 - o une valeur de 10 µg/m³ comme moyenne annuelle.

Ces valeurs sont basées sur des études de santé. L'OMS considère qu'il n'existe pas de valeur seuil qui ne nuit pas à la santé (WHO, 2018).

2 FONDEMENTS MÉTHODOLOGIQUES

Définition :

Deux indicateurs sont utiles pour évaluer la conformité avec les objectifs chiffrés de la législation européenne. Nous avons combiné les données de deux stations de mesure du réseau télémétrique de la Région bruxelloise afin que les indicateurs soient représentatifs de l'exposition aux PM2.5 de la majorité de la population de la Région. Notre choix s'est porté sur :

- la station de Molenbeek-Saint-Jean (code 41R001) qui est représentative d'un environnement urbain influencé par le trafic routier ;
- la station d'Uccle (code 41R012) qui enregistre des concentrations de fond urbain, soit les concentrations dans l'air loin des sources.

En outre, ce sont ces deux stations du réseau de mesure de la Région qui ont été retenues pour le calcul de l'IEM national.



Le premier indicateur correspond à la concentration moyenne annuelle dans chacune des deux stations et la compare à la valeur limite européenne fixée à 25 µg/m³.

Le second indicateur, l'Indicateur d'Exposition Moyen (IEM) bruxellois, est défini par analogie à l'IEM belge comme étant la moyenne sur les trois dernières années de la concentration moyennée sur les stations de mesure de Molenbeek-Saint-Jean et de Uccle. L'IEM bruxellois de 2015 est comparé à la valeur limite que la Commission a imposée pour l'IEM belge en 2015, soit 20 µg/m³. En suivant la méthodologie de l'IEM belge, la valeur cible pour l'IEM bruxellois en 2020 a été calculée comme étant égale à 80% de l'IEM bruxellois de 2011 (soit l'IEM calculé sur les années 2009-2010-2011). L'IEM bruxellois à atteindre en 2020 est ainsi de 16,7 µg/m³.

Unité : µg/m³

Mode de calcul et données utilisées :

La concentration annuelle en PM2.5 est calculée en effectuant la moyenne annuelle des concentrations moyennes horaires de PM2.5 telles que mesurées aux stations du réseau télémétrique de Molenbeek-Saint-Jean et de Uccle.

L'arrondi n'est effectué que sur le résultat final et c'est ce dernier qui est comparé à la valeur limite européenne. Le temps de référence est le temps universel.

L'Indicateur d'Exposition Moyenne bruxellois est calculé tous les ans comme la moyenne sur les trois dernières années de la concentration moyennée sur les stations de Molenbeek-Saint-Jean et de Uccle.

Les méthodes de mesure des PM sont détaillées dans les publications référencées dans le point 6 ci-dessous. En 2006, les 5 stations de mesure ont été équipées de moniteurs TEOM-FDMS. Avant 2006, la Région était équipée de moniteurs TEOM. L'observation des données depuis 2006 garantit ainsi la comparabilité de celles-ci d'un mois à l'autre ou d'une année à l'autre, étant donné qu'il n'y a pas de différence d'instrumentation.

Source des données utilisées :

Les données validées telles que publiées sur le site internet de CELINE (Cellule Interrégionale de l'Environnement) servent de base pour l'indicateur. Ces dernières correspondent notamment aux valeurs communiquées par voie officielle à la Commission européenne et à l'Agence européenne pour l'Environnement. Pour la Région de Bruxelles-Capitale, CELINE utilise les données brutes provenant du réseau télémétrique géré par le Département Laboratoire Qualité de l'air de Bruxelles Environnement et se base sur les critères de la directive 2008/50/CE et les recommandations de la décision 2011/850/EC pour contrôler la validité des données lors de leur agrégation et du calcul des paramètres statistiques.

Périodicité conseillée de mise à jour de l'indicateur :

Annuelle.

3 COMMENTAIRES RELATIFS A LA MÉTHODOLOGIE OU A L'INTERPRÉTATION DE L'INDICATEUR

Limitation /précaution d'utilisation de l'indicateur :

- Les concentrations de PM mesurées au sein de la région de Bruxelles Capitale ne sont pas les mêmes partout et varient d'un type d'environnement à l'autre. Les différentes stations du réseau télémétrique sont représentatives des différents types d'environnements présents en Région Bruxelloise :
- Les indicateurs reflètent une situation moyenne de la pollution urbaine en région bruxelloise, mais ils ne préjugent en rien d'un dépassement de la valeur limite qui serait plus local. Calculer l'exposition réelle de la population en fonction des sources locales (par exemple, un axe de trafic dense) est beaucoup plus complexe (voir Fiche



documentée n°23). En outre, l'exposition d'un individu dépendra également de ses déplacements, des modes de transport utilisés, etc.

- Pour les stations de mesures qui sont localisées dans la Région bruxelloise et rapportées à la Commission européenne, une valeur limite sera considérée comme non respectée dès l'instant où au moins un dépassement est constaté dans le réseau de surveillance bruxellois.

Difficultés méthodologiques rencontrées :

Les difficultés méthodologiques rencontrées au niveau de la méthode de mesure proprement dite et de la représentativité spatiale des stations de mesures sont discutées dans le rapport de la qualité de l'air et dans le rapport concernant les fumées noires et les particules fines (cf. point 6 ci-dessous).

Pour le calcul des paramètres statistiques, la directive 2008/50/CE précise dans les annexes (I, point A et XI, point A), entre autres, les saisies minimales des données à respecter pour l'été et l'hiver et les proportions de données requises pour le calcul des valeurs horaires, des valeurs journalières et de la moyenne annuelle :

- Pour contrôler la validité lors de l'agrégation des données et du calcul des indices statistiques, la saisie minimale des données pour les PM2.5 est de 90% pour toute l'année civile [directive 2008, annexe I].
- Pour la même raison, la directive 2008/50/CE (Annexe I) a également imposé des critères pour le calcul des valeurs suivantes :
 - Les valeurs relevées sur 1 heure (qui sont les données de base) : pour obtenir une valeur horaire valide, la proportion requise de données doit être de 75% (45 minutes). Partant de valeurs semi-horaires, cela signifie que la moyenne horaire n'est calculée que si les deux valeurs semi-horaires au cours de l'heure en question sont disponibles.
 - Les valeurs relevées sur 24 heures : 75% des moyennes horaires (soit au moins 18 valeurs horaires) doivent être disponibles pour obtenir une valeur journalière valide.
 - La moyenne annuelle : 90% des valeurs sur une heure ou (si elles ne sont pas disponibles) des valeurs relevées sur 24h pendant une année doivent être disponibles pour obtenir une moyenne annuelle valide.

Depuis 2006, le temps d'intégration minimal des données brutes correspond à 60 minutes. Avant cette date, le Département Laboratoire Qualité de l'air basait ses calculs sur des valeurs semi-horaires, sur lesquelles un arrondi était réalisé.

Depuis 2012, le calcul des paramètres statistiques se fait selon les recommandations de la « *Commission Implementing Decision 2011/850/EC laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air quality* » publiée le 12 décembre 2011. À partir de 2012, les données telles que calculées par le Département Laboratoire Qualité de l'air et par CELINE devraient donc correspondre exactement. Pour les concentrations moyennes antérieures à 2012, il est possible que le calcul respectif des deux instances diffère d'une unité pour le dernier chiffre significatif (en raison de la différence dans la méthodologie de calcul des arrondis).

4 LIENS AVEC D'AUTRES INDICATEURS OU DONNÉES (RAPPORTS SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT BRUXELLOIS)

- Emissions de PM10 primaires



- Qualité de l'air : pics de pollution
- Qualité de l'air : concentration en particules fines (PM10)
- Qualité de l'air : concentration en NO₂
- Qualité de l'air : concentration en O₃ troposphérique

5 PRINCIPALES INSTITUTIONS IMPLIQUÉES DANS LE DÉVELOPPEMENT D'INDICATEURS SIMILAIRES (EUROPE, BELGIQUE, AUTRE SI PERTINENT)

Région wallonne :

SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement - Département de l'Étude du milieu naturel et agricole – Direction de l'état environnemental

Etat de l'environnement wallon, Composantes environnementales et liens environnement-santé, Air et climat, Émissions de particules.

Disponible sur :

<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicator sheets/AIR%204.html>

Région flamande :

VMM

Milieurapport Vlaanderen: Jaargemiddelde PM2,5-concentratie in de lucht

Disponible sur :

<https://www.milieurapport.be/milieuthemas/luchtkwaliteit/fijn-stof/jaargemiddelde-pm2-5-concentratie>

Union européenne :

AEE

Air quality in Europe – 2019 report

Disponible sur :

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>

Indicateur : Exceedance of air quality standards in urban areas

Disponible sur :

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exceedance-of-air-quality-limit-3/assessment-5>

6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (MÉTHODOLOGIE, INTERPRÉTATION)

- Bruxelles Environnement. BRASSEUR OLIVIER, janvier 2011. « Fumées noires et particules fines », rapport technique, 63 pages.
Disponible sur :
http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Air_Labo_fumees_particules.PDF
- Bruxelles Environnement. Juillet 2009. « Les particules fines (PM10, PM2.5) », fiche documentée Air, fiche 23, 50 pages.
Disponible sur :
http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Air%2023
- Bruxelles Environnement. Département Laboratoire Qualité de l'air, Juin 2012. « La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale, mesures à l'immission 2009-2011 », rapport technique, 363 pages.
Disponible sur :
http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/QAir_Rpt0911_corr_ssAnnesB_C_D_E_fr.PDF
- Bruxelles Environnement. Janvier 2015. « Directives de la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé », fiche documentée Air, fiche 40, 8 pages.
Disponible sur :



http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Air_40.pdf

- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), mai 2018. Factsheet « Ambient (outdoor) air quality and health ».
Disponible sur :
[http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

7 COUVERTURE SPATIO-TEMPORELLE

Série temporelle disponible :

- 1999-2005 sur base de moniteurs TEOM ¹.
- 2006-2020 sur base de moniteurs TEOM-FDMS

Couverture spatiale des données : Stations de mesure de Molenbeek-Saint-Jean et de Uccle, Berchem-Sainte-Agathe, Neder-Over-Heembeek, Haren

Date de dernière mise à jour de l'indicateur : septembre 2021

Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique : décembre 2021

¹ Si l'on se réfère à l'annexe XI de la directive 2008/50/CE, 90% des valeurs sur une heure ou (si elles ne sont pas disponibles) des valeurs relevées sur 24h pendant une année doivent être obtenus pour avoir une moyenne annuelle valide. Dans le cas des PM10, les pourcentages de disponibilité des concentrations horaires par année, supérieurs ou égaux à 90%, commencent en 1997.

