

INDICATEUR :

MOYENNE ANNUELLE ET MOYENNE GLISSANTE SUR TROIS ANNEES DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES 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 :

L'étude des concentrations de particules fines (PM pour particulate matter, particules fines ou particules en suspension) constitue un enjeu crucial du point de vue de la protection de l'environnement en général ainsi que de la santé publique. Face à la diversité des composés présents sous forme de particules dans l'atmosphère, les PM2.5 et de PM10 ont été définis comme les particules dont le diamètre aérodynamique est respectivement inférieur à 2.5 et 10 μm^1 .

Contrairement aux autres polluants tels que le dioxyde d'azote ou l'ozone qui sont des composés purs, les particules fines regroupent par définition toute une série de composés solides et liquides en suspension dans l'atmosphère, de composition chimique, de propriétés physiques et d'origines différentes.

Les particules fines peuvent être d'origine naturelle (activité volcanique, érosion, embruns, ...) ou anthropique, c'est-à-dire émises par des activités humaines. On distingue également les particules primaires, émises directement dans l'atmosphère, et les particules secondaires, c'est-à-dire formées dans l'atmosphère sur base de composés déjà présents au sein de celle-ci, lorsque les conditions météorologiques (température, humidité)

sont propices à leur formation. Les particules secondaires minérales peuvent être formées à partir des nitrates (NO_3^-) provenant notamment de la transformation des oxydes d'azote, des sulfates (SO_4^{2-}), produits notamment lors de la transformation du dioxyde de soufre, et de l'ammonium (NH_4^+) formé à partir de l'ammoniac (NH_3) émis principalement par les épandages agricoles (en particulier de mars à avril). Les particules secondaires organiques se forment sur base des composés organiques volatils (COV). De manière générale, les particules d'origine naturelle sont majoritairement comprises dans la fraction grossière, soit entre 2.5 et 10 μm . Les particules secondaires minérales, quant à elles, sont usuellement comprises dans la fraction PM2.5. Les particules originaires de la combustion, principalement d'origine anthropique (trafic, chauffage, industrie), sont également comprises pour la plupart dans la fraction fine.

¹ Les particules fines sont rarement sphériques. Le diamètre aérodynamique correspond au diamètre équivalent d'une particule sphérique de densité unitaire de même vitesse de chute terminale que la particule considérée.



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 PM_{2.5}. En effet, bien que la fraction des PM₁₀ comprenne la fraction des PM_{2.5}, 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 PM_{2.5} ne subissent ce phénomène que marginalement ;
- Une partie des PM₁₀ est d'origine naturelle (érosion, activité volcanique, etc.) alors que les PM_{2.5} 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 effets sur la santé à court et à long terme. À court terme (exposition aiguë), elles peuvent aggraver certains problèmes de santé respiratoires comme l'asthme. Les effets à long terme (exposition chronique) sont bien plus importants au niveau de la santé que les effets à court terme : ceux-ci incluent une augmentation du risque d'affections cardio-vasculaires, de maladies respiratoires et pulmonaires, y compris le cancer du poumon.

Les PM_{2.5} 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 :

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 PM_{2.5}. 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 PM_{2.5}. Celle-ci est devenue une valeur limite depuis janvier 2015. L'obligation de mesurer les PM_{2.5} 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). Elle a été modifiée (au niveau de ses annexes) par la directive 2015/1480. La directive 2024/2881, adoptée le 23 octobre 2024, révisé 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 PM_{2.5} dans l'air ambiant est réglementée par la directive 2008/50/CE qui impose depuis le 1^{er} janvier 2015 une « valeur limite » pour la concentration moyenne annuelle. La « valeur limite » est définie comme un niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Cette valeur limite est révisée à partir du 1^{er} janvier 2030 par la directive 2024/2881, qui impose également à partir de cette date une valeur limite pour les concentrations moyennes journalières. En outre, cette directive fixe également un « seuil d'information » et un « seuil d'alerte » pour les concentrations en PM_{2.5} dans l'air ambiant. Le « seuil d'information » est un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine chez les groupes particulièrement sensibles de la population et à partir duquel des informations actualisées sont nécessaires. Le « seuil d'alerte » est un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population et à partir duquel les États membres prennent éventuellement des mesures, pour autant que celles-ci soient utiles, conformément aux articles relatifs à l'information du public et aux plans d'action à court terme de la directive.

L'OMS (2021) recommande quant à elle des valeurs guides pour les concentrations de PM₁₀ dans l'air ambiant. Ces valeurs guides sont établies en prenant uniquement en compte l'impact sur la santé de la pollution aux particules fines.

Ces valeurs sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Normes européennes et recommandations de l'OMS concernant les concentrations de PM _{2.5} dans l'air ambiant			
Période de moyenne	Normes européennes Directive 2008/50/CE	Normes européennes 2030 Directive (UE) 2024/2881	Lignes directrices de l'OMS
1 jour		25 µg/m ³ 18 jours de dépassement autorisés par an (valeur limite)	15 µg/m ³ 3-4 jours de dépassement autorisés par an (valeur cible recommandée)
		50 µg/m ³ * (seuil d'information)	
		50 µg/m ³ ** (seuil d'alerte)	
Année calendrier	25 µg/m ³ (valeur limite)	10 µg/m ³ (valeur limite)	5 µg/m ³ (valeur cible recommandée)

* Mesuré sur 1 jour et 100 km² ou une zone entière
** Mesuré sur 3 jours consécutifs et 100 km² ou une zone entière

En outre, la directive 2008/50/CE impose également de réduire l'exposition de la population aux PM_{2.5} 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau belge. L'IEM de 2020 est la concentration moyenne des années 2018, 2019 et 2020.

- Une valeur limite de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

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 téléométrique de la Région bruxelloise afin que les indicateurs soient représentatifs de l'exposition aux PM_{2.5} 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 modérément 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 est comparé à la valeur limite que la Commission a imposée pour l'IEM belge pour 2015 et 2020, soit respectivement de 20 et de 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Mode de calcul et données utilisées :

La concentration annuelle en PM_{2.5} est calculée en effectuant la moyenne annuelle des concentrations moyennes horaires de PM_{2.5}.

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 par Bruxelles Environnement selon les critères de la directive 2008/50/CE et les recommandations de la décision 2011/850/EC telles que publiées par 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.

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 :

/

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 Environnement - Département de l'Étude du milieu naturel et agricole (DEMNA) – Direction de l'état environnemental (DEE)

Etat de l'environnement wallon / Indicateurs environnementaux / Composantes environnementales et lien environnement-santé / Air et climat / Emissions de particules.

Disponible sur :

<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/AIR%204.eew-sheet.html#>

Région flamande :

VMM

Lucht / Fijn stof / Concentratie PM2.5 / Concentratie fijn stof (PM2.5) in de omgevingslucht

Disponible sur :

<https://www.vmm.be/lucht/fijn-stof/concentratie-pm2-5>

Union européenne :

AEE



Europe's air quality status 2024

Disponible sur :

<https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2024>

Indicateur : Exceedance of air quality standards in Europe

Disponible sur :

<https://www.eea.europa.eu/ims/exceedance-of-air-quality-standards>

6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (MÉTHODOLOGIE, INTERPRÉTATION)

- Bruxelles Environnement. Département Laboratoire Qualité de l'air, Juin 2025. « La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale, rapport annuel 2024 », rapport technique, 84 pages.
Disponible sur :
https://document.environnement.brussels/opac_css/doc_num.php?explnum_id=11452
- 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
- OMS, « Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air Résumé d'orientation », 2021, 16 pages.
Disponible sur :
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7 COUVERTURE SPATIO-TEMPORELLE

Série temporelle disponible :

- 1999-2005 sur base de moniteurs TEOM ².
- 2006-2024 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 2025

Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique : septembre 2025

² 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.

