

anses

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



*Connaître, évaluer, protéger*

# Les normes de qualité de l'air ambiant

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise

Avril 2017

Édition scientifique





**anses**

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



*Connaître, évaluer, protéger*

# Les normes de qualité de l'air ambiant

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise

Avril 2017

Édition scientifique



Le directeur général

Maisons-Alfort, le 12 avril 2017

## **AVIS** **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

### **relatif aux normes de qualité de l'air ambiant**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 18 avril 2016 par la Direction générale de la santé et la Direction générale de l'énergie et du climat pour la réalisation d'une expertise relative aux normes de qualité de l'air ambiant.

#### **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

La connaissance des effets sanitaires et environnementaux de la pollution de l'air ambiant induits par un grand nombre de polluants chimiques est bien établie depuis de nombreuses années, avant l'adoption de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (la LAURE) en 1996.

Cette loi transpose en droit français la directive communautaire 96/62/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant qui introduit un cadre pour le développement de la surveillance de la qualité de l'air dans les pays de l'Union européenne. Cette directive a été à l'origine de quatre directives filles fixant des valeurs réglementaires (en moyenne annuelle, voire en période de pic) pour plusieurs polluants, s'appuyant sur les résultats des travaux de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Ces polluants sont : le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), les particules (PM<sub>10</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le benzène, le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures aromatiques polycyclique (HAP), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le mercure (Hg), le nickel (Ni) et le plomb (Pb).

En 2008, la législation européenne relative à la qualité de l'air a été clarifiée et simplifiée avec l'adoption de la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe qui fusionne dans un seul acte la directive cadre de 1996 et trois de ses directives filles (99/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE). Cette directive inclut à la liste des polluants susmentionnés également des mesures relatives aux particules fines (PM<sub>2,5</sub>). La directive fille n°2004/107/CE relative à la fixation de valeurs réglementaires pour les HAP, l'As, le Cd, le Hg et le Ni reste quant à elle en vigueur. Les normes de qualité de l'air de cette réglementation européenne

s'impose aux Etats membres, qui cependant peuvent fixer des normes spécifiques à condition qu'elles ne soient pas moins protectrices que les normes européennes.

Une proposition de loi visant à l'automatisme du déclenchement de mesures d'urgence en cas de pics de pollution a été adoptée en première lecture le 14 janvier 2016 à l'Assemblée nationale dispose à son article 2 :

*« Dans un délai d'un an à compter de la promulgation de la présente loi, le Gouvernement transmet au Parlement, après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail et du Haut Conseil de la santé publique, un rapport comportant des recommandations relatives aux normes de qualité de l'air mentionnées à l'article L. 221-1 du code de l'environnement, en tenant compte des dernières connaissances scientifiques ».*

C'est dans ce contexte que l'expertise de l'Anses est sollicitée sur les normes de qualité de l'air ambiant pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub> afin de :

1. Réaliser un état des lieux des normes de qualité de l'air spécifiques éventuellement utilisées dans les Etats membres, des dernières données scientifiques disponibles, et des réflexions ou travaux en cours sur ce sujet en précisant leur échéance ;
2. Faire des recommandations sur les pistes à privilégier pour que les normes de qualité de l'air répondent au mieux aux besoins de protection de la population (au regard de l'exposition chronique à la pollution et pendant les pics de pollution en tenant compte de leur intensité et de leur éventuelle persistance), en veillant à l'efficacité de l'action et de la mobilisation des décideurs et du grand public.

Le champ des questions soumises à l'expertise a été redéfini suite aux échanges avec le comité d'experts spécialisé (CES) « Evaluation des risques sanitaires liés aux milieux aériens » et le ministère chargé de l'écologie. L'expertise a été circonscrite aux normes pour la protection de la santé humaine uniquement, excluant les normes relatives à la protection des végétaux. Elle a porté sur une analyse de la pertinence des normes par rapport à leur définition et leurs valeurs sans évaluation des mesures de gestion associées.

Les éléments attendus concernaient plus précisément :

- Une revue des normes de qualité de l'air existantes à l'étranger ;
- Un recueil et une analyse des nouvelles données ou travaux en cours relatifs aux effets sur la santé des polluants visés et pouvant concourir à une actualisation des normes ;
- Une analyse de la pertinence, de la cohérence et du niveau de compréhension des différentes normes existantes avec un angle d'analyse sanitaire uniquement ;
- Un historique des éléments de politiques publiques incluant les observations formulées par la Cour des comptes (2016) relatives aux actions de gestion en France associées aux normes de qualité de l'air depuis la loi n°96-1236 (LAURE), en priorité pour les polluants visés par la saisine.

## 2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

Cette saisine a été instruite par l'unité d'évaluation des risques liés à l'air de l'Anses, avec l'appui de quatre experts rapporteurs externes, nommés *intuitu personae* spécifiquement dans le cadre de ces travaux. L'avancement de ces travaux a été présenté pour information et commentaires au

CES « Evaluation des risques sanitaires liés aux milieux aériens » lors des séances du 17/11/2016 et du 30/01/17.

La collecte des informations nécessaires à la réalisation de cette expertise a reposé sur la réalisation d'une consultation internationale et une recherche bibliographique (revues à comité de lecture, ouvrages de référence ou littérature grise), complétées par l'audition d'acteurs français et internationaux du domaine de la pollution de l'air ambiant.

Ainsi :

- Une consultation internationale des agences ou autorités nationales dans les domaines de la sécurité sanitaire et/ou de la protection de l'environnement (Europe, Amérique du Nord) a été conduite afin de connaître les processus ayant amené les pays à réglementer les polluants de l'air ambiant et d'identifier les documents de référence.
- Compte tenu du volume conséquent de données disponibles sur les effets sur la santé de la pollution de l'air, les conclusions des monographies récentes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), de l'agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) et de Santé Canada ont été synthétisées :
  - L'OMS a établi dès 1987 des valeurs guides de qualité d'air ambiant, dénommées *Air quality guidelines* (AQGs)<sup>1</sup>, qui constituent la base scientifique pour protéger la santé des populations par rapport aux effets de la pollution atmosphérique, et contribuer à éliminer ou réduire au maximum les polluants atmosphériques reconnus ou soupçonnés d'être dangereux pour la santé ou le bien-être de l'Homme. L'annexe 1 décrit les valeurs guides mises à jour en 2005. De plus, l'OMS a publié deux rapports ciblant les résultats des nouvelles études traitant des effets sanitaires des principaux polluants atmosphériques : le rapport REVIHAAP(2013)<sup>2</sup> en lien avec la révision des politiques de l'Union européenne sur la pollution de l'air, et un second<sup>3</sup> publié en 2016 en lien avec son engagement à réviser ses valeurs guides ;
  - l'US EPA réalise des évaluations intégrées<sup>4</sup> des effets des polluants atmosphériques sur la santé constituant le fondement scientifique des valeurs réglementaires aux Etats-Unis ;
  - Santé Canada<sup>5</sup> réalise des évaluations des risques faisant un état des connaissances sur les effets sur la santé liés à ces polluants appuyant la révision ou la proposition des valeurs réglementaires au Canada.
- Une revue de la littérature a été réalisée à partir des bases de données bibliographiques Pubmed et Scopus en ciblant les revues de la littérature (revue systématique ou méta-analyse) publiées depuis 2014 afin de mettre à jour les connaissances sur les effets sur la santé de la pollution de l'air et plus spécifiquement pour les polluants entrant dans le périmètre de l'expertise : les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub>.
- Plusieurs auditions ont été organisées afin de préciser l'historique des normes existantes en France, l'organisation de la révision des valeurs guides de la qualité de l'air de l'OMS, et les attentes et retours d'expériences d'organismes associatifs dans le domaine de la pollution atmosphérique.

<sup>1</sup> <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>

<sup>2</sup> OMS (2013) Projet REVIHAAP : *Review of evidence on health aspects of air pollution.*;

<sup>3</sup> OMS (2016) WHO *Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines* (AQGs). Rapport synthétisant la priorisation proposée à l'occasion d'une réunion en 2015

<sup>4</sup> *Integrated science assessment* (ISA) de l'US EPA : <https://www.epa.gov/isa>

<sup>5</sup> <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine.html#a3.2>

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

### **3. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE**

La dénomination « normes de qualité de l'air ambiant » fait référence à la réglementation française notamment aux articles L221-1 et R.221-1 du code de l'environnement. Elle englobe différents types de valeurs réglementaires qui sont appliquées pour différents polluants atmosphériques et pour différents pas de temps. En France, ces normes proviennent notamment de la transposition des directives européennes. Les définitions des différentes normes existantes sont présentées en annexe 2.

Ainsi, dans ce qui suit, toutes les valeurs à caractère réglementaire sont dénommées « normes de qualité de l'air ambiant ».

L'ensemble des informations collectées dans le cadre de ces travaux et détaillées dans le rapport d'expertise qui accompagne cet avis a permis de répondre à des questionnements qui sont apparus « clefs » sur les normes de qualité de l'air ambiant (cf. chapitre 6 du rapport d'expertise). Les réponses apportées à ces différentes questions appuient les conclusions et recommandations qui sont présentées dans ce qui suit.

En préambule, l'Anses rappelle que les dernières données de Santé publique France (SpFrance) publiées en 2016 et issues de la surveillance sanitaire confirment le poids important de la pollution atmosphérique en France : 48 000 décès par an pour la pollution particulaire (PM<sub>2,5</sub>) correspondant à une perte d'espérance de vie<sup>6</sup> pouvant dépasser 2 ans. Le bénéfice sanitaire estimé par SpFrance associé au respect de la valeur guide OMS de 10 µg.m<sup>-3</sup> de PM<sub>2,5</sub> en moyenne annuelle en France, serait de 17 700 décès évités chaque année et un gain moyen de 7 mois d'espérance de vie à 30 ans dans les villes de plus de 100 000 habitants. Le respect de la réglementation européenne (Valeur cible 2020 de la réglementation européenne de 20 µg.m<sup>-3</sup> de PM<sub>2,5</sub> en moyenne annuelle) correspond à 10 décès évités par an et 1,5 mois en moyen de gain d'espérance de vie.

Ces données actualisées sont cohérentes avec les estimations faites dans les études européennes, annonçant pour la France en 2013, 45 120 décès prématurés imputables aux concentrations en particules fines. De plus, pour les autres polluants réglementés l'impact sanitaire estimé est de 8 230 décès prématurés imputables aux concentrations en NO<sub>2</sub> et 1 780 aux concentrations en O<sub>3</sub>.

#### **3.1 Etat des lieux sur les normes de qualité de l'air ambiant**

Tel qu'indiqué précédemment, les normes de qualité de l'air ambiant applicables en France proviennent de la transposition des directives européennes ou sont des spécificités françaises.

Pour plusieurs d'entre elles, les normes européennes et/ou françaises correspondent aux valeurs guides de qualité de l'air ambiant recommandées par l'OMS en 2005. Cependant, certaines n'atteignent pas les valeurs guides de l'OMS. Il peut être souligné en particulier celles relatives :

---

<sup>6</sup> pour une personne âgée de 30 ans.

- Aux particules, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> :
  - pour les PM<sub>10</sub>, la valeur limite en moyenne annuelle applicable au sein de l'Union européenne et en France est de 40 µg.m<sup>-3</sup> alors que la valeur guide OMS est de 20 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, et la moyenne journalière de 50 µg.m<sup>-3</sup> ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an alors que la valeur guide OMS, identique sur ce même pas temps, est à ne pas dépasser plus de 3 jours par an ;
  - pour les PM<sub>2,5</sub> : la valeur limite en moyenne annuelle applicable au sein de l'Union européenne et en France est de 25 µg.m<sup>-3</sup> (20 µg.m<sup>-3</sup> à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2020<sup>7</sup>) alors que la valeur guide OMS est de 10 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, et il n'existe aucune norme de l'Union européenne ou française sur une base journalière alors qu'il existe une valeur guide OMS de 25 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.
- Au dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) : la valeur limite en moyenne journalière applicable au sein de l'Union européenne et en France est de 125 µg.m<sup>-3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an alors que la valeur guide OMS est de 20 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 24h. Il n'existe pas de norme de l'Union européenne ou française sur une base de 10 minutes alors qu'il existe une valeur guide OMS de 500 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 10 minutes. Il existe néanmoins des normes européennes et/ou françaises établies sur une base horaire pour ce polluant.
- A l'ozone (O<sub>3</sub>) : il n'existe pas au niveau de l'Union européenne et en France de valeur limite relative à l'ozone. La valeur cible et l'objectif à long terme existants sont tous deux de 120 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 8 heures alors que la valeur guide OMS de 2005 est de 100 µg.m<sup>-3</sup> sur 8 heures.

Un panorama global des normes existantes à l'international, réalisé dans le cadre de cette expertise à partir du site internet Airlex<sup>8</sup>, a mis en évidence l'existence de normes plus basses (c'est-à-dire plus ambitieuses) dans certains pays que celles applicables dans l'Union européenne et en France pour chacun des polluants étudiés.

Le tableau 1 suivant rappelle les normes applicables dans l'Union européenne et/ou en France (les normes figurant en bleu et en italiques sont spécifiques de la réglementation française) et synthétise les normes identifiées à l'étranger qui sont plus ambitieuses que celles appliquées dans l'Union européenne et/ou en France, ainsi que les normes complémentaires recensées, c'est-à-dire n'ayant pas d'équivalence dans l'Union européenne et/ou en France. Le détail notamment les pays concernés est fourni dans le rapport dans le chapitre 6. Conclusions et recommandations.

<sup>7</sup> valeur indicative que la Commission européenne prévoyait dans la Directive 2008/50/CE de réviser en 2013 mais qui n'a pas été révisée à ce jour.

<sup>8</sup> <http://airlex.web.ua.pt/> - site réalisé par l'Université d'Aveiro (Portugal) communiqué par le bureau régional européen de l'OMS fournissant des informations sur l'intitulé, la valeur ainsi que l'unité et le pas de temps associés de par le monde. Le lien vers la source de l'information est donné pour certaines valeurs. A noter que pour certains pays (apparaissant en noir sur les cartes fournies par le site), aucune information n'est disponible ce qui ne signifie pas nécessairement l'absence de politique sur la qualité de l'air dans ces pays. Une mise à jour de la base a été réalisée en 2013.

**Tableau 1 : Synthèse des normes de qualité de l'air ambiant plus ambitieuses et complémentaires à celles appliquées dans l'Union européenne (UE) et/ou en France (FR)**

<b>Polluants</b>	<b>Normes UE/FR</b>	<b>Normes plus ambitieuses à l'étranger</b>	<b>Normes complémentaires à l'étranger</b>
PM <sub>10</sub>	<p>UE/FR : VL de 40 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle  UE/FR : VL de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moy. journalière<sup>a</sup>.  <i>FR : seuil d'info. de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moy. journalière.</i>  <i>FR : seuil d'alerte de 80 µg.m<sup>-3</sup> en moy. journalière.</i>  <i>FR : OQ de 30 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle</i></p>	<p>1 pays applique une norme de 20 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle.</p>	<p>∅</p>
PM <sub>2,5</sub>	<p>UE/FR : VL de 25 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle depuis 2015  UE/FR : IEM de 20 µg.m<sup>-3</sup> depuis 2015  <i>FR : IEM de 11,2 µg.m<sup>-3</sup> en 2025 et de 10 µg/m<sup>3</sup> en 2030</i>  <i>FR : VC de 20 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle</i>  <i>FR : OQ de 10 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle</i></p>	<p>Une dizaine de pays appliquent une norme plus basse en moyenne annuelle : les valeurs vont de 8 à 15 µg.m<sup>-3</sup>.</p>	<p>Environ une trentaine de pays appliquent une norme en moyenne journalière : les valeurs vont de 25 à 350 µg.m<sup>-3</sup>.</p>
NO <sub>2</sub>	<p>UE/FR : VL de 40 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle  UE/FR : VL de 200 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire<sup>b</sup>  UE/FR : Seuil d'alerte de 400 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire  <i>FR : Seuil d'info. de 200 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire</i>  <i>FR : OQ de 40 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Moins d'une dizaine de pays appliquent une norme de 30 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle.</li> <li>♦ Moins d'une dizaine de pays appliquent une norme horaire plus basse : les valeurs vont de 90 à 192 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire.</li> </ul>	<p>Environ une cinquantaine de pays disposent d'une norme en moyenne journalière : les valeurs vont de 30 à 1222 µg.m<sup>-3</sup>.</p>

Tableau 1 (suite) : Synthèse des normes de qualité de l'air ambiant plus ambitieuses et complémentaires à celles appliquées dans l'Union européenne (UE) et/ou en France (FR)

Polluants	Normes UE/FR	Normes plus ambitieuses à l'étranger	Normes complémentaires à l'étranger
SO <sub>2</sub>	<p>UE/FR : VL de 125 µg.m<sup>-3</sup> en moy. journalière<sup>c</sup>.            UE/FR : VL de 350 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire<sup>d</sup>.            UE/FR : Seuil d'alerte de 500 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire  <i>FR : Seuil d'info. de 300 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire</i>  <i>FR : OQ de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moy. annuelle</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Une dizaine de pays disposent d'une norme plus basse en moyenne annuelle : les valeurs vont de 10 à 30 µg.m<sup>-3</sup>.</li> <li>♦ Une trentaine de pays disposent d'une norme plus basse en moyenne journalière : les valeurs vont de 20 à 120 µg.m<sup>-3</sup>.</li> <li>♦ Une dizaine de pays dispose d'une norme plus basse en moyenne horaire : les valeurs vont de 75 à 300 µg.m<sup>-3</sup>.</li> </ul>	∅
O <sub>3</sub>	<p>UE/FR : VC de 120 µg.m<sup>-3</sup> sur 8 heures<sup>e</sup>.            UE/FR : OLT (OQ) de 120 µg.m<sup>-3</sup> sur 8 heures.            UE/FR : Seuil d'info. de 180 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire            UE/FR : Seuil d'alerte de 240 µg.m<sup>-3</sup> en moy. horaire  <i>FR : Seuils d'alerte complémentaires de 300 et 360 µg.m<sup>-3</sup></i></p>	<p>Moins d'une dizaine de pays dispose d'une norme plus basse en moyenne sur 8 heures : les valeurs vont de 80 et 110 µg.m<sup>-3</sup>.</p>	<p>Environ une cinquantaine de pays dispose d'une norme annuelle, journalière ou horaire (entre 50 et 250 µg.m<sup>-3</sup>).</p>

VL : valeur limite ; VC : valeur cible ; OQ : objectif de qualité ; OLT : objectif à long terme ; IEM : indicateur d'exposition moyenne, Seuil d'info. : seuil d'information et de recommandations

<sup>a</sup> A ne pas dépasser plus de 35 j/an.

<sup>b</sup> A ne pas dépasser plus de 18 fois/an.

<sup>c</sup> A ne pas dépasser plus de 3 j/an.

<sup>d</sup> A ne pas dépasser plus de 24h/an.

<sup>e</sup> A ne pas dépasser plus de 25 j/an.

Il ressort en particulier du panorama global dressé que, par exemple, les Etats-Unis et le Canada, deux pays similaires à la France et l'Europe d'un point de vue développement économique, appliquent des normes plus ambitieuses pour les PM<sub>2,5</sub> :

- Aux Etats-Unis, depuis 2012, la valeur limite annuelle pour les PM<sub>2,5</sub> est de 12 µg.m<sup>-3</sup> et il existe également une valeur limite journalière de 35 µg.m<sup>-3</sup> (percentile 98 en moyenne sur 3 ans revenant à ne pas dépasser plus de 7 jours en moyenne sur 3 ans) ;
- Au Canada, depuis 2015, la valeur limite annuelle sur 3 années pour les PM<sub>2,5</sub> est de 10 µg.m<sup>-3</sup> et devrait passer à 8,8 µg.m<sup>-3</sup> en 2020. Il existe par ailleurs une valeur limite journalière de 28 µg.m<sup>-3</sup> qui passera à 27 µg.m<sup>-3</sup> en 2020.

Au niveau français, ce sont trois spécificités qui sont à relever :

- a) L'existence de seuils d'information et de recommandation pour le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> en sus des seuils d'alerte existant dans la réglementation européenne, et l'existence de seuils d'information/recommandation et d'alerte pour les PM<sub>10</sub> ;
- b) L'existence, pour l'ozone, de 3 niveaux d'alerte correspondant à la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence ;
- c) La coexistence de normes ayant des valeurs identiques et/ou des définitions très proches.

Concernant les seuils d'information/recommandation et d'alerte, ceux-ci correspondent à des niveaux de concentration dans l'air ambiant pour lesquels une exposition de courte durée présente un risque pour la santé pour des groupes sensibles de la population (seuils d'information et de recommandation) et un risque pour la santé pour la population générale (seuils d'alerte).

La réglementation prévoit la mise en œuvre des mesures de gestion suivantes dès que les données de surveillance mettent en évidence des niveaux de concentration dans l'air égaux ou supérieurs à ces seuils :

- une information immédiate et adéquate à destination des groupes de population sensibles pour le premier niveau (seuil d'information/recommandation) afin notamment d'aménager les comportements ;
- le déclenchement de mesures de restriction des émissions de différentes sources de pollution pour le second niveau (seuil d'alerte).

Les niveaux appliqués en France en particulier pour les seuils d'information et de recommandation correspondent à des valeurs guides de l'OMS établies pour protéger d'effets à court terme, en particulier vis-à-vis de groupes de population sensibles identifiés dans la suite du présent avis. Ils disposent ainsi d'une assise scientifique qui les rendent pertinents au regard de leur définition.

Outre cet aspect, certains leur accordent une vertu pédagogique car ils permettent une information et une sensibilisation du public à la problématique générale de la pollution de l'air comme l'ont souligné des représentants d'associations auditionnés par l'agence.

Concernant l'ozone, il coexiste dans la réglementation française deux valeurs de seuil d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures de gestion (300 et 360 µg.m<sup>-3</sup>) en plus du seuil d'alerte pour la protection de la santé humaine de 240 µg.m<sup>-3</sup>, qui est défini dans la réglementation européenne. La situation en France met cependant en évidence une diminution ces 10 dernières années des dépassements du seuil d'alerte de 240 µg.m<sup>-3</sup>. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) par exemple, région particulièrement propice aux épisodes de pollution à l'ozone du fait d'un fort ensoleillement, le dépassement du seuil d'alerte de 240 µg.m<sup>-3</sup> concerne 1,6 jours en moyenne sur les 10 dernières années. Sur les 5 dernières années, les seuils de 300 et 360 µg.m<sup>-3</sup>

n'ont jamais été atteints. Ces éléments questionnent la pertinence des seuils d'alerte complémentaires de 300 et 360  $\mu\text{g.m}^{-3}$  existant dans la réglementation française depuis respectivement 2003 et 1998.

Enfin, la coexistence de normes ayant des valeurs identiques et/ou des définitions très proches, concerne plus particulièrement les normes suivantes : objectif de qualité/ objectif à long terme et valeur cible. Les auditions ont mis en évidence le fait que l'existence de plusieurs normes pour un même polluant n'en facilite pas la compréhension. Enfin, ces 3 normes font l'objet de très peu de communication ne serait-ce que dans les bilans officiels de la qualité de l'air. Leur connaissance et appréciation par le grand public apparaissent floues. D'après les représentants d'association auditionnés par l'agence, les repères les plus connus et les mieux appréhendés par le grand public sont :

- Les seuils d'information/recommandation et d'alerte,
- Les valeurs guides de l'OMS,
- Et certaines valeurs limites réglementaires : les valeurs limites annuelles pour le  $\text{NO}_2$  et les particules en particulier, du fait des contentieux européens existants les concernant.

La confusion peut par ailleurs être accrue du fait de l'existence de valeurs similaires pour différentes normes :

- Pour le  $\text{NO}_2$  : l'objectif de qualité en moyenne annuelle est égal à la valeur limite annuelle ( $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) ;
- Pour l' $\text{O}_3$ , l'objectif de qualité sur 8 heures est égal à la valeur cible sur 8 heures.

### **3.2 Actualisation des connaissances relatives aux effets sur la santé**

Ces dernières années, de nouvelles preuves sont apparues sur les effets sanitaires des polluants de l'air ambiant. Elles concernent les effets sur la santé liés à des expositions à court terme et à long terme. L'analyse de ces données par deux groupes d'experts désignés par l'OMS en 2013 et 2015 a confirmé la pertinence de réviser les valeurs guides de l'OMS notamment pour les polluants entrant dans le périmètre de l'expertise : les particules  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$ , le  $\text{NO}_2$ , le  $\text{SO}_2$  et l' $\text{O}_3$ .

Aussi, l'OMS a engagé en 2016 la mise à jour de ses valeurs guides pour ces polluants. Les résultats ne sont pas attendus avant 2020.

Les paragraphes qui suivent synthétisent les nouvelles connaissances sur les effets sur la santé, les durées d'exposition et les populations sensibles. Les informations présentées sont issues des conclusions des monographies conduites par l'OMS, l'US EPA et Santé Canada, ainsi que des résultats d'études publiées depuis 2015 sur les particules et l'ozone.

Une classification utilisée par l'US EPA sur le niveau de preuve de la relation entre l'exposition au polluant considéré et les effets sur la santé est reprise. Elle se base sur les 5 niveaux suivants par ordre décroissant de connaissance :

- Relation causale ;
- Relation causale probable ;
- Relation causale suggérée ;
- Relation causale inadéquate ;
- Relation causale non probable.

### **Particules PM<sub>2,5</sub> :**

- Effets sur la santé

Des effets cardiovasculaires et respiratoires sont mis en évidence pour des expositions à court et à long terme aux PM<sub>2,5</sub>.

Ces effets sur la santé respiratoire (mortalité et morbidité respiratoires) sont mis en évidence à des niveaux inférieurs aux valeurs guides de l'OMS établies en 2005 qui sont de 25 µg.m<sup>-3</sup> sur 24h et de 10 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle.

L'absence de seuil en dessous duquel aucun effet n'est attendu est clairement avancée.

A long terme, de nouvelles données mettent en évidence des associations entre l'exposition aux PM<sub>2,5</sub> et d'autres effets que respiratoires ou cardio-vasculaires. Il s'agit en particulier de maladies neurodégénératives, troubles cognitifs ainsi que des maladies chroniques comme le diabète.

- Durée d'exposition

L'intérêt de réglementer les concentrations pour les effets à court terme (ex : moyenne sur 24 heures) en plus des effets à long terme (moyenne annuelle) est confirmé.

La prise en compte d'expositions à très court terme (moyenne horaire) est à étudier.

- Populations sensibles

Les enfants, les personnes âgées et les personnes immunodéprimées sont plus vulnérables.

### **Particules PM<sub>10</sub> :**

- Effets sur la santé

Les impacts sur la santé des PM<sub>10</sub> sont différents que ceux des PM<sub>2,5</sub>.

Note : L'OMS estime que la proposition de valeurs guides pour les 2 fractions PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> est importante et reste pertinente compte tenu des nouvelles données sur les effets sur la santé mais aussi du déploiement des réseaux de mesure de la qualité de l'air ambiant dans les différents pays. En effet, le suivi des PM<sub>10</sub> est, dans certains pays, plus important que celui des PM<sub>2,5</sub>.

### **Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) :**

- Effets sur la santé

Des effets respiratoires sont mis en évidence pour des expositions à court et à long terme du NO<sub>2</sub> qui sont différents selon ces 2 types d'exposition et sont observés à des niveaux équivalents ou inférieurs aux normes européennes qui correspondent aux valeurs guides de l'OMS de 2005 de 40 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle et de 200 µg.m<sup>-3</sup> sur 1h.

La définition d'un seuil en dessous duquel il n'y aurait aucun effet est équivoque.

Effets court terme sur la santé : Il est raisonnable de considérer que le NO<sub>2</sub> a des effets directs sur la santé respiratoire. De nouvelles données indiquent une relation causale probable entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et la mortalité non accidentelle totale, cardiovasculaire et respiratoire. Une relation causale suggérée est mise en évidence entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et des effets cardiovasculaires.

Effets long terme sur la santé : de nouvelles données indiquent une relation causale probable entre l'exposition au NO<sub>2</sub> et les effets respiratoires. Une relation causale suggérée concerne les effets cardiovasculaires, le diabète, les effets sur le développement, le cancer et la mortalité toutes causes. Le fait que la relation causale soit classée « probable » est lié au fait que l'indépendance

des effets du NO<sub>2</sub> est plus difficile à juger compte tenu de l'influence potentiel d'autres polluants concomitants issus du trafic.

- Durée d'exposition

Plusieurs durées d'exposition au NO<sub>2</sub> sont associées à des effets sur la santé.

Pour l'élaboration d'une valeur guide « court terme », l'OMS préfère retenir une durée d'une heure plutôt qu'une durée de 24 h car des effets apparaissent dès une heure d'exposition au NO<sub>2</sub> et sont documentés par différentes études (expérimentales et toxicologiques).

- Populations sensibles

Les populations plus sensibles ou plus exposées identifiées sont les enfants, les personnes âgées, les personnes atteintes d'asthme ou de BPCO, les personnes effectuant une activité physique intense et celles qui passent beaucoup de temps à proximité d'axes routiers.

### **Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) :**

- Effets sur la santé

Peu de données documentent la relation dose-réponse pour établir un seuil en dessous duquel il n'y aurait aucun effet.

Effets court terme sur la santé : une relation causale est mise en évidence entre l'exposition à très court terme et l'exacerbation de l'asthme. Une relation causale est suggérée qui concerne la morbidité respiratoire, la mortalité toutes causes et cardiopulmonaire, notamment chez les personnes de plus de 40 ans.

Effets long terme sur la santé : la relation causale suggérée est mise en évidence entre l'exposition au SO<sub>2</sub> et les effets respiratoires, les effets sur la reproduction et les effets sur le développement, le cancer, la mortalité cardiopulmonaire et la mortalité toutes causes.

- Durée d'exposition

Plusieurs durées d'exposition au SO<sub>2</sub> sont associées à des effets sur la santé.

Pour la mise à jour de ses valeurs guides, l'OMS propose de prendre en compte les effets en lien avec des expositions à très court terme (10 min) et à court terme (24 heures), mais également pour les expositions à long terme.

- Populations sensibles

Les sujets asthmatiques, les enfants et les personnes âgées semblent présenter une sensibilité accrue.

### **Ozone (O<sub>3</sub>) :**

- Effets sur la santé

Des effets sur la santé respiratoire (morbidité et mortalité) pour des expositions à court et à long terme sont mis en évidence à des niveaux équivalents ou inférieurs à la valeur guide de l'OMS établies en 2005 qui est de 100 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 8 heures

L'absence de seuil en dessous duquel aucun effet n'est attendu ressort des données épidémiologiques pour des effets à court ou à long terme.

Effets court terme sur la santé : de nombreuses études appuient une relation causale entre l'exposition à l'ozone et les maladies et la mortalité respiratoires. Une relation causale suggérée concerne les effets sur le système nerveux central.

Effets long terme sur la santé : une relation causale probable est mise en évidence entre l'exposition à l'ozone et les effets respiratoires. Une relation causale suggérée concerne la mortalité respiratoire, les effets cardiovasculaires, les effets sur la reproduction et les effets sur le développement et le système nerveux central.

- Durée d'exposition

Plusieurs durées d'exposition à l'O<sub>3</sub> sont associées à des effets sur la santé.

La prise en compte d'expositions à court terme et à long terme est à étudier.

- Populations sensibles

Les sujets asthmatiques, les enfants et personnes âgées, les personnes avec des apports réduits de certains nutriments (vitamine C et E) et les travailleurs en milieu extérieur sont des populations sensibles.

### **3.3 Recommandations sur les normes de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine**

Les données disponibles concernant les effets sur la santé et l'impact sanitaire de la pollution de l'air attestent que cette dernière reste un enjeu de santé publique majeur. L'Anses insiste sur l'importance de poursuivre les efforts dans la mise en œuvre de politiques publiques de long terme en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air.

Compte tenu des nouvelles données disponibles relatives aux effets sur la santé, il est à souligner que l'OMS a engagé en 2016 un processus de révision de ses valeurs guides en ciblant prioritairement les particules, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, l'ozone et le monoxyde de carbone. Les résultats sont attendus pour 2020.

Ainsi, pour les polluants ici visés (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>), et considérant l'ensemble des éléments collectés et présentés dans le cadre de cette expertise, l'Anses recommande :

- D'envisager l'adoption de valeurs limites plus protectrices pour les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>), une ambition qui devra être portée au niveau de la Commission européenne du fait que ces normes sont issues de transposition du droit européen. En effet, les normes actuelles appliquées en Europe et en France sont moins protectrices que les valeurs guides préconisées par l'OMS depuis 2005 et, en outre, des effets sanitaires ont été mis en évidence à des niveaux inférieurs à ces valeurs guides. Au vu des données actuelles, il ne semble pas exister pas de seuil en dessous duquel aucun effet sur la santé n'est attendu. Aussi, l'Anses souligne que toute réduction des niveaux de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, qu'ils soient inférieurs ou supérieurs aux valeurs limites, conduira à un bénéfice sanitaire.
- De proposer une norme visant les effets à court terme des PM<sub>2,5</sub>. Une valeur limite en moyenne journalière de 50 µ.m<sup>-3</sup> est proposée pour les particules PM<sub>10</sub>. Cette valeur devra être déclinée pour les PM<sub>2,5</sub> pour lesquelles les nouvelles connaissances sur les effets sur la santé sont nombreuses. L'OMS a d'ores et déjà préconisé en 2005 pour les PM<sub>2,5</sub> une concentration de 25 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière.
- De conserver des seuils d'information et d'alerte. Compte tenu de leur définition, les seuils d'information/recommandation et d'alerte pour le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub>, l'O<sub>3</sub> et les PM<sub>10</sub> conservent

un intérêt. Il existe en effet des effets sanitaires à court terme pour ces polluants et la littérature scientifique identifie par ailleurs des groupes de population sensibles. Ces seuils d'information et d'alerte sont ainsi fondés sur des considérations sanitaires. Leur caractère pédagogique éventuel, s'agissant d'occasion d'information et de sensibilisation du grand public à la problématique générale de la pollution de l'air, ne peut apparaître que comme un objectif secondaire.

- D'envisager une simplification de la réglementation française en matière de normes considérant :
  - d'une part, la coexistence de normes ayant des valeurs identiques et/ou des définitions très proches. Les objectifs de qualité définis en France n'apparaissent pas connus par le grand public et ne sont pas non plus visibles dans les outils de communication institutionnels. Il pourrait être envisagé de faire référence aux valeurs guides de l'OMS comme objectifs à atteindre à long terme.
  - d'autre part, les seuils d'alerte à 300 et 360  $\mu\text{g.m}^{-3}$  pour l'ozone en sus du seuil d'alerte de 240  $\mu\text{g.m}^{-3}$ . Ces seuils de 300 et 360  $\mu\text{g.m}^{-3}$  pourraient être supprimés. En effet, la mise en œuvre de mesures d'urgence complémentaires peut dorénavant se faire en fonction de la persistance d'un épisode de pollution.
- De réaliser des travaux complémentaires pour évaluer l'efficacité de l'action publique dans la lutte contre la pollution de l'air et identifier les leviers pour mieux mobiliser les décideurs et le grand public.
- Compte tenu de l'enjeu que représente l'exposition chronique à la pollution atmosphérique, de mettre à l'étude un nouveau vecteur de communication quotidien, permettant de décrire pour le grand public les données de qualité de l'air au regard des enjeux sanitaires. Les résultats d'études d'impact sanitaire montrent bien que c'est la mise en place d'actions visant à réduire durablement la pollution atmosphérique qui permettrait d'améliorer de façon considérable la santé et la qualité de vie de la population. Cela passe entre autres par une meilleure prise de conscience collective de la problématique, pour laquelle une communication appropriée et mieux proportionnée représente un réel facteur d'entraînement. L'opportunité de repenser l'indice de communication ATMO, dont la conception initiale date de plus de 20 ans, et l'utilisation qui en est faite, est à saisir.

Le tableau figurant en annexe 3 accompagne ces recommandations en déclinant les attentions à porter à chacune des normes de qualité de l'air applicables en France.

Dr Roger GENET

**MOTS-CLÉS**

Air ambiant, air extérieur, pollution de l'air, pollution atmosphérique, normes, protection de la santé, valeur guide

Ambient air, outdoor air, air pollution, atmospheric pollution, standards, health protection, guideline value

ANNEXE 1 : VALEURS GUIDES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT DE L'OMS- MISE À JOUR DE 2005

	Concentration en $\mu\text{g.m}^{-3}$	Durée d'exposition
<b>PM<sub>10</sub></b>	20	1 an
	50	24 heures
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	10	1 an
	25	24 heures
<b>NO<sub>2</sub></b>	40	1 an
	200	1 heure
<b>SO<sub>2</sub></b>	20	24 heures
	500	10 minutes
<b>O<sub>3</sub></b>	100	8 heures

ANNEXE 2 : DÉFINITIONS DES NORMES DE QUALITE DE L'AIR AMBIANT DES RÉGLEMENTATIONS EUROPÉENNE ET FRANÇAISE

<u>Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe</u>	<u>Article R 221-1 du code de l'environnement</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>valeur limite</b> : un niveau fixé sur la base des 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, <u>à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>valeur limite</b> : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques <u>à ne pas dépasser</u> dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>valeur cible</b> : un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, <u>à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>valeur cible</b> : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, <u>à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné.</u></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>objectif à long terme</b> : un niveau <u>à atteindre à long terme</u>, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>objectif de qualité</b>: un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère <u>à atteindre à long terme</u>, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>seuil d'alerte</b> : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et <u>à partir duquel les États membres doivent immédiatement prendre des mesures.</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>seuil d'alerte</b> : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère <u>au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement</u> justifiant l'intervention de mesures d'urgence.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>seuil d'information</b>: un niveau <u>au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires.</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>seuil d'information et de recommandation</b> : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère <u>au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.</u></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>indicateur moyen d'exposition (IEM)</b> : indicateur d'exposition moyenne déterminé sur la base des mesures effectuées dans les lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine situés dans des zones et agglomérations sur l'ensemble du territoire. Estimation en moyenne sur 3 années civiles consécutives.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>indicateur d'exposition moyenne (IEM)</b> : une concentration moyenne à laquelle est exposée la population et qui est calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire.</li> </ul>

**ANNEXE 3 : RECOMMANDATIONS DE L'ANSES SUR LES NORMES DE QUALITÉ D'AIR AMBIANT**

Sur la base de l'analyse et conclusions de l'Anses, le tableau de synthèse ci-dessous intègre les recommandations relatives aux normes de qualité de l'air ambiant formulées dans la présente expertise en considérant le code visuel suivant :

**Légende :**

-  Norme pertinente
-  Réflexion à mener au vu des connaissances actuelles
-  Simplification de la réglementation à étudier
-  Travaux de révision en cours des valeurs guides OMS

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n° « 2016-SA-0092 »**

NORMES EU et/ou FR ACTUELLES					Commentaires
Polluant	Type de norme	Valeur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Durée d'exposition	Précision	
PM <sub>10</sub>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	40	En moyenne annuelle	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2005	   <p>La valeur guide de l'OMS de 2005 est de 20 <math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math></p> <p>Travaux de révision en cours à l'OMS et l'US EPA. OMS (2016) : « Les experts suggèrent qu'il pourrait être pertinent d'étudier les effets sanitaires liés à la fraction grossière des particules (PM<sub>2,5</sub>-PM<sub>10</sub>) au lieu des PM<sub>10</sub> dans leur ensemble. »</p>
		50	En moyenne journalière	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2005 à ne pas dépasser plus de 35 fois/an	
	<i>Objectif de qualité</i>	30	<i>En moyenne annuelle</i>		
	<i>Seuil d'information et de recommandation</i>	50	<i>En moyenne journalière</i>		 <p>Avis de l'Anses de 2009 et du HCSP 2012. Possible révision à envisager si de nouvelles valeurs guides CT sont proposées par l'OMS.</p>
	<i>Seuil d'alerte</i>	80	<i>En moyenne journalière</i>		

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n° « 2016-SA-0092 »**

NORMES EU et/ou FR ACTUELLES					Commentaires
Polluant	Type de norme	Valeur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Durée d'exposition	Précision	
PM <sub>2,5</sub>	Objectif de réduction de l'exposition			0 à 20 % de l'Indicateur d'exposition moyenne (IEM) de 2010 moyenne sur 3 ans	 <p>Avis de l'Anses du 17 août 2016 - Saisine 2016-SA-0187</p>
	Indicateur d'exposition moyen (IEM)	20	En moyenne annuelle	En 2015	
		11,2		moyenne sur 3 ans	
		10		En 2025	
	Valeur cible	25	En moyenne annuelle	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2010	
		20			
		25		Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2015	 <p>La valeur guide de l'OMS de 2005 est de 10 <math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>            Travaux de révision en cours à l'OMS et l'US EPA.            OMS (2016) : « Depuis la publication des dernières lignes directrices de l'OMS, de nouvelles études ont montré des associations entre les expositions à court et à long terme à des niveaux inférieurs aux actuelles valeurs guides de l'OMS.</p>
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine		En moyenne annuelle		 <p>Les experts soulignent que l'OMS devrait envisager un examen des données disponibles pour différents pas de temps d'exposition aux PM<sub>2,5</sub>, en particulier en ce qui concerne l'exposition à court terme (par exemple 1 heure) étant donné que de nouvelles données suggèrent des effets nocifs sur la santé pour des pas de temps beaucoup plus courts que précédemment. »</p>
	Objectif de qualité	10	En moyenne annuelle		 <p>Simplification de la réglementation française à envisager en supprimant cette norme.</p>

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n° « 2016-SA-0092 »**

NORMES EU et/ou FR ACTUELLES					Commentaires
Polluant	Type de norme	Valeur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Durée d'exposition	Précision	
NO <sub>2</sub>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	40	En moyenne annuelle	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2010	 Valeurs actuellement basées sur les VG OMS de 2005.  Travaux de révision des VG en cours à l'OMS.  OMS (2016) : « <i>A court terme, la preuve d'une relation causale entre le NO<sub>2</sub> et les effets respiratoires s'est renforcée, tout en demeurant évocatrice de maladies cardiovasculaires et de mortalité. Par conséquent, les experts suggèrent de se concentrer, pour les effets à court terme, sur les effets respiratoires pour lesquels la preuve de causalité semble plus robuste à partir de différents types d'études (séries chronologiques, chambres, panels, toxicologie ...).</i> <i>A long terme, les experts s'accordent pour mettre à jour l'actuelle valeur guide de l'OMS compte tenu de la quantité et de la qualité des nouvelles données provenant d'études de cohorte, ce qui pourrait aboutir à la recommandation d'une valeur guide inférieure à 40 <math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>.</i> »
		200	En moyenne horaire		
	Seuil d'information et de recommandation	200	En moyenne horaire		
	Seuil d'alerte	400	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives		
		200	En moyenne horaire	<i>Si le seuil est dépassé la veille, le jour même et prévu le lendemain</i>	  Possible révision à envisager si de nouvelles valeurs guides pour des expositions à court terme sont proposées par l'OMS.
Objectif de qualité	40	En moyenne annuelle		 Simplification de la réglementation française à envisager en supprimant cette norme.	

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n° « 2016-SA-0092 »**

NORMES EU et/ou FR ACTUELLES					Commentaires		
Polluant	Type de norme	Valeur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Durée d'exposition	Précision			
SO <sub>2</sub>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	125	En moyenne journalière	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2005 à ne pas dépasser plus de 3 j/an	 <p>L'Anses observe que la valeur limite réglementaire journalière en vigueur correspond à la valeur guide OMS de 2000, reprise en 2005 comme cible intermédiaire de 1er niveau. La valeur guide de 2005 de l'OMS est établie à 20 <math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math> en moyenne journalière. Compte tenu de l'écart observé entre la valeur réglementaire et la valeur guide de 2005, une mise à l'étude de la pollution de l'air ambiant au SO<sub>2</sub> en France pourrait être engagée en réalisant par exemple un bilan des dépassements journaliers de la valeur de 20 <math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math> sur les 10 dernières années, et qui concernerait prioritairement les sites sous influence industrielle.</p>		
						 <p>Travaux de révision en cours à l'OMS.            OMS (2016) : « Selon les conclusions du rapport REVIHAAP considérant les concentrations élevées observées dans certains pays, les données de la littérature sur les effets du SO<sub>2</sub> devraient être réexaminées pour les expositions à très court terme (10 min) et à court terme (24 heures), mais également pour les expositions à long terme, pour lesquelles il n'existe actuellement aucune valeur guide. »</p>	
			350	En moyenne horaire	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2005 à ne pas dépasser plus de 24 fois/an		
	Seuil d'alerte		500	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives			 <p>Les valeurs guides pour une exposition à court terme de l'OMS sont établies pour une durée de 10 minutes. L'Anses souligne les questions de représentativité spatiale et temporelle en lien avec une mesure sur 10 minutes ainsi que la difficulté de mise en œuvre pour les gestionnaires.</p>
	Seuil d'information et de recommandation		300	En moyenne horaire			
Objectif de qualité		40	En moyenne annuelle		 <p>Simplification de la réglementation française à envisager en supprimant cette norme.</p>		

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n° « 2016-SA-0092 »**

NORMES EU et/ou FR ACTUELLES					Commentaires
Polluant	Type de norme	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Durée d'exposition	Précision	
O <sub>3</sub>	Objectif de qualité	120	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures		L'objectif à long terme de la Directive 2008/50/CE dispose de la même définition que l'objectif de qualité définie dans la réglementation française. Il représente aussi un critère d'évaluation de la qualité de l'air ambiant.
	Valeur cible	120	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	Depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2010 à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne calculée sur 3 ans	 La valeur guide de l'OMS de 2005 est de 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ Travaux de révision en cours à l'OMS.  OMS (2016) : «Il existe des effets observés pour des concentrations moyennes sur 8 h inférieures à 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$ . Les experts encouragent l'élaboration d'une valeur guide pour des expositions à long terme.»
	Seuil d'information	180	Sur 1 heure		 Possible révision à envisager si de nouvelles valeurs guides pour des expositions à court terme sont proposées par l'OMS. 
		240	En moyenne horaire <sup>9</sup>		
	Seuil d'alerte	<i>300</i>	<i>En moyenne horaire sur 3 heures consécutives</i>		 Simplification de la réglementation française à envisager en supprimant ces seuils.
		<i>360</i>	<i>En moyenne horaire</i>		

Les valeurs spécifiques proposées par la réglementation française apparaissent en italique sur fond bleu

<sup>9</sup> devant être mesuré ou prévu sur 3 heures consécutives

---

## Normes de qualité de l'air ambiant

---

Saisine « 2016-SA-0092 – Normes de qualité de l'air ambiant »

# **RAPPORT d'expertise**

Février 2017

## Mots clés

---

Pollution air ambiant, air extérieur, pollution air, pollution atmosphérique, norme, réglementation sanitaire nationale – France, réglementation européenne, réglementation internationale, effet santé, protection de la santé, valeur guide, population générale

Ambient air pollution, outdoor air, air pollution, atmospheric pollution, standard, national health regulation – France, European health regulation, International health regulation, health effect, health protection, guideline value, general population

## Présentation des intervenants

**PRÉAMBULE :** Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

### EXPERTS RAPPORTEURS

---

M. BENTAYEB Malek – Chargé de projet scientifique (SpFrance (Ex-InVS)). Compétences : Epidémiologie environnementale ;

Mme GHERSI Véronique – Responsable Service Diagnostics et prévisions (AIRPARIF). Compétences : Surveillance de la qualité de l'air, chimie atmosphérique et pollution particulaire ;

Mme MONTEIL Christelle – Enseignant chercheur (Université de Rouen). Compétences : Toxicologie ;

M. RIVIERE Emmanuel – Directeur adjoint (ASPA) puis Directeur délégué (ATMO Grand Est depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017). Compétences : Métrologie, méthodes d'analyse et de surveillance, air ambiant et intérieur, modélisation des émissions, évaluation de l'exposition.

### PARTICIPATION ANSES

---

#### Coordination scientifique

Mme Marion KEIRSBULCK – Direction de l'évaluation des risques

#### Contribution scientifique

Mme Salma ELREEDY – Direction des affaires européennes et internationales

Mme Marion KEIRSBULCK – Direction de l'évaluation des risques

Mme Valérie PERNELET-JOLY – Direction de l'évaluation des risques

### AUDITIONS DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

---

#### Organisation mondiale de la santé (Bureau Europe - WHO European Centre for Environment and Health) – 22 novembre 2016

Mme Marie-Eve HEROUX – Technical Officer, Air Quality & Noise

#### France Nature Environnement (FNE) – 1<sup>er</sup> décembre 2016

Mme Anne LASSMAN-TRAPPIER

**RESPIRE – 1<sup>er</sup> décembre 2016**

M. Sébastien VRAY

**Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (APPA) – 1<sup>er</sup> décembre 2016**

Mme Isabelle ROUSSEL

**Association pour la surveillance et l'étude de pollution atmosphérique en Alsace (ASPA) – 5 décembre 2016**

M. Joseph KLEINPETER – Directeur

## SOMMAIRE

Présentation des intervenants .....	3
Sigles et abréviations .....	8
Liste des tableaux.....	11
Liste des figures .....	12
<b>1 Contexte et objet de l'expertise.....</b>	<b>13</b>
1.1 Contexte.....	13
1.2 Objet de la saisine.....	13
<b>2 Méthode d'expertise .....</b>	<b>15</b>
2.1 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	15
2.2 Consultation internationale .....	15
2.3 Revue de la littérature .....	15
2.4 Auditions .....	17
2.5 Prévention des risques de conflits d'intérêts .....	18
<b>3 Définitions.....</b>	<b>19</b>
<b>4 Etat des lieux sur les normes de qualité de l'air.....</b>	<b>21</b>
4.1 Valeurs guides de qualité de l'air ambiant de l'OMS .....	21
4.2 Réglementation européenne relative aux normes de qualité de l'air ambiant.....	24
4.3 Réglementation française relative aux normes de qualité de l'air ambiant .....	27
4.3.1 Spécificités françaises .....	28
4.3.1.1 Présentation générale .....	28
4.3.1.2 Spécificité relative aux seuils d'information et de recommandation pour les particules.....	30
4.3.1.2.1 Introduction.....	30
4.3.1.2.2 Travaux de l'Afsset (2009).....	30
4.3.1.2.3 Travaux du HCSP (2012).....	31
4.4 Panorama à l'international.....	32
4.4.1 Panorama global des normes à l'étranger.....	33
4.4.1.1 Bilan du panorama global.....	41
4.4.1.2 Spécificités identifiées au sein de l'Union européenne.....	41
4.4.2 Normes de qualité de l'air ambiant aux Etats-Unis et au Canada .....	42
4.4.2.1 Valeurs américaines proposées par l'US EPA et appliquées aux Etats-Unis.....	42
4.4.2.2 Valeurs au Canada.....	44
<b>5 Actualisation des connaissances sur les effets sur la santé .....</b>	<b>47</b>
5.1 Synthèse des conclusions de l'OMS, de l'US EPA et de Santé Canada.....	47
5.1.1 Particules .....	51
5.1.2 Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	53
5.1.3 Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....	56

5.1.4	Ozone (O <sub>3</sub> ).....	58
<b>5.2</b>	<b>Revue de la littérature.....</b>	<b>61</b>
5.2.1	Pollution de l'air ambiant.....	61
5.2.2	Particules .....	61
5.2.2.1	Pathologies respiratoires.....	61
5.2.2.1.1	Effets à court terme.....	62
5.2.2.1.2	Effets à long terme.....	62
5.2.2.2	Pathologies cardiovasculaires.....	62
5.2.2.2.1	Effets à court terme.....	62
5.2.2.2.2	Effets à long terme.....	63
5.2.2.3	Mortalité.....	63
5.2.2.3.1	A court terme.....	63
5.2.2.3.2	A long terme.....	63
5.2.3	Ozone.....	64
5.2.3.1	Mortalité cardiovasculaire et respiratoire.....	64
5.2.3.2	Système nerveux central - Fonctions cognitives.....	64
5.2.3.3	Effets cutanés.....	64
<b>5.3</b>	<b>Travaux en cours.....</b>	<b>65</b>
5.3.1	A l'US EPA.....	65
5.3.2	A l'OMS.....	65
<b>6</b>	<b>Conclusions / Recommandations .....</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>Perspectives .....</b>	<b>82</b>
7.1	Eléments de politiques publiques (Cour des comptes, 2016).....	82
7.1.1	Historique et outils .....	82
7.1.2	Focus .....	84
7.2	Retours d'auditions.....	85
7.3	Conclusion.....	86
<b>8</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>88</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>92</b>	
Annexe 1	: Lettre de saisine.....	93
Annexe 2	: Liste des organismes et pays ciblés dans la consultation internationale de l'Anses sur la thématique « Qualité de l'air et santé».....	95
Annexe 3	: Questionnaire soumis dans le cadre de la consultation internationale.....	96
Annexe 4	: Revue de la littérature – définition des requêtes dans les bases Scopus et Pubmed.....	98
Annexe 5	: Détail des lignes directrices de l'OMS proposées en 2005.....	102
Annexe 6	: Panorama des normes existantes dans le monde.....	105
6.1	: Particules – PM <sub>10</sub> .....	106
6.2	: Particules – PM <sub>2,5</sub> .....	109
6.3	: Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ).....	112
6.4	: Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	117

<b>6.5 : Ozone (O<sub>3</sub>)</b> .....	<b>122</b>
<b>Annexe 7 : Synthèse des valeurs proposées par l’OMS, l’US EPA et au Canada</b> .....	<b>126</b>
<b>7.1 : Particules</b> .....	<b>126</b>
<b>7.2 Dioxyde d’azote</b> .....	<b>127</b>
<b>7.3 Dioxyde de soufre</b> .....	<b>128</b>
<b>7.4 Ozone</b> .....	<b>128</b>

## Sigles et abréviations

AASQA : association agréée de surveillance de la qualité de l'air

AEE : Agence européenne de l'environnement

AhR : Aryl hydrocarbon receptor

APPA : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique

AQGs : Air Quality Guidelines

As : Arsenic

BC : black carbon (en français : carbone suie)

BPCO : Broncho-pneumopathie chronique obstructive

CAAQS : Canadian ambient air quality standards (en français: norme canadienne de qualité d'air ambiant)

CAFE : Clean Air For Europe (en français : air pur pour l'Europe)

CCME : Conseil canadien des ministres de l'environnement

Cd : cadmium

CES : comité d'experts spécialisé

CGDD : Commissariat général au développement durable

CIRC : centre international de recherche sur le cancer

CO : monoxyde de carbone

CSHPF : Conseil supérieur d'hygiène publique de France

DGEC : Direction générale de l'énergie et du climat

DG ENV : Direction Environnement de la Commission européenne

DGS : Direction générale de la santé

ERR : excès de risque relatif

FA : fraction de risque attribuable

FNE : France nature environnement

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

HCSP : Haut conseil de santé publique

Hg : Mercure

HR : Hazard Ratio

HRAPIE : Health Risk of Air Pollution In Europe

IC : intervalle de confiance

IEM : indicateur d'exposition moyenne

ISA : Integrated scientific assessment (en français : évaluation scientifique intégrée)

LAURE : Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie

NAAQO : National Ambient Air Quality Objectives (en français : objectifs nationaux de qualité d'air ambiant)

NAAQS : National Ambient Air Quality Standards (en français: norme nationale de qualité d'air ambiant)

NEC: national emission ceiling (en français : plafond national d'émission)

Ni : Nickel

NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote

NOx : oxydes d'azote

O<sub>3</sub> : ozone

OMS : Organisation mondiale de la santé

OR : Odds ratio

Pb : plomb

PDU : Plan de déplacement urbain

PM : particulate matter

PM<sub>2,5</sub> : particule d'un diamètre aérodynamique moyen de 2,5 µm ou moins, appelée particules fines

PM<sub>10</sub> : particule d'un diamètre aérodynamique moyen de 10 µm ou moins

PM<sub>10-2,5</sub> : particule d'un diamètre aérodynamique moyen entre 2,5 et 10 µm, appelé particules grossières

PPA : plan de protection de l'atmosphère

ppb : partie par billion

ppm : partie par million

Psas : Programme de surveillance air et santé

PUF : particules ultrafines correspondant au PM<sub>0,1</sub> particule d'un diamètre aérodynamique moyen de 1µm ou moins

REVIHAAP : Review of evidence on health aspects of air pollution

µg.m<sup>-3</sup> : microgramme par mètre cube

RR : Risk relatif

US EPA : US Environmental protection agency (en français : agence américaine de protection de l'environnement)

SO<sub>2</sub> : dioxyde de soufre

SpFrance : Santé publique France

TSP : Total suspended particles

VFC : variabilité de la fréquence cardiaque

WHA : Assemblée mondiale de la Santé

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Définition des normes de qualité de l'air ambiant issue de la réglementation européenne et française	19
Tableau 2 : Historique des WHO AQGs proposées pour les particules, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et l'ozone	22
Tableau 3 : Priorisation des polluants de l'air ambiant pour la mise à jour des valeurs guides de l'OMS– Avis d'experts (OMS, 2016)	24
Tableau 4 : Valeurs réglementaires européennes pour les particules, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et l'ozone, en vue de la protection de la santé (Directive 2008/50/CE et 2004/107/CE)	26
Tableau 5 : Valeurs spécifiques proposées par la réglementation française pour les particules, les dioxydes d'azote et de soufre et l'ozone	29
Tableau 6 : Excès de risque relatif (ERR) et fractions de risque attribuable (FA), en pourcentage, pour différents niveaux journaliers de PM <sub>10</sub> et différents événements sanitaires	31
Tableau 7 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour les particules PM <sub>10</sub>	34
Tableau 8 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour les particules PM <sub>2,5</sub>	35
Tableau 9 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	36
Tableau 10 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	38
Tableau 11 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour l'ozone (O <sub>3</sub> )	40
Tableau 12 : Valeurs spécifiques identifiées sur le site Airlex pour des pays Etats Membres de l'Union européenne pour les valeurs limite pour la protection de la santé humaine pour les particules, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre	41
Tableau 13 : Historique des valeurs proposées par l'US EPA pour les particules, le dioxyde d'azote le dioxyde de soufre et l'ozone (source : <a href="https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table">https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table</a> )	42
Tableau 14 : Historique des valeurs proposées au Canada pour les particules, les dioxydes d'azote et de soufre et l'ozone	45
Tableau 15 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé des particules	51
Tableau 16 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé du NO <sub>2</sub>	53
Tableau 17 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé du SO <sub>2</sub>	56
Tableau 18 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé de l'O <sub>3</sub>	58
Tableau 19 : Synthèse des normes plus protectrices (en µg.m <sup>-3</sup> ) pour les PM <sub>2,5</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française	67
Tableau 20 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en µg.m <sup>-3</sup> ) pour les PM <sub>10</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française	68
Tableau 21 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en µg.m <sup>-3</sup> ) pour les NO <sub>2</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française	69

Tableau 22 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pour les $\text{SO}_2$ que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française	70
Tableau 23 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pour l'ozone que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française	71
Tableau 24 : Précision sur les valeurs guides de l'OMS et des niveaux intermédiaires préconisés pour les particules	102
Tableau 25 : Précision sur les valeurs guides de l'OMS et des niveaux intermédiaires préconisés pour le dioxyde de soufre	103
Tableau 26 : Précision sur les valeurs guides de l'OMS et des niveaux intermédiaires préconisés pour l'ozone	103
Tableau 27: Normes existantes pour les particules $\text{PM}_{10}$ (source : <a href="http://airlex.web.ua.pt/">http://airlex.web.ua.pt/</a> )	106
Tableau 28: Normes existantes pour les particules $\text{PM}_{2,5}$ (source : <a href="http://airlex.web.ua.pt/">http://airlex.web.ua.pt/</a> )	109
Tableau 29: Normes existantes pour le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) (source : <a href="http://airlex.web.ua.pt/">http://airlex.web.ua.pt/</a> )	112
Tableau 30: Normes existantes pour le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) (source : <a href="http://airlex.web.ua.pt/">http://airlex.web.ua.pt/</a> )	117
Tableau 31: Normes existantes pour l'ozone ( $\text{O}_3$ ) (source : <a href="http://airlex.web.ua.pt/">http://airlex.web.ua.pt/</a> )	122
Tableau 32 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour les particules $\text{PM}_{10}$	126
Tableau 33 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour les particules $\text{PM}_{2,5}$	126
Tableau 34 : Valeurs journalières proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour les particules $\text{PM}_{2,5}$	127
Tableau 35 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour le $\text{NO}_2$	127
Tableau 36: Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour le $\text{SO}_2$	128
Tableau 37 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour l' $\text{O}_3$	128

## Liste des figures

Figure 1 : Principe général de revue de la littérature	16
Figure 2 : Représentation schématique des principaux textes de la réglementation relatifs à la qualité de l'air	20
Figure 3 : Chronologie de la réglementation européenne dans le domaine de la pollution atmosphérique, déclinaison des textes législatifs et planification nationale en France	83
Figure 4 : Outils de planification en France contribuant à la mise en œuvre de la politique relative à la qualité de l'air (source : PCAET : Vade-mecum Ademe-MEEM, mars 2016)	84

# 1 Contexte et objet de l'expertise

## 1.1 Contexte

La connaissance des effets sanitaires et environnementaux de la pollution de l'air ambiant par un grand nombre de polluants chimiques est bien établie depuis de nombreuses années. Au cours des années 90, l'état des connaissances était déjà suffisant pour alimenter le débat en France alors en vigueur dans le contexte de la préparation de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (la LAURE) de 1996.

Celle-ci transpose en droit français la directive communautaire 96/62/CE qui introduit un cadre pour le développement de la surveillance de la qualité de l'air dans les pays de l'Union européenne. Cette directive a été à l'origine de 4 directives filles fixant des valeurs limites réglementaires (en moyenne annuelle, voir en période de pic) pour différents polluants résultant de travaux portés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) : le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), les particules (PM<sub>10</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le benzène, le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le mercure (Hg), le nickel (Ni) et le plomb (Pb).

En 2008, la législation européenne s'est simplifiée et clarifiée en matière de qualité de l'air avec la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 qui fusionne dans un seul acte la directive cadre de 1996 et 3 des directives filles (99/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE). Cette directive prévoit également des mesures relatives aux particules fines (PM<sub>2,5</sub>). La dernière directive fille 2004/107/CE relative à la fixation de valeurs limites pour les HAP, l'As, le Cd, le Hg et le Ni est restée quant à elle en vigueur. Les normes de qualité de l'air associées à ces réglementations européennes s'imposent aux Etats membres mais ces derniers peuvent fixer des normes spécifiques à condition qu'elles ne soient pas moins protectrices que les normes européennes.

Un rapport du gouvernement, après avis de l'Anses et du Haut conseil de santé publique (HCSP), comportant des recommandations relatives aux normes de qualité de l'air en tenant compte des dernières connaissances scientifiques est demandé dans une proposition de loi visant à l'automatisme du déclenchement de mesures d'urgence en cas de pics de pollution<sup>1</sup>.

Il est clairement établi aujourd'hui, notamment sur la base de nombreuses études épidémiologiques, que les niveaux de pollution actuels de l'air ambiant ont un impact sur la santé, et plus particulièrement sur les maladies respiratoires et cardiovasculaires. L'Agence est mobilisée depuis de nombreuses années sur la problématique de la pollution de l'air extérieur et de ses impacts sur la santé humaine et mène divers travaux d'évaluation scientifique. C'est dans ce contexte que l'Anses a été saisie.

## 1.2 Objet de la saisine

L'Anses a été saisie par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) et la direction générale de la santé (DGS) le 18 avril 2016 afin d'émettre des recommandations relatives aux normes de qualité de l'air ambiant existantes et établies pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub>. Il est demandé à l'agence de :

---

<sup>1</sup> Dans la version adoptée en 1<sup>ère</sup> lecture à l'Assemblée nationale le 14 janvier 2016 : <https://www.senat.fr/dossier-legislatif/ppl15-301.html>

1/ Réaliser un état des lieux des normes de qualité de l'air spécifiques éventuellement utilisées dans les Etats membres, des dernières données scientifiques disponibles et des réflexions ou travaux en cours sur ce sujet en précisant leur échéance ;

2/ Faire des recommandations sur les pistes à privilégier pour que les normes de qualité de l'air répondent au mieux aux besoins de protection de la population (au regard de l'exposition chronique à la pollution et pendant les pics de pollution en tenant compte de leur intensité et de leur éventuelle persistance) en veillant à l'efficacité de l'action et de la mobilisation des décideurs et du grand public.

La délimitation du champ de l'expertise a été discutée avec le comité d'experts spécialisé « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » et le représentant du ministère chargé de l'écologie présent lors de la séance du 19 mai 2016.

Suite à ces échanges, il a été proposé de réaliser une expertise portant sur les normes pour la protection de la santé humaine uniquement excluant les normes existantes pour la protection de la végétation. Elle reposera sur une analyse de la pertinence des normes par rapport à leur définition et leurs valeurs sans évaluation des mesures de gestion associées.

Les éléments attendus concernent plus précisément les points suivants :

- Une revue des normes de qualité de l'air existantes à l'étranger,
- Un recueil et une analyse des nouvelles données ou travaux en cours relatifs aux effets sur la santé des polluants visés et pouvant concourir à une actualisation des normes,
- Un historique et une analyse des actions de gestion en France associées aux normes de qualités de l'air depuis la loi n°96-1236 (LAURE), en priorité pour les polluants visés par la saisine,
- Une analyse de la pertinence, de la cohérence et du niveau de compréhension des différentes normes existantes avec un angle d'analyse sanitaire uniquement.

A plus long terme, un volet « sciences humaines et sociales » est envisagé par l'Anses afin d'expertiser la visibilité, la compréhension et l'efficacité des normes en évaluant la prise de conscience de la problématique de la pollution atmosphérique, les démarches développées par les pouvoirs publics, et le comportement des individus.

## 2 Méthode d'expertise

### 2.1 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'instruction de cette saisine a été réalisée par l'unité d'évaluation des risques liés à l'air, avec l'appui de 4 experts rapporteurs externes nommés *intuitu personae* spécifiquement dans le cadre de ces travaux. Leurs domaines de compétences sont les suivants : toxicologie, épidémiologie et surveillance de la qualité de l'air ambiant.

L'avancement de ces travaux a été présenté pour information au CES « Evaluation des risques sanitaires liés aux milieux aériens » lors des séances du 17/11/2016 et du 30/01/17.

La collecte des informations nécessaires à la réalisation de cette expertise a reposé sur la réalisation d'une consultation à l'international ainsi qu'une recherche bibliographique (revues à comité de lecture, ouvrages de référence ou littérature grise), complétées par l'audition d'acteurs français et internationaux du domaine de la pollution de l'air ambiant. Les modalités d'organisation de ces investigations sont décrites dans les parties suivantes.

### 2.2 Consultation internationale

Une consultation internationale a été réalisée en collaboration avec la Direction des affaires européennes et internationale de l'Anses auprès d'organismes analogues à l'Anses, principalement européens et nord-américains. L'objectif était de connaître les processus ayant amené les pays à réglementer les polluants de l'air ambiant.

L'agence a contacté 9 organismes, présentés en Annexe 2, qui ont été invité à répondre à un questionnaire (cf. Annexe 3). L'Agence européenne de l'environnement (AEE) a transmis la demande aux membres de son réseau « Qualité de l'air » comprenant des contacts dans toute l'Europe en septembre 2016. Le questionnaire a été établi pour collecter des informations en vue d'alimenter deux expertises conduites concomitamment à l'Anses :

- Les normes de qualité de l'air ambiant (Partie A) dont il est question ici ;
- Les polluants émergents dans l'air ambiant (Partie B), objets d'une autre expertise en cours.

En novembre 2016, 11 réponses ont été reçues sur une durée de 3 mois de consultation correspondant à 6 pays :

- En Europe : l'Italie, les Pays-Bas ; la République Tchèque et la Hongrie ;
- En Amérique du Nord : le Canada et les Etats-Unis.

### 2.3 Revue de la littérature

La réalisation d'une revue de la littérature dans le cadre de ces travaux d'expertise a pour objectif d'actualiser l'état des connaissances sur les effets sur la santé de la pollution atmosphérique en ciblant plus spécifiquement les polluants entrant dans le périmètre de l'expertise : les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub>.

L'objet de cette revue de la littérature n'est pas de justifier à nouveau l'existence d'effets sanitaires de la pollution atmosphérique en général et/ou des polluants ciblés dans cette expertise, mais de mettre en exergue les nouvelles données qui pourraient conduire à des recommandations sur les valeurs en vigueur en France et/ou à leur révision.

La Figure 1 décrit les différentes étapes suivies et les résultats obtenus à chacune d'elles en termes de nombre de références. Le principe décliné se base sur le diagramme de flux PRISMA 2009 qui définit les lignes directrices pour rapporter les revues systématiques et les méta-analyses (Gedda, 2015).

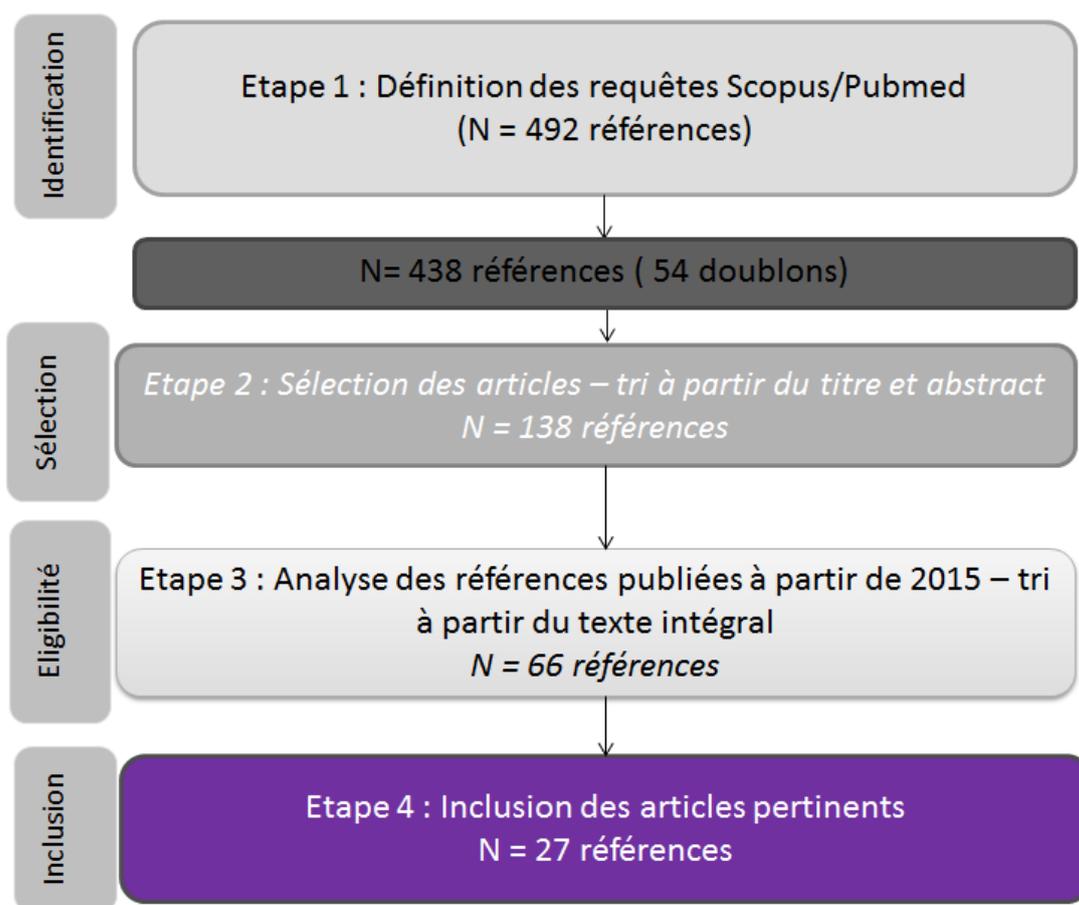


Figure 1 : Principe général de revue de la littérature

Des requêtes ont été lancées dans les bases de données auxquelles l'Anses a accès. Il s'agit des bases de données bibliographiques Pubmed et Scopus. L'objectif de cette revue de la littérature étant de mettre à jour les connaissances sur les effets sur la santé de la pollution de l'air, il a été retenu de cibler les revues de la littérature (revue systématique ou méta-analyse) publiées à partir

de 2014. Cette périodicité prend en compte les rapports récents (REVIHAAP et HRAPIE<sup>2</sup>) réalisés par l'OMS.

Pour optimiser les équations de recherche, les résultats des premières requêtes ont été analysés afin d'identifier des termes d'exclusion, préciser les mots clés et restreindre les recherches à un type d'étude. Cette démarche est détaillée en Annexe 4 (Etape 1 - Figure 1).

Un tri des articles à partir du titre et du résumé a été réalisé (Etape 2 - Figure 1) afin de sélectionner les articles entrant dans le champ de l'expertise.

En lien avec les travaux de l'agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) et de Santé Canada publiés entre 2013 et 2016, l'analyse des références à partir du texte intégral a porté sur les références publiées depuis 2015 afin d'identifier les revues apportant des nouvelles informations sur les effets sur la santé des polluants ciblés (Etape 3 - Figure 1).

Des publications supplémentaires ont été identifiées par les experts rapporteurs en lien avec leurs bases de données et leurs veilles bibliographiques dans leurs domaines de compétences.

Au final, 17 revues ont été incluses car amenant des nouvelles informations sur les effets sur la santé des polluants entrant dans le champ de l'expertise et 10 articles originaux ont été identifiés dans ces revues ou publiés récemment ou issus des travaux de Santé publique France (SpFrance) sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique et sont synthétisés dans le chapitre 5.2.

## 2.4 Auditions

Plusieurs auditions ont été organisées ayant pour objectif de préciser l'historique des normes existantes en France, l'organisation de la révision des valeurs guides de la qualité de l'air de l'OMS et les attentes et expériences d'organismes associatifs dans le domaine de la pollution atmosphérique.

Concernant l'historique des normes de qualité de l'air ambiant en France, le point de vue de J. Kleinpeter, directeur de l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) en Alsace, Champagne-Ardenne et Lorraine, a été recueilli en lien notamment avec sa participation, au Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) ayant eu à traiter de questions relatives à la pollution atmosphérique, et plus récemment au groupe de travail sur la pollution par les particules dans l'air ambiant du Haut conseil de santé publique (HCSP) .

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a lancé une mise à jour de ses valeurs guides pour l'air ambiant suite à une consultation d'experts en septembre 2015 (OMS, 2016). Ce travail s'inscrit dans le cadre de la résolution de la 68<sup>ème</sup> Assemblée mondiale de la Santé (WHA, organe décisionnel suprême de l'OMS) adoptée en mai 2015. Le rôle de l'OMS dans la production de recommandations pour un air pur qui protègent la santé humaine, est reconnu par les États membres, ainsi que la nécessité de soutenir des activités telles que l'élaboration et la mise à jour régulière des valeurs guides de qualité de l'air ambiant afin d'appuyer des prises de décision effectives et efficaces. Le bureau de l'Europe en charge de cette mise à jour a précisé l'organisation des travaux de l'OMS et permis ainsi de mettre en avant la synergie des travaux de l'Anses avec le processus lancé par l'OMS sur la mise à jour de ses Air Quality Guidelines (AQGs).

Enfin, une consultation de certaines parties prenantes notamment associatives a été proposée par l'unité d'évaluation des risques liés à l'air en lien avec d'autres travaux d'expertise relatifs à la problématique de la qualité de l'air ambiant en cours de réalisation à l'Anses afin de recueillir leurs

---

<sup>2</sup> HRAPIE : Health Risk of Air Pollution In Europe ; REVIHAAP : Review of evidence on health aspects of air pollution

retours d'expérience et leurs attentes potentielles sur ces sujets et de façon plus large sur la pollution atmosphérique. Il a été proposé l'organisation d'une audition commune sur une demi-journée des 5 associations suivantes : Respire, France nature environnement (FNE), Réseau Action Climat, Transport et Environnement et Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (APPA). Les associations ayant été présentes à cette audition (FNE, APPA et Respire) ont eu un temps d'échange distinct proposé sur chaque sujet.

## 2.5 Prévention des risques de conflits d'intérêts

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'agence ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

### 3 Définitions

Le terme « Normes de qualité de l'air ambiant » fait référence à la réglementation française notamment aux articles L221-1 et R.221-1 du code de l'environnement. Il englobe différents types de valeurs réglementaires qui sont appliquées pour différents polluants atmosphériques et pour différents pas de temps. Ces normes proviennent notamment de la transposition des directives européennes.

Les définitions de ces normes, correspondant au type de valeur, sont détaillées dans le Tableau 1. Il est important de noter que cette expertise ne prend pas en compte les mesures de gestion ou contraintes associées à ces différentes normes.

**Tableau 1 : Définition des normes de qualité de l'air ambiant issue de la réglementation européenne et française**

Définition proposée par la réglementation européenne	Définition proposée par la réglementation française
<i>Directive 2008/50/CE</i>	<i>Article R 221-1 du code de l'environnement</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>« valeur limite » : un niveau fixé sur la base des 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, <b><u>à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.</u></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>" Valeur limite " : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques <b><u>à ne pas dépasser</u></b> dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>« valeur cible » : un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, <b><u>à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.</u></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>" Valeur cible " : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, <b><u>à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné.</u></b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>« objectif à long terme » : un niveau <b><u>à atteindre à long terme</u></b>, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>« Objectif de qualité » : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère <b><u>à atteindre à long terme</u></b>, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>« seuil d'alerte » : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à <b><u>partir duquel les États membres doivent immédiatement prendre des mesures.</u></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>" Seuil d'alerte " : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère <b><u>au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement</u></b> justifiant l'intervention de mesures d'urgence.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>« seuil d'information » : un niveau <b><u>au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et pour lequel des informations</u></b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>« Seuil d'information et de recommandation » un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère <b><u>au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles</u></b></li> </ul>

Définition proposée par la réglementation européenne	Définition proposée par la réglementation française
<i>Directive 2008/50/CE</i>	<i>Article R 221-1 du code de l'environnement</i>
<b><u>immédiates et adéquates sont nécessaires.</u></b>	<b><u>de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>IEM : indicateur d'exposition moyenne déterminé sur la base des mesures effectuées dans les lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine situés dans des zones et agglomérations sur l'ensemble du territoire. Estimation en moyenne sur 3 années civiles consécutives.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicateur d'exposition moyenne (IEM) : une concentration moyenne à laquelle est exposée la population et qui est calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire.</li> </ul>

L'historique des normes de qualité de l'air notamment les principaux textes législatifs et réglementaires instaurant leur mise en place sont représentés sur la Figure 2.

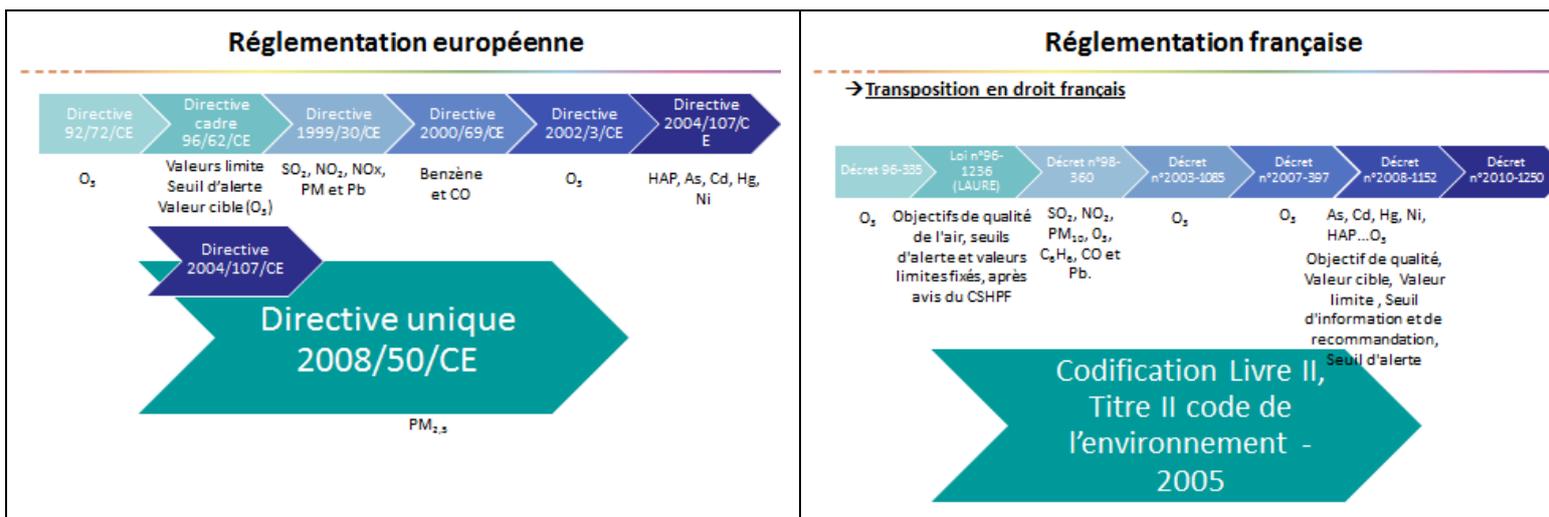


Figure 2 : Représentation schématique des principaux textes de la réglementation relatifs à la qualité de l'air

## 4 Etat des lieux sur les normes de qualité de l'air

Les valeurs guides de qualité d'air ambiant de l'OMS constituent la base scientifique pour protéger la santé des populations par rapport aux effets de la pollution atmosphérique et contribuer à éliminer ou réduire au maximum les polluants atmosphériques reconnus ou soupçonnés d'être dangereux pour la santé ou le bien-être de l'Homme. Elles résultent des connaissances sur les effets sur la santé documentées par les données médicales, épidémiologiques et toxicologiques. L'historique des valeurs guides de qualité de l'air de l'OMS sera décrit succinctement. Elles n'ont pas de caractère obligatoire ni réglementaire et sont destinées à être utilisées partout dans le monde. Elles ont été élaborées pour soutenir les actions en vue d'atteindre une qualité de l'air permettant de protéger la santé des populations dans différents contextes. Des normes relatives à la qualité de l'air sont par ailleurs fixées par pays, afin de protéger la santé de ses citoyens, et en tant que telles constituent un élément important de la gestion des risques et des politiques environnementales nationales. Les normes nationales varieront en fonction de la stratégie adoptée pour parvenir à un équilibre entre les risques sanitaires, la faisabilité technologique, des considérations économiques et divers autres facteurs politiques et sociaux qui, à leur tour, vont dépendre, entre autres choses, du degré de développement et de la capacité nationale en matière de gestion de la qualité de l'air.

Les valeurs indicatives recommandées par l'OMS tiennent compte de cette hétérogénéité et reconnaissent notamment que, lorsqu'ils mettent au point des normes de qualité de l'air, les gouvernements devraient étudier soigneusement leur propre situation locale, avant d'adopter directement les lignes directrices en tant que normes juridiquement fondées.

En a découlé la réglementation européenne établissant des normes afin d'améliorer la qualité de l'air ambiant ainsi que leur transposition dans les Etats-Membres. Les spécificités de la réglementation en France seront présentées, suivies d'une vision globale de la situation dans le monde afin de mettre en avant les normes existantes à l'international.

### 4.1 Valeurs guides de qualité de l'air ambiant de l'OMS

Les premières lignes directrices relatives à la qualité de l'air ont été établies par l'OMS en 1987. Elles ont été révisées à plusieurs reprises (1997 et 2005) afin de prendre en compte les nouvelles études concernant les effets de la pollution de l'air sur la santé publiées dans la littérature scientifique (OMS, 2000 ; 2006).

Des valeurs guides<sup>3</sup> de l'OMS pour l'air ambiant, dénommées Air quality guidelines (AQGs) dans la suite du document, ont été proposées pour 32 substances chimiques mettant l'accent sur les connaissances relatives à la relation dose- réponse pour chaque polluant considéré et ce en fonction du type d'exposition (exposition à court ou à long terme).

Des valeurs ont aussi été établies par l'OMS pour la protection de la végétation ; elles ne sont pas abordées dans la présente expertise.

---

<sup>3</sup> Air quality guidelines (AQGs): "A guideline value is a particular form of guideline. It has a numerical value expressed either as a concentration in ambient air (...), which is linked to an averaging time. In the case of human health, the guideline value provides a concentration below which no adverse effects or (in the case of odorous compounds), no nuisance or indirect health significance are expected, although it does not guarantee the absolute exclusion of effects at concentrations below the given value" (OMS, 2000).

L'historique des valeurs proposées par l'OMS pour les particules, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre, est présenté dans le Tableau 2.

**Tableau 2 : Historique des WHO AQGs proposées pour les particules, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et l'ozone**

	Origine	Concentration en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Durée d'exposition	Commentaires
<b>TSP</b>	OMS 1987	120	24 h	combinaison avec le $\text{SO}_2$
<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>OMS 2006</b>	<b>20</b>	<b>1 an</b>	3 niveaux intermédiaires (IT-1, IT-2, IT3) Associés à une augmentation du risque de mortalité toute cause, cardiopulmonaire et par cancer du poumon
		<b>50</b>	<b>24 h</b>	A ne pas dépasser plus de 3 jours 3 niveaux intermédiaires (IT-1, IT-2, IT3) Associés à une augmentation du risque de mortalité à court terme
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>OMS 2006</b>	<b>10</b>	<b>1 an</b>	3 niveaux intermédiaires (IT-1, IT-2, IT3) Associés à une augmentation du risque de mortalité toute cause, cardiopulmonaire et par cancer du poumon
		<b>25</b>	<b>24 h</b>	A ne pas dépasser plus de 3 jours 3 niveaux intermédiaires (IT-1, IT-2, IT3) Associés à une augmentation du risque de mortalité à court terme
<b>NO<sub>2</sub></b>	OMS 1987	150	24 h	
		400	1 h	
	OMS 2000	40	annuel	
		200	1 h	
<b>OMS 2006</b>	<b>40</b>	<b>1 an</b>	preuves d'effets sur les symptômes respiratoires des nourrissons à des concentrations de $\text{NO}_2$ inférieures à $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Incertitude sur les effets directs du $\text{NO}_2$	
	<b>200</b>	<b>1 h</b>		
<b>SO<sub>2</sub></b>	OMS 1987	50	1 an	combinaison avec les particules
		125	24 h	combinaison avec les particules
		350	1 h	
		500	10 min	
	OMS 2000	50	1 an	N'est plus combiné aux particules
		125	24 h	
		500	10 min	
	<b>OMS 2006</b>	<b>20</b>	<b>24 h</b>	2 niveaux intermédiaires (IT-1, IT-2) Approche prudente considérant les incertitudes liée au fait que le $\text{SO}_2$ soit la cause des effets observés, la difficulté pratique d'atteindre des concentrations associées à aucun effet et la nécessité d'avoir un degré de protection supérieur

	Origine	Concentration en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Durée d'exposition	Commentaires
		<b>500</b>	<b>10 min</b>	
<b>O<sub>3</sub></b>	OMS 1987	100-120	8 h	
		150-200	1 h	
	OMS 2000	120	8h	
	<b>OMS 2006</b>	<b>100</b>	<b>8 h</b>	1 niveau intermédiaire et 1 niveau élevé Associés à une augmentation du risque de mortalité à court terme

Les valeurs guides figurant en rouge dans le tableau sont celles actuellement en vigueur et résultant de l'actualisation de 2005. Cette dernière mise à jour a concerné spécifiquement les polluants entrant dans le champ de l'expertise de l'Anses dont des résultats importants étaient apparus les dernières années concernant leurs effets sur la santé.

Pour ces polluants, les lignes directrices proposées par l'OMS en 2005 correspondent à des valeurs pour lesquelles des effets peuvent être attendus (OMS, 2006). L'OMS a proposé ces valeurs pour aider au processus d'établissement des normes qui doivent viser à atteindre les concentrations les plus faibles possibles compte tenu des contraintes, des possibilités et des priorités locales de la santé publique.

De nouvelles valeurs indicatives ont été proposées pour trois des quatre polluants examinés ainsi que des niveaux intermédiaires. Les valeurs proposées dans la seconde édition en 2000 pour le NO<sub>2</sub> ont été conservées sans révision. Pour les particules et l'ozone, un rapport quantitatif entre la concentration du polluant et des conséquences sanitaires particulières (en général la mortalité) a pu être établi. Ces éléments, précisés en Annexe 5, peuvent permettre de définir des scénarios de réduction de la pollution de l'air et d'estimer les coûts et les avantages des interventions visant à réduire la pollution de l'air.

De plus, des cibles intermédiaires sont données pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le SO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub> en tant qu'étapes intermédiaires dans un objectif de réduction progressive de la pollution de l'air. Ces valeurs sont destinées aux régions où la pollution est élevée. Ces cibles visent à favoriser la réduction de fortes concentrations de polluants de l'air, qui ont des conséquences aiguës et graves pour la santé, à des concentrations plus faibles. L'objectif final de la gestion de la qualité de l'air et de la réduction des risques sanitaires devrait cependant être, dans toutes les régions, de progresser vers les valeurs indicatives.

Une nouvelle mise à jour est en cours de réalisation par l'OMS suite à la consultation en 2015 d'un groupe d'experts internationaux afin d'identifier et de discuter les dernières données disponibles sur les effets sanitaires des polluants de l'air ambiant et sur les interventions visant à réduire la pollution de l'air (OMS, 2016). Une revue des données de la littérature a été réalisée pour cette réunion afin de contribuer aux réflexions pour la future mise à jour des AQGs de l'OMS.

Une priorisation des polluants à réévaluer dans le cadre de la future mise à jour des WHO AQGs a été proposée à l'occasion de cette réunion. Elle a été réalisée à partir de la liste de 32 polluants de l'air ambiant retenus ayant déjà été évalués dans le cadre de l'élaboration d'une AQG de l'OMS (1987, 2000 et/ou 2006), et des 3 critères suivants :

- pertinence en termes d'exposition,
- pertinence en termes d'effets sanitaires,

- pertinence pour l'inclusion dans des AQGs de l'OMS,

Le Tableau 3 présente cette priorisation en 4 groupes des polluants de l'air ambiant. Les 3 premiers groupes concernent la pertinence de réévaluer les polluants avec un ordre de priorité décroissant et le dernier groupe ne nécessitant pas de réévaluation sur la base des nouvelles données.

**Tableau 3 : Priorisation des polluants de l'air ambiant pour la mise à jour des valeurs guides de l'OMS– Avis d'experts (OMS, 2016)**

Priorité de réévaluation, par ordre décroissant			Pas besoin de réévaluation
(Groupe 1)	(Groupe 2)	(Groupe 3)	(Groupe 4)
Particules (PM <sub>2,5</sub> et PM <sub>10</sub> )	Cadmium (Cd)	Arsenic (As)	Mercuré (Hg)
Ozone (O <sub>3</sub> )	Chrome (Cr)	Manganèse (Mn)	Amiante
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Plomb (Pb)	Platine (Pt)	Formaldéhyde
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Benzène	Vanadium (V)	Styrène
Monoxyde de carbone (CO)	Dioxines et furanes (PCDD/F)	Butadiène	Tétrachloroéthylène
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)*	Trichloroéthylène	Disulfure de carbone (CS <sub>2</sub> )
		Acrylonitrile**	Fluoride
		sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S)	polychlorobiphényles (PCB)
		Chlorure de vinyle	1,2-dichloroéthane
		Toluène	Dichlorométhane
		Nickel (Ni)	

\* Les HAP ont été mis dans le groupe 2 (benzo[a]pyrène étant le composé de référence) sur la base des nouvelles données depuis 2010 sur les effets non cancérogènes (cardiovasculaires, neurodéveloppementaux, diminution du poids de naissance) et les conclusions de travaux en cours d'évaluation des risques sur la santé et d'établissement de valeurs de référence.

\*\* L'acrylonitrile a été classée dans le groupe 3 avec une possible évolution dans le groupe 2 en fonction des résultats des nouvelles analyses des données de cohorte aux Etats-Unis qui sont attendues dans un délai proche.

Les polluants entrant dans le champ de l'expertise sont tous dans le groupe 1 correspondant au niveau prioritaire de réévaluation considérant le niveau de preuve sur les effets sur la santé. Les conclusions issues de cette priorisation ainsi que l'organisation de la mise à jour des AQGs de l'OMS sont décrites dans le chapitre 5.

## 4.2 Réglementation européenne relative aux normes de qualité de l'air ambiant

Le site de la Direction Environnement de la Commission européenne (DG ENV) indique que dès la fin des années 1970, la pollution de l'air était une des principales problématiques environnementales faisant l'objet d'une politique européenne visant le développement et la mise en œuvre de moyens pour améliorer la qualité de l'air ambiant (contrôle des émissions de sources mobiles, qualité des carburants, protection environnementale dans les secteurs des transports et de l'énergie).

La réglementation européenne relative à la qualité de l'air est fondée sur la directive 96/62/CE relative à l'évaluation et à la gestion de la qualité de l'air ambiant. Quatre directives ont suivi pour la fixation de valeurs limites à respecter dans l'air ambiant (directive 1999/30/CE pour le SO<sub>2</sub> à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2005, les oxydes d'azote (NOx) à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2010, les particules (PM<sub>10</sub>) à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2005, et le Pb à partir de juillet 2001 ; directive 2000/69/CE pour le benzène à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2010, et pour le CO à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2005 ; directive 2002/3/CE relative à l'O<sub>3</sub> depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010 ; directive 2004/107/CE concernant l'As, le Cd, le Hg, le Ni, et les HAP).

Suite au programme « Air pur pour l'Europe » (Clean Air For Europe - CAFE) et à des programmes-cadres de recherche successifs, la stratégie sur la pollution atmosphérique proposée en 2002 pour moderniser la législation européenne a abouti à la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Cette directive fusionne les directives précédemment citées à l'exception de celle de 2004. Elle définit des objectifs en matière de qualité de l'air et également les façons d'évaluer ces mesures et de prendre des mesures correctives si les objectifs ne sont pas atteints. Elle prévoit que le public en soit informé.

Les normes concernant la qualité de l'air ambiant, établies afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans son ensemble reposent sur la fixation de niveaux de concentrations dans l'air pour 12 substances polluantes. Les définitions de ces normes, correspondant au type de valeur, sont détaillées dans le Tableau 1 (cf. chapitre 2). Le Tableau 4 présente les valeurs réglementaires européennes en vigueur pour les polluants entrant dans le champ de cette expertise.

**Tableau 4 : Valeurs réglementaires européennes pour les particules, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et l'ozone, en vue de la protection de la santé (Directive 2008/50/CE et 2004/107/CE)**

	Type de valeur	Concentration en $\mu\text{g.m}^{-3}$	Durée d'exposition	Commentaires
<b>PM<sub>10</sub></b>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	40	En moyenne annuelle	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2005
		50	En moyenne journalière	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2005 à ne pas dépasser plus de 35 fois/an
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	40	En moyenne annuelle	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2010
		200	En moyenne horaire	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2010 à ne pas dépasser plus de 18 fois/an
	Seuil d'alerte	400	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives	
<b>SO<sub>2</sub></b>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	125	En moyenne journalière	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2005 à ne pas dépasser plus de 3 j/an
		350	En moyenne horaire	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2005 à ne pas dépasser plus de 24 fois/an
	Seuil d'alerte	500	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives	
<b>O<sub>3</sub></b>	Objectif à long terme	120	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	
	Valeur cible	120	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2010 à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne calculée sur 3 ans
	Seuil d'information	180	Sur 1 heure	
	Seuil d'alerte	240	En moyenne horaire devant être mesuré ou prévu sur 3 heures consécutives	
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Objectif de réduction de l'exposition		0 à 20 %	En % de l'Indicateur d'exposition moyenne (IEM) de 2010 moyenne sur 3 ans
	Indicateur d'exposition moyen (IEM)	20	En moyenne annuelle	En 2015 moyenne sur 3 ans
	Valeur cible	25	En moyenne annuelle	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2010
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 20*	En moyenne annuelle	Au 1 <sup>er</sup> janvier 2015 Au 1 <sup>er</sup> janvier 2020

\* valeur limite indicative qui sera révisée par la commission en 2013 à la lumière des informations complémentaires sur l'impact sanitaire et environnementale, la faisabilité technique et l'expérience acquise (indication fournie dans le texte de la directive 2008/50/CE)

En 2013, « Année de l'air » au niveau européen, une étude approfondie de la politique de l'air européenne a été effectuée afin d'élaborer une nouvelle stratégie visant à améliorer sensiblement

la qualité de l'air dans l'Union européenne. Ces réflexions ont abouti à l'adoption le 18 décembre 2013 de plusieurs mesures visant à l'amélioration de la qualité de l'air dont un nouveau programme d'actions. Celui-ci prévoit la fixation de nouveaux objectifs pour la qualité de l'air jusqu'à 2030, la révision des plafonds d'émission pour 6 polluants majeurs et une proposition de directive pour réduire les émissions des installations de combustion de taille moyenne.

Dans ce cadre, la commission sur l'environnement, la santé publique et la sécurité alimentaire du parlement européen (commission ENVI) a publié en 2014 un rapport sur l'analyse des valeurs guides proposées par l'OMS pour la protection de la santé dans le contexte de révision de la Directive sur les plafonds d'émission appelée Directive NEC, engagement de la commission européenne en 2013 (ENVI, 2014). Cette étude souligne l'enjeu de réduction de niveaux de concentrations des polluants de l'air et fournit une analyse détaillée de différents scénarios pour la révision de la Directive NEC.

Deux directives portant sur la limitation des émissions ont été publiées en 2015 et 2016 (Directive 2015/2193 et 2016/2284) mais de nouveaux objectifs pour la qualité de l'air n'ont pas été proposés pour le moment.

### 4.3 Réglementation française relative aux normes de qualité de l'air ambiant

La politique de l'Union européenne mise en œuvre pour l'amélioration de la qualité de l'air est issue de plusieurs directives telles que décrites dans la partie 4.2. Une directive instaure une obligation de résultat mais laisse les Etats Membres libres quant aux moyens à prendre pour y parvenir. Elle doit ensuite être transposée dans le droit national en vue d'être appliquée. Les Etats-membres jouissent d'une certaine latitude dans ce processus de transposition. Ils peuvent ainsi tenir compte de leurs caractéristiques spécifiques nationales. La directive doit être transposée dans un délai fixé lors de son adoption (en général dans les deux ans).

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (la LAURE) de 1996 a transposé en droit français la directive communautaire 96/62/CE qui a introduit un cadre pour le développement de la législation communautaire de la surveillance de la qualité de l'air. Elle a défini des outils de planification (PPA, PDU) ainsi que le cadre de la surveillance. A suivi la fixation de valeurs limites réglementaires (en moyenne annuelle, voir en période de pic) pour le SO<sub>2</sub>, le NO<sub>2</sub>, les particules, l'O<sub>3</sub>, le benzène, le CO, les HAP, l'As, le Cd, le Hg et le Ni.

Dans la réglementation française actuelle, l'article R.221-1 du code de l'environnement définit les normes de qualité de l'air ambiant mentionnées dans l'article L221-1 dont les définitions sont détaillées dans le Tableau 1 en parallèle de celles de la réglementation européenne.

Le bilan de la qualité de l'air en France en 2015 publié en 2016 par le Commissariat général au développement durable (CGDD, 2016) indique que les polluants les plus problématiques en Europe sont les PM<sub>10</sub>, le NO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub>.

En France, les concentrations moyennes en PM<sub>10</sub> et en NO<sub>2</sub> sont en baisse de près de 30% à l'échelle nationale entre 2000 et 2015. Les concentrations sont plus élevées à proximité du trafic routier (2 fois plus élevé pour le NO<sub>2</sub> et 1,2 fois pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> par rapport aux fonds urbains).

Les concentrations en SO<sub>2</sub> ont fortement baissé sur la même période (80%). Les concentrations maximales en SO<sub>2</sub> sont mesurées à proximité d'industries.

L'O<sub>3</sub> est une problématique très marquée dans les pays de la zone méditerranéenne en raison de conditions météorologiques plus favorables à sa formation (rayonnement solaire et températures élevées). Les concentrations moyennes estivales en O<sub>3</sub> à l'échelle nationale sont en progression d'environ 15 % entre 2000 et 2015.

En 2014, 10 pays de l'Union européenne sur 28, dont la France, présentaient des dépassements des normes de qualité de l'air pour la protection de la santé pour ces polluants. Les dépassements des normes en PM<sub>2,5</sub> et en B[a]P sont plus importants dans les pays de l'Europe centrale et de l'Est.

En France, pour les PM<sub>10</sub>, au cours des 10 dernières années jusqu'à 30 agglomérations françaises (8 en 2015) ont été annuellement concernées par des dépassements des valeurs limites annuelles pour la protection de la santé humaine. Pour le NO<sub>2</sub>, au cours des 10 dernières années, entre 20 et 30 agglomérations françaises (16 en 2015) ont été annuellement concernées par des dépassements des valeurs limites annuelle et horaire pour la protection de la santé humaine, même si sur la période 2007-2015, le nombre d'agglomérations concernées a diminué grâce à la baisse des émissions ainsi qu'à des conditions météorologiques plus favorables. Le SO<sub>2</sub> ne présente plus de dépassement depuis 2009, à l'exception d'un cas d'origine naturelle en 2015. Pour l'O<sub>3</sub>, entre 25 et plus de 100 agglomérations françaises (34 en 2015) ont été annuellement concernées par des dépassements de la valeur cible pour la protection de la santé humaine.

Des épisodes de pollution surviennent chaque année en France et à des périodes différentes selon les polluants, caractérisés par le dépassement des seuils d'information ou d'alerte pour les indicateurs de pollution suivant : PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>. Parmi ces polluants, les épisodes les plus fréquents concernent les PM<sub>10</sub> et surviennent en général en hiver et au printemps. Pour le NO<sub>2</sub>, ils sont en général observés en hiver mais sont peu fréquents. Généralement, aucun épisode important au SO<sub>2</sub> n'est constaté, les hausses de concentrations observées se limitant aux zones industrielles, et leurs durées n'excédant pas quelques heures, ou à des événements naturels (éruptions volcaniques). Pour l'O<sub>3</sub>, les épisodes interviennent d'avril à septembre durant les périodes de fort ensoleillement. En 2015, le seuil d'information et de recommandations a été dépassé pour une trentaine de journées.

Au niveau des contentieux européens, la France a reçu plusieurs avertissements de la Commission européenne (mise en demeure, avis motivé, saisine de la Cour de justice de l'Union européenne) entre 2009 et 2011 pour le non-respect des normes sanitaires de qualité de l'air fixées pour les PM<sub>10</sub>. En février 2013, la Commission européenne a adressé à la France une mise en demeure complémentaire et a élargi ses griefs contre elle. Désormais, il est reproché à la France de ne pas se conformer aux niveaux réglementaires de concentrations de particules dans l'air et de ne pas mettre en place de plans d'action répondant aux ambitions de la directive. La France a reçu un avis motivé en avril 2015 pour 10 zones<sup>4</sup>.

Concernant le NO<sub>2</sub>, la France a reçu en février 2017 un avis motivé de la part de la Commission européenne pour dépassement des normes et insuffisance des plans d'action pour 13 zones<sup>5</sup>.

### 4.3.1 Spécificités françaises

#### 4.3.1.1 Présentation générale

Les Etats membres de l'Union européenne peuvent fixer des normes spécifiques, à condition qu'elles ne soient pas moins protectrices que les normes européennes.

En France, les spécificités concernant les normes de qualité de l'air ambiant sont de 3 types (Tableau 5) :

---

<sup>4</sup> Douai-Béthune-Valenciennes, Grenoble, Lyon, Marseille, la Martinique, Nice, Paris, Toulon, la zone urbaine régionale Provence-Alpes- Côte d'Azur et la zone urbaine régionale de Rhône-Alpes

<sup>5</sup> Paris, Lyon, Grenoble, Vallée de l'Arve, Saint-Etienne, Clermont-Ferrand, Marseille, Toulon, Nice, Strasbourg, Toulouse, Montpellier, Reims.

- 1) définition de normes non proposées au niveau de l'Union européenne
- 2) proposition d'une valeur plus basse pour une norme existante au niveau de l'Union européenne
- 3) proposition d'horizons différents pour des normes existantes au niveau de l'Union européenne

Les normes applicables en France dont celles spécifiques qui sont présentées dans le Tableau 5 proviennent du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Celui-ci a repris et mis à jour les normes qui ont été établies dès 1998 dans la réglementation française et ajouté des nouvelles notamment les seuils d'information et de recommandation et l'alerte pour les particules. L'arrêté du 7 avril 2016 modifié par l'arrêté du 26 août 2016 relatif au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant définit ces épisodes en fonction du nombre de jour de dépassement des seuils d'information et de recommandation ou d'alerte avec la notion de persistance<sup>6</sup>. L'arrêté du 7 décembre 2016 quant à lui propose des objectifs de réduction des concentrations annuelles de PM<sub>2,5</sub> en s'appuyant sur l'indicateur d'exposition moyenne (IEM) à l'horizon 2025 et 2030. Cet indicateur est défini dans la Directive 2008/50/CE avec une valeur à atteindre en 2020 considérant 2010 comme année de référence. L'arrêté traduit ainsi la volonté de prolonger au-delà de 2020 le processus de réduction des concentrations en PM<sub>2,5</sub> tel que préconisé par la directive 2008/50/CE.

**Tableau 5 : Valeurs spécifiques proposées par la réglementation française pour les particules, les dioxydes d'azote et de soufre et l'ozone**

	Type de valeur	Concentration en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Durée d'exposition
PM <sub>10</sub>	Objectif de qualité	30	En moyenne annuelle
	Seuil d'information et de recommandation	50	En moyenne journalière
	Seuil d'alerte	80	En moyenne journalière
NO <sub>2</sub>	Objectif de qualité	40	En moyenne annuelle
	Seuil d'information et de recommandation	200	En moyenne horaire
	Seuil d'alerte	200	En moyenne horaire si le seuil est dépassé la veille, le jour même et prévu le lendemain
SO <sub>2</sub>	Objectif de qualité	50	En moyenne annuelle
	Seuil d'information et de recommandation	300	En moyenne horaire
O <sub>3</sub>	Seuil d'alerte	300	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives
		360	En moyenne horaire
PM <sub>2,5</sub>	Objectif de qualité	10	En moyenne annuelle
	Valeur cible	20	En moyenne annuelle
	IEM	11,2	2025
10		2030	

<sup>6</sup> Déclenchement des procédures si prévision d'un dépassement des seuils d'information et de recommandation à J et J+1

#### 4.3.1.2 Spécificité relative aux seuils d'information et de recommandation pour les particules

##### 4.3.1.2.1 *Introduction*

Une gestion des épisodes de pollution a été mise en place dès 1997 par circulaire<sup>7</sup> dans la dynamique de la LAURE avec des expérimentations préfectorales. De plus, à l'époque, il y a eu le souhait d'avoir différentes normes dont des seuils d'information et de recommandations pour tous les polluants d'intérêt pour l'air ambiant (avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF)).

Pour les particules, l'avis du CSHPF du 6 juin 1996 proposait un seuil de précaution de  $80 \mu\text{g.m}^{-3}$  et un seuil d'alerte de  $125 \mu\text{g.m}^{-3}$  de  $\text{PM}_{10}$  en moyenne sur 24 heures.

##### 4.3.1.2.2 *Travaux de l'Afsset (2009)*

L'Afsset, devenue Anses en 2010<sup>8</sup>, a été saisie le 2 août 2007 par les ministères chargés de l'écologie et de la santé sur la question des particules dans l'air ambiant et des seuils d'information et d'alerte les concernant proposés par le CSHPF dans son avis du 6 juin. L'agence a fourni des informations relatives aux liens à court terme entre pollution par les particules et santé, pertinentes à utiliser dans le cadre d'une éventuelle révision des seuils d'information et d'alerte applicables aux particules.

Cette expertise publiée en mars 2009 a mis en avant que :

- L'abaissement de la valeur moyenne de la concentration particulaire sur le long terme amènerait à un bénéfice sanitaire plus important qu'une stratégie de gestion focalisée sur les pics journaliers de pollution particulaire. Autrement dit, d'un point de vue strictement sanitaire, la gestion des risques devrait prioritairement viser l'abaissement des niveaux moyens de particules.
- Il était encore prématuré, en l'état des connaissances du moment, d'établir des règles de gestion différenciées en fonction des différents composants chimiques des particules.
- Si la mise en œuvre de seuils d'information et d'alerte relatifs aux particules ne présentait globalement pas de bénéfice sanitaire substantiel, elle visait toutefois une meilleure protection des populations sensibles lors d'épisodes de pollution et une sensibilisation du public à la question de la pollution atmosphérique. La fixation de tels seuils ne pouvait donc se baser que sur des considérants sanitaires, mais devait intégrer d'autres paramètres propres à la gestion des dépassements.

Les recommandations de l'Agence étaient :

Pour une révision des seuils d'information et d'alerte appliqués aux particules, il est recommandé de considérer conjointement les données du programme de surveillance air et santé (Psas) de

---

<sup>7</sup> Circulaire du 18/01/97 relative à la loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Mesures d'application immédiate

<sup>8</sup> L'Anses a été créée le 1<sup>er</sup> juillet 2010, agence reprenant les missions de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation (Afssa) et de l'agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset).

Santé publique France (SpFrance<sup>9</sup>) et la distribution statistique des niveaux journaliers de particules au niveau national.

Sur la base des données épidémiologiques jugées les plus robustes par les experts, les risques associés à différents niveaux journaliers de particules et pour différents événements sanitaires (excès de risques relatifs, fractions attribuables) ont été calculés pour trois options correspondant à des niveaux journaliers de concentration en PM<sub>10</sub> : **50, 80 et 125 µg.m<sup>-3</sup>**. Le tableau suivant présente ces résultats.

**Tableau 6 : Excès de risque relatif (ERR) et fractions de risque attribuable (FA), en pourcentage, pour différents niveaux journaliers de PM<sub>10</sub> et différents événements sanitaires**

Pour un jour où les niveaux de PM <sub>10</sub> mesurés par TEOM <sup>10</sup> atteignent... par rapport à un jour où les niveaux de PM <sub>10</sub> mesurés par TEOM sont de 20 µg/m <sup>3</sup>	50 µg.m <sup>-3</sup>		80 µg.m <sup>-3</sup>		125 µg.m <sup>-3</sup>	
	ERR	FA	ERR	FA	ERR	FA
Hospitalisations pour maladies cardio-vasculaires, tous âges	2,1%	2,1%	4,3%	4,1%	7,6%	7,1%
Hospitalisations pour maladies cardio-vasculaires, 65 ans et plus	3,3%	3,2%	6,8%	6,3%	12,2%	10,8%
Hospitalisations pour maladies cardiaques, tous âges	2,4%	2,4%	4,9%	4,7%	8,7%	8,0%
Hospitalisations pour maladies cardiaques, 65 ans et plus	4,6%	4,4%	9,3%	8,5%	16,9%	14,5%
Hospitalisations pour cardiopathies ischémiques, tous âges	5,8%	5,5%	12,0%	10,7%	21,8%	17,9%
Hospitalisations pour cardiopathies ischémiques, 65 ans et plus	8,9%	8,2%	18,7%	15,8%	35,0%	25,9%
Mortalité toutes causes non accidentelles, tous âges	4,3%	4,1%	8,7%	8,0%	15,7%	13,6%
Mortalité toutes causes non accidentelles, 65 ans et plus	4,3%	4,1%	8,7%	8,0%	15,7%	13,6%
Mortalité pour causes cardio-vasculaires, tous âges	7,4%	6,9%	15,3%	13,3%	28,3%	22,0%
Mortalité pour causes cardio-vasculaires, 65 ans et plus	8,9%	8,2%	18,7%	15,8%	35,0%	25,9%
Mortalité pour causes cardiaques, tous âges	6,1%	5,8%	12,6%	11,2%	23,1%	18,8%
Mortalité pour causes cardiaques, 65 ans et plus	7,7%	7,1%	16,0%	13,8%	29,6%	22,8%

En fonction de l'événement sanitaire, de la fraction de risque estimée comme acceptable et de la distribution statistique des niveaux journaliers de particules, l'agence indiquait qu'il revenait alors aux pouvoirs publics de choisir et de fixer les seuils d'information et d'alerte.

#### 4.3.1.2.3 Travaux du HCSP (2012)

La DGS a saisi le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) conjointement avec la DGEC, en date du 12 mai 2010 notamment pour donner un avis sur la pertinence, en termes de santé publique, des seuils d'information et de recommandation et d'alerte en vigueur pour les PM<sub>10</sub> et proposer si

<sup>9</sup> SpFrance a été créée le 1<sup>er</sup> juillet 2016, agence reprenant les missions de l'institut de veille sanitaire (InVS), l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes) et l'Établissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires (Eprus)

<sup>10</sup> Tapered element oscillating microbalance : système de mesurage automatique des particules

besoin de nouvelles valeurs pour les  $PM_{10}$  et si possible pour les  $PM_{2,5}$  en s'appuyant sur les travaux publiés par l'Afsset en mars 2009 présentés précédemment.

Sur la base des connaissances disponibles sur les effets des particules sur la santé et de l'évaluation de l'impact sanitaire associé à différents scénarios de diminution de la pollution particulaire en France, le HCSP, dans son avis d'avril 2012, a recommandé les seuils suivants pour les particules en France :

	$PM_{2,5}$	$PM_{10}$
Seuil d'information ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) [moyenne sur 24h]	30	50
Seuil d'alerte ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) [moyenne sur 24h]	50	80

Le HCSP soulignait qu'une politique centrée sur la gestion des « pics » avait peu d'impact sur l'exposition au long cours de la population et que la priorité doit être donnée à la réduction des expositions chroniques.

Il proposait diverses améliorations des procédures, outils et circuits d'information actuels et a formulé les messages sanitaires destinés respectivement aux personnes vulnérables et à l'ensemble de la population, selon les concentrations des particules dans l'air.

Le HCSP recommandait une représentation des niveaux des particules mesurés au cours des 365 derniers jours au moyen d'une « chronique des dépassements des seuils journaliers », donnant une bonne lisibilité publique de la qualité de l'air dans une agglomération et permettant des comparaisons dans le temps et entre villes. Il rappelait que la communication sur la qualité de l'air et sur les efforts visant à la garantir doit être régulière, l'occurrence des « pics » journaliers devant être considérée comme l'opportunité de réactiver la vigilance pour l'atteinte de cet objectif. Dès que les outils de modélisation le permettraient, des procédures devraient être mises en œuvre pour informer les populations résidant dans les zones les plus exposées à des sources locales de pollution.

#### 4.4 Panorama à l'international

Les valeurs qui ont été recensées sont réparties en deux groupes :

- Les normes à travers le monde recensées par le site internet Airlex réalisé par l'Université d'Aveiro au Portugal. Ce site internet a été communiqué par le bureau de l'Europe de l'OMS ainsi que deux autres sites fournissant soit des informations globales sur les politiques dans le monde relative à l'environnement soit des informations spécifiques sur l'Asie en matière de qualité de l'air.

Le site Airlex a été retenu car il couvre tous les pays du monde. A noter que pour certains pays (apparaissant en noir sur les cartes fournies par le site), aucune information n'est disponible ce qui ne signifie pas nécessairement l'absence de politique sur la qualité de l'air dans ces pays. Une mise à jour de la base a été réalisée en 2013. Le site précise que la dynamique des politiques dans le domaine de la qualité de l'air implique une mise à jour régulière de la base de données Airlex. Mais la périodicité de la mise à jour du site n'est pas précisée.

Les normes ont été analysées en général de façon succincte en établissant une comparaison globale des normes existantes avec celles proposées dans la réglementation française. Les informations présentées dans les Tableaux 7 à 11 et en Annexe 6 reposent sur les données du site Airlex sans approfondissement par pays. Pour la formulation des conclusions et recommandations présentées dans le chapitre 6, une vérification des

valeurs plus ambitieuses a été réalisée notamment à partir du site ECOLEX d'information sur le droit de l'environnement à partir des textes de référence pour ces pays ou documentations institutionnelles ou scientifiques identifiées.

- les normes élaborées à l'échelle nationale par l'US EPA aux Etats-Unis qui réalise des évaluations intégrées des effets des polluants atmosphériques sur la santé constituant le fondement scientifique des valeurs réglementaires, et les normes canadiennes pour lesquelles Santé Canada réalise des évaluations des risques appuyant la révision ou la proposition de telles valeurs réglementaires. Ces normes ont toutes en commun de disposer d'un document de référence faisant un état des connaissances sur les effets sur la santé liés à ces polluants et expliquant les motivations qui ont conduit à la proposition de ces valeurs.

#### 4.4.1 Panorama global des normes à l'étranger

Les bases de données et les cartes fournies par le site Airlex (<http://airlex.web.ua.pt/>) permettent d'avoir une vision globale des normes existantes à l'international par continent. Les informations disponibles portent sur l'intitulé, la valeur ainsi que l'unité et le pas de temps associés. Le lien vers la source de l'information est donné pour certaines valeurs. Le détail des informations fournies par le site est présenté en Annexe 6.

Des tableaux de synthèse comparant les valeurs françaises par rapport aux valeurs existantes à l'étranger pour chaque polluant sont proposés ci-après (Tableau 7 à Tableau 11).

Ces tableaux reprennent les normes issues de la réglementation européenne et les spécificités françaises décrites dans les chapitres 4.2 et 4.3. Les pays apparaissant en gras sont les Etats-Membres pour lesquels des spécificités sont apparues dans la réalisation de cet état des lieux. De plus, d'autres normes définies sur des pas de temps différents sont ressorties de ce panorama et sont décrites en italique à la fin des tableaux. A noter que les normes proposées aux Etats-Unis et au Canada ne sont pas intégrées dans ce panorama global car elles font l'objet d'un descriptif spécifique dans la partie 4.4.2.

Remarque : les tableaux qui suivent présentent une revue des normes existant à l'étranger. Il n'a pas été recherché d'indication sur les mesures mises en œuvre pour les contrôler ni d'information sur le fait que ces normes soient respectées ou non.

Tableau 7 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour les particules PM<sub>10</sub>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				Panorama général			
	EU	FR	Valeur	Précisions	Pays		Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Objectif de qualité		✓	30	En moyenne annuelle	=	0		
					<	1	20	Singapour - Target value
					>	4	50 à 90	
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	40	En moyenne annuelle	=	38 Pays dont tous les Etats-Membres à l'exception de Malte		
					<	3 Pays	20	Liechtenstein Suisse <b>Malte</b>
					>	34 Pays	50 à 120	
	✓	✓	50	En moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois /an	=	43 Pays dont tous les Etats-Membres		Le nombre de dépassements associé à la VL a été recherché et identifié pour 7 pays reprenant les 35 jours de la réglementation communautaire à l'exception de la Suisse qui a défini un jour de dépassement par an (Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985)
					<	0		
					>	43 Pays	60 à 340	
Seuil d'information et de recommandation		✓	50	En moyenne journalière	=	2 pays en Océanie		Fidji et Nouvelle Zélande
					<	0		
					>	3	75 et 150	Bhoutan Philippines Trinité-et-Tobago
Seuil d'alerte		✓	80	En moyenne journalière	=	0		
					<	0		
					>	3	250 à 500	Brésil Equateur Colombie

Tableau 8 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour les particules PM<sub>2,5</sub>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				Panorama général			
	EU	FR	Valeur	Précisions	Pays		Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Objectif de qualité		✓	10	En moyenne annuelle civile	=	0		
					<	0		
					>	3	12 et 15	Singapour ; Koweït ; Trinité-et-Tobago
Valeur cible	✓		25	En moyenne annuelle civile	=	24 pays dont 19 Etats-Membres		
		✓	20		<	0		
					>	0		
Valeur limite			20 en 2020	En moyenne annuelle civile	=	23 pays dont 17 Etats-Membres		
	✓				<	14 pays	8 et 15	Australie ; Malawi ; Arabie Saoudite ; République dominicaine ; Salvador Jordanie ; Bélarussie ; Equateur ; Chine ; Japon ; Bangladesh ; Indonésie ; Pakistan ; Albanie
	✓	✓	25 depuis 2015	En moyenne annuelle civile	=	35 pays dont 25 Etats-Membres		
					>	3 Pays	35 et 40	Rwanda Chine Inde
<i>norme journalière</i>					27 pays		25 à 350	
<i>norme horaire</i>					Pakistan		15	

\* valeur limite indicative qui sera révisée par la commission en 2013 à la lumière des informations complémentaires sur l'impact sanitaire et environnementale, la faisabilité technique et l'expérience acquise (indication fournie dans le texte de la directive 2008/50/CE)

Tableau 9 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				Panorama général			
	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	Pays	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	
Objectif de qualité		✓	40	En moyenne annuelle	=	3 pays		Singapour ; Koweït ; Trinité-et-Tobago
					<	0		
					>	1	135	Algérie
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	40	En moyenne annuelle	=	39 Pays dont tous les Etats-Membres		Exception de l' <b>Autriche</b>
					<	8 Pays	15 et 30	<b>Autriche</b> , Bhoutan, Inde, Islande, Liechtenstein, Maroc, Monroëlie, Suisse
					>	30 pays	50 à 200	
	✓	✓	200	En moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois /an	=	44 pays dont tous les Etats-Membres		Exception de la <b>Suède</b> et la <b>Hongrie</b>
					<	8 pays	90 à 190	Brésil, Burkina, Chine, Corée du Sud, Guatemala, <b>Hongrie</b> , Serbie, <b>Suède</b> ,
					>	23 pays	240 à 846	
Seuil d'information et de recommandation		✓	200	En moyenne horaire	=	2		Ile Fidji ; Nouvelle Zélande
					<	0		
					>	2	400	Algérie ; Colombie
Seuil d'alerte	✓	✓	400	Sur 3 heures consécutives	=	31 pays dont 23 Etats-Membres		
		✓	200	en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 à J+1	=	0		
					<	0		
					>	8 pays	600 à 3000	
<i>norme sur un mois</i>						1 pays	150	<i>Rwanda Ambient air quality tolerance limit for residential</i>
<i>norme sur un jour</i>						47 pays dont 3 Etats-	30 à 1222	<b>Autriche, Hongrie, Suède</b>
<i>norme sur 8 heures</i>						1 pays	150	<i>Sri Lanka Maximum limit value</i>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				Panorama général		
	EU	FR	Valeur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Précisions	Pays	Valeur ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Précisions
<i>norme sur 30 minutes</i>					<i>1 pays</i>	<i>940</i>	<i>Israël Air quality standard</i>
<i>norme sur 20 minutes</i>					<i>1 pays</i>	<i>85</i>	<i>Mongolie Maximum allowable concentrations</i>

**Tableau 10 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				Panorama général			
	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	Pays		Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Objectif de qualité		✓	50	En moyenne annuelle	=	12 pays dont 1 Etat Membre		Hongrie
					<	11 pays	10 à 40	
					>	30 pays	60 à 350	
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	125	En moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3j/an	=	40 pays dont tous les Etats-Membres à l'exception de l'Autriche et de la Suède		
					<	29 pays dont 2 Etats Membres	20 à 120	Autriche et Suède
					>	27 pays	150 à 365	
	✓	✓	350	En moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 fois /an	=	37 pays dont 24 Etats-Membres à l'exception de l'Autriche, de la Suède et de la Hongrie		
					<	10 pays dont 3 Etats-Membres	60 à 300	Hongrie, Autriche et Suède
					>	13 pays	360 à 1300	
Seuil d'information et de recommandation		✓	300	En moyenne horaire	=	1 pays		Philippines
					<	0		
					>	4 pays	350 et 500	Algérie, Colombie, Ile Fidji, Nouvelle Zélande
Seuil d'alerte		✓	500	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives	=	30 pays dont 23 Etats Membres		
					<	0		
					>	3 pays	750 1500 2660 à 26600	Colombie, Costa Rica Argentine
				Horaire		4 pays	200 à 3924	Egypte, Costa Rica, République Dominicaine, Australie, Arabie Saoudite

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				Panorama général			
	EU	FR	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Précisions		Pays	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Précisions
<i>norme sur un mois</i>						<i>1 pays</i>	<i>80</i>	<i>Argentine Air quality standard</i>
<i>norme sur 30 minutes</i>						<i>1 pays</i>	<i>500</i>	<i>Israël Air quality standard</i>
<i>norme sur 20 minutes</i>						<i>1 pays</i>	<i>450</i>	<i>Cuba Maximum allowable concentrations</i>
<i>norme sur 10 minutes</i>						<i>5 pays</i>	<i>500</i>	<i>Afrique du Sud, Equateur, Mongolie, Albanie, Trinité-et-Tobago</i>

Tableau 11 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs existantes à l'étranger pour l'ozone (O<sub>3</sub>)

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française			Panorama généra				
	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	Pays	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	
Objectif de qualité	✓*	✓	120	En moyenne sur 8 heures	=	33 pays dont 25 Etats Membres		
					<	3 pays	100	Chine, Koweït et Singapour
					>	0	0	
Valeur cible	✓	✓	120	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne calculée sur 3 ans	=	47 pays dont tous les Etats-Membres		
					<	7 pays	80 à 110	Colombie, Liban, Equateur, Mongolie, Inde, Bahamas, Maroc
					>	12 pays	124 à 2500	
				journalière	11 pays	30 à 90		
Seuil d'information et de recommandation	✓ <sup>#</sup>	✓	180	En moyenne horaire <sup>#</sup> sur 3 heures consécutives	=	30 pays dont 21 Etats-Membres	Seuil d'information	
					<	3 pays	60, 140 et 150	Philippines, Ile Fidji et Nouvelle Zélande
					>	3 pays	350 et 400	Colombie, Trinité et –Tobago, Brésil
Seuil d'alerte	✓	✓ <sup>\$</sup>	240	En moyenne horaire	=	30 pays dont 22 Etats-Membres	240 300 Alert level	
					<	Equateur	200	Alert level
					>	6 pays	360 à 1000	Algérie, Chili, Panama, Colombie, Brésil, Argentine
<i>norme annuelle</i>					5 pays	50 à 200	Indonésie, Salvador, Albanie, Mozambique Algérie	
<i>norme sur 4 heures</i>					1 pays	160	Australie Maximum (ambient) concentration	
<i>norme sur 1 heure</i>					40 pays	100 à 250	Valeur limite ou cible	
<i>norme sur 30 minutes</i>					1 pays	230	Israël Air quality standard	

\* Objectif à long terme proposé uniquement pour l'O<sub>3</sub>

\$ 3 seuils définies en France

#### 4.4.1.1 Bilan du panorama global

Sur la base de ce recueil de données, il ressort les points suivants :

- Pour chaque polluant, il existe des normes plus ambitieuses que celles définies réglementairement dans l'Union européenne et en France ainsi que des normes sur des pas de temps différents (apparaissant en italique dans les Tableaux 7 à 11) proposés de par le monde.
- Peu d'intitulés de norme ont pu être rapprochés de l'intitulé « objectif de qualité » défini en France pour la majorité des polluants atmosphériques. Celles identifiées sont en général plus ambitieuses que les valeurs retenues en France ;
- Le nombre de dépassements possiblement associé aux normes notamment définies sur une base horaire ou journalière n'est pas documenté par le site Airlex. La recherche de ces informations nécessiterait d'approfondir les liens vers la source de l'information lorsqu'ils existent. De plus, ces informations sont le plus souvent présentées dans la langue nationale. Dans le cas des PM<sub>10</sub> pour lequel l'exercice a été réalisé pour les valeurs limites relatives à la protection de la santé humaine, sur la quarantaine de pays concernés, l'information a été trouvée pour 7 pays (cf. Tableau 7) ;
- Des seuils d'alerte sont proposés dans certains pays d'Amérique du sud correspondant à des valeurs élevées par rapport à la réglementation européenne ou française. Il n'existe que peu de seuils d'information à l'étranger ;
- Aucun élément sur les valeurs relatives à l'exposition (IEM) pour les PM<sub>2,5</sub> n'est disponible sur le site Airlex.

#### 4.4.1.2 Spécificités identifiées au sein de l'Union européenne

Le recueil de données met en avant quelques spécificités d'autres Etats membres que la France (Tableau 12). Il s'agit de valeurs limites pour la protection de la santé humaine plus basses que celles issues de la réglementation européenne et/ou de la réglementation française ou bien de valeurs établies sur des pas de temps différents que ceux retenus au niveau européen et/ou français. De telles valeurs ont ainsi été identifiées pour les PM<sub>10</sub>, le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub>.

**Tableau 12 : Valeurs spécifiques identifiées sur le site Airlex pour des pays Etats Membres de l'Union européenne pour les valeurs limite pour la protection de la santé humaine pour les particules, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre**

	Valeur limite pour la protection de la santé humaine Concentration en µg.m <sup>-3</sup>	Durée d'exposition	Pays
NO <sub>2</sub>	30	annuelle	Autriche
	90 et 100	horaire	Suède et Hongrie
	60, 80 et 85	journalière	Suède, Hongrie et Autriche
SO <sub>2</sub>	100 et 120	journalière	Suède et Autriche
	200 et 250	horaire	Hongrie et Autriche

## 4.4.2 Normes de qualité de l'air ambiant aux Etats-Unis et au Canada

### 4.4.2.1 Valeurs américaines proposées par l'US EPA et appliquées aux Etats-Unis

Dans le cadre de la consultation internationale, le lien vers le site de l'US EPA dédié aux travaux d'évaluation scientifique intégrée (Integrated scientific assessment – ISA) en appui à la définition de normes nationales de qualité d'air ambiant ("National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)) a été communiqué. L'US EPA établit depuis les années 70 des NAAQS dans le cadre de la loi fédérale « Clean Air Act ». Ces normes visent à protéger la santé publique et le bien-être en lien avec les risques associés à 6 polluants atmosphériques les plus répandus : les particules, l'ozone, le monoxyde de carbone, les oxydes de soufre et d'azote et le plomb.

La loi permet également aux États d'adopter des normes de qualité de l'air supplémentaires ou plus protectrices si nécessaire. Par exemple, la Californie a établi des normes pour certains polluants, comme les particules et l'ozone, qui sont plus protectrices de la santé publique que les normes fédérales respectives. La Californie a également établi des normes pour certains polluants qui ne sont pas abordés par les normes fédérales.

Les normes pour la protection de la santé humaine sont appelées « *primary standards* » (NAAQS *primaire*) et les normes pour la protection de la végétation et du bien-être du public « *secondary standard* » (NAAQS *secondaire*).

L'historique des valeurs proposées par l'US EPA pour la protection de la santé humaine pour les polluants entrant dans le champ de l'expertise est présenté dans le Tableau 13. Les valeurs indiquées en rouge sont les normes relatives à la protection de la santé actuellement en vigueur aux Etats-Unis.

**Tableau 13 : Historique des valeurs proposées par l'US EPA pour les particules, le dioxyde d'azote le dioxyde de soufre et l'ozone (source : <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>)**

Polluants	Origine	Type	Valeur	unité	Durée	Commentaires	Modifications
TSP	1971 36 FR	Primaire	260	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	A ne pas dépasser plus d'une fois par an	
	8186	Primaire	75	$\mu\text{g.m}^{-3}$	annuelle	moyenne annuelle géométrique	
PM <sub>10</sub>	1987 52 FR 24634	Primaire et secondaire	150	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	A ne pas dépasser plus d'une fois par an en moyenne sur une période de 3 ans	Initialement promulgué en percentile 99 en moyenne sur 3 ans. En 1997, la norme pour les PM <sub>10</sub> a été annulée et a repris la forme de 1987 (à ne pas dépasser plus d'une fois par an en moyenne sur une période de 3 ans)
			50	$\mu\text{g.m}^{-3}$	Annuelle	moyenne annuelle arithmétique, en moyenne sur 3 ans	
	2006 71 FR 61144	Primaire et secondaire	150	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	A ne pas dépasser plus d'une fois par an en moyenne sur une période de 3 ans	
	<b>2012 78 FR 3085</b>	<b>Primaire et secondaire</b>	<b>150</b>	<b><math>\mu\text{g.m}^{-3}</math></b>	<b>24 h</b>	<b>A ne pas dépasser plus d'une fois par an en moyenne sur une période de 3 ans</b>	<b>L'EPA a annulé la norme NAAQS annuelle pour les PM<sub>10</sub> en 2006</b>

Polluants	Origine	Type	Valeur	unité	Durée	Commentaires	Modifications
PM <sub>2,5</sub>	1987 50 FR 38652	Primaire et secondaire	65	µg.m <sup>-3</sup>	24 h	Percentile 98 en moyenne sur 3 ans	
			15	µg.m <sup>-3</sup>	Annuelle	Moyenne annuelle arithmétique en moyenne sur 3 ans	
	2006 71 FR 61144	Primaire et secondaire	35	µg.m <sup>-3</sup>	24 h	Percentile 98 en moyenne sur 3 ans	
			15	µg.m <sup>-3</sup>	Annuelle	Moyenne annuelle arithmétique en moyenne sur 3 ans	
	<b>2012</b> <b>78 FR</b> <b>3085</b>	<b>Primaire</b>	<b>12</b>	<b>µg.m<sup>-3</sup></b>	<b>Annuelle</b>	<b>Moyenne annuelle arithmétique en moyenne sur 3 ans</b>	
		<b>Primaire et secondaire</b>	<b>35</b>	<b>µg.m<sup>-3</sup></b>	<b>24 h</b>	<b>Percentile 98 en moyenne sur 3 ans</b>	
NO <sub>2</sub>	1971 36 FR 8186	Primaire et secondaire					
	1985 50 FR 25532	Primaire et secondaire	53 (100)	ppb (µg.m <sup>-3</sup> )	Annuelle	Moyenne annuelle arithmétique	Norme pour le NO <sub>2</sub> conservée sans révision
	1996 61 FR 52852	Primaire et secondaire					
	<b>2010</b> <b>75 FR</b> <b>6474</b>	<b>Primaire</b>	<b>100</b> <b>(188)</b>	<b>ppb</b> <b>(µg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>1 h</b>	<b>Percentile 98 des maximums horaires journalier, en moyenne sur 3 ans</b>	<b>Norme pour le NO<sub>2</sub> conservée sans révision.</b>
	<b>Primaire</b>	<b>53</b> <b>(100)</b>	<b>ppb</b> <b>(µg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Annuelle</b>	<b>Moyenne annuelle arithmétique</b>		
SO <sub>2</sub>	1971 36 FR 8186	Primaire	0.14 (0.36)	ppm (mg.m <sup>-3</sup> )	24-h	A ne pas dépasser plus d'une fois par an	
		Primaire	0.03 (0,08)	ppm (mg.m <sup>-3</sup> )	Annuelle	Moyenne annuelle arithmétique	
	1996 61 FR 25566	Primaire	0.14 (0,36)	ppm (mg.m <sup>-3</sup> )	24-h	A ne pas dépasser plus d'une fois par an	Norme primaire existante pour le SO <sub>2</sub> conservée sans révision
		Primaire	0.03 (0,08)	ppm (mg.m <sup>-3</sup> )	Annuelle	Moyenne annuelle arithmétique	
<b>2010</b> <b>75 FR</b> <b>35520</b>	<b>Primaire</b>	<b>75</b> <b>(196)</b>	<b>ppb</b> <b>(µg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>1-h</b>	<b>Percentile 99 en moyenne sur 3 ans</b>	<b>La norme horaire pour le SO<sub>2</sub> a été ajoutée en 2010 comme norme primaire. Il s'agit de la moyenne triennale du percentile 99 de la distribution sur l'année des maximums horaires journalier Les normes annuelle et sur 24h pour le SO<sub>2</sub> ont été annulées.</b>	

Polluants	Origine	Type	Valeur	unité	Durée	Commentaires	Modifications
O <sub>3</sub>	1971 36 FR 8186	Primaire et secondaire	0.08 (160)	ppm ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	1 h	A ne pas dépasser plus d'une heure par an	oxydants photochimiques totales
	1979 44 FR 8202	Primaire et secondaire				Respect défini à partir d'un nombre de jour par an inférieur ou égale à 1 basé sur la concentration	
	1993 58 FR 13008	Primaire et secondaire	0.12 (240)	ppm ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	1 h	maximale horaire en moyenne supérieure à 0,12 ppm	EPA a décidé que la révision des normes ne se justifie pas pour le moment.
	1997 62 FR 38856	Primaire et secondaire	0.08 (160)	ppm ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	8 h	4e valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8 heures, en moyenne sur 3 ans	
	2008 73 FR 16483	Primaire et secondaire	0.075 (150)	ppm ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	8 ho	4e valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8 heures, en moyenne sur 3 ans	
	<b>2015 80 FR 65292</b>	<b>Primaire et secondaire</b>	<b>0.070 (140)</b>	<b>ppm (<math>\mu\text{g.m}^{-3}</math>)</b>	<b>8 h</b>	<b>4e valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8 heures, en moyenne sur 3 ans</b>	

#### 4.4.2.2 Valeurs au Canada

Des objectifs nationaux de qualité d'air ambiant (« National Ambient Air Quality Objectives ») ont été proposés dans les années 70 et 80 pour les principaux polluants rencontrés au Canada. La définition de nouvelles normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (Canadian ambient air quality standards (CAAQS)) a évolué avec la mise en place d'un nouveau système de gestion de la qualité de l'air<sup>11</sup>. En 2013, des valeurs pour les particules (PM<sub>2,5</sub>) et l'O<sub>3</sub> ont été proposées dans le cadre de la loi « Canadian Environmental Protection Act 1999 ». Celles pour le SO<sub>2</sub> ont été proposées en octobre 2016. Des travaux sont en cours pour proposer des CAAQS pour le NO<sub>2</sub>.

Au sein du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), les gouvernements collaboreront à l'établissement, à l'examen et à la modification des CAAQS avec la participation appropriée des intervenants. Le gouvernement fédéral incorpore les CAAQS sous formes d'objectifs dans la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999).

Le Tableau 14 présente l'historique des valeurs proposées au Canada ((source : Sites gouvernementales <https://www.ec.gc.ca/> et <http://www.ccme.ca/fr/resources/air/air/sulphur-dioxide.html>, [http://www.ccme.ca/fr/resources/air/pm\\_ozone.html](http://www.ccme.ca/fr/resources/air/pm_ozone.html)- conseil canadien des ministres

<sup>11</sup> Air Quality Management System (AQMS)

de l'environnement). Les valeurs indiquées en rouge sont les normes relatives à la protection de la santé actuellement en vigueur au Canada.

**Tableau 14 : Historique des valeurs proposées au Canada pour les particules, les dioxydes d'azote et de soufre et l'ozone**

Polluants	Origine	Type	Valeur	unité	Durée	Commentaires
TSP	1974	Desirable	60	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an	
		Acceptable	120	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24h	
			70	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an	
	1978	Tolerable	400	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
PM <sub>10</sub>	1998	Reference value	25	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
PM <sub>2,5</sub>	1998	Reference value	15	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
	2000	Canada wide standard (CWS)	30	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	En 2010 Moyenne triennale du 98e centile annuel
	2012	CWS	30	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h (jour calendaire)	Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
	2013	CAAQS	28	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h (jour calendaire)	Depuis 2015 Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
			27	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h (jour calendaire)	En 2020
			10	$\mu\text{g.m}^{-3}$	annuel (année calendaire)	Depuis 2015 Moyenne triennale des concentrations moyennes annuelles.
8,8			$\mu\text{g.m}^{-3}$	annuel (année calendaire)	En 2020	
NO <sub>2</sub>	1975	Desirable	60	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an	
		Acceptable	400	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h	
			200	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
			100	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an	
		Tolerable	1000	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h	
			300	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
SO <sub>2</sub>	1974	Desirable	450	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h	
			150	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
			30	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an	
	1975	Acceptable	900	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h	
			300	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h	
			60	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an	
	1978	Tolerable	800	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24h	
	2016	CAAQS	70 (183)	ppb ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	1 h	En 2020 Moyenne triennale du P99 annuel des maximums quotidiens des

Polluants	Origine	Type	Valeur	unité	Durée	Commentaires		
							<b>concentrations moyennes sur une heure</b>	
			<b>65 (170)</b>	<b>ppb (<math>\mu\text{g.m}^{-3}</math>)</b>	<b>1h</b>	<b>En 2025</b>		
			<b>5 (13)</b>	<b>ppb (<math>\mu\text{g.m}^{-3}</math>)</b>	<b>1 an</b>	<b>En 2020 Moyenne arithmétique sur une seule année civile de toutes les concentrations moyennes sur une heure</b>		
			<b>4 (10)</b>	<b>ppb (<math>\mu\text{g.m}^{-3}</math>)</b>	<b>1 an</b>	<b>En 2025</b>		
O <sub>3</sub>	1974	Desirable	100	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h			
			30	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h			
		Acceptable	160	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h			
			50	$\mu\text{g.m}^{-3}$	24 h			
	1978	Tolerable	30	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1 an			
			300	$\mu\text{g.m}^{-3}$	1h			
	2000	CWS	65 (130)	ppb ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	8h	En 2010 Moyenne triennale de la 4e valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens		
	2012	CWS	65 (130)	ppb ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	8h	Moyenne triennale de la 4e valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8 heures		
	2013	CAAQS	<b>63 (126)</b>	<b>ppb (<math>\mu\text{g.m}^{-3}</math>)</b>	<b>8h</b>	<b>Depuis 2015 Moyenne triennale de la 4e valeur annuelle la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8 heures.</b>		
			<b>62 (124)</b>	<b>ppb (<math>\mu\text{g.m}^{-3}</math>)</b>	<b>8h</b>	<b>En 2020</b>		

Des tableaux de synthèse comparant les valeurs françaises par rapport aux valeurs établies aux Etats-Unis et au Canada pour chaque polluant figurent en Annexe 7 (Tableau 32 à Tableau 37).

## 5 Actualisation des connaissances sur les effets sur la santé

Compte tenu du volume conséquent de données disponibles, il a été pris en compte les monographies récentes de l'OMS, de l'US EPA et de Santé Canada sur les connaissances des effets sur la santé de la pollution atmosphérique en ciblant plus spécifiquement les polluants entrant dans le périmètre de l'expertise : les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> (Santé Canada, 2016a ; OMS, 2013a ; 2016), le NO<sub>2</sub> (Santé Canada, 2016b ; US-EPA, 2016 ; OMS, 2013a ; 2016), le SO<sub>2</sub> (Santé Canada, 2016c ; US-EPA, 2015 ; OMS, 2013) et l'O<sub>3</sub> (US-EPA, 2013 ; OMS, 2013a ; 2016).

Pour cela, une synthèse des conclusions des rapports d'évaluation des risques sur lesquelles se basent les dernières recommandations de l'OMS, de l'US EPA et de Santé Canada est réalisée en premier lieu pour chaque polluant dans le chapitre 5.1. Pour en faciliter la lecture, elle est présentée sous forme de tableaux, polluant par polluant (cf. Tableau 14 à 17) dans ce qui suit.

La revue de la littérature réalisée dans un second temps, présentée dans le chapitre 5.2 doit permettre de compléter cette première synthèse des connaissances sur les effets sur la santé.

### 5.1 Synthèse des conclusions de l'OMS, de l'US EPA et de Santé Canada

L'OMS a publié deux rapports en 2013 dans le cadre de l'année de l'air au niveau européen (OMS, 2013a ; 2013b) :

- Health Risk of Air Pollution In Europe (HRAPIE) (OMS, 2013b) :
  - Objectifs: Identifier et documenter des problématiques émergentes en matière de risques pour la santé liés à la pollution de l'air :
    - Nouvelles préoccupations ;
    - Problématiques non nouvelles mais non suffisamment reconnues comme préoccupantes par le passé.
  - Méthode : Enquête en ligne avec pour objectif de recueillir le point de vue de parties prenantes et d'experts (institutions) sur l'existence de problématiques émergentes vis-à-vis des risques pour la santé liés à la pollution de l'air du fait de sources spécifiques (ex: transports, industries), ou de polluants spécifiques.
- Review of evidence on health aspects of air pollution (REVIHAAP) (OMS, 2013a):
  - Objectifs: Eléments de réponse à 24 questions en lien avec la révision des politiques de l'Union européenne sur la pollution de l'air.
  - Méthode : Revue de la littérature ciblant les nouveaux résultats des études traitant des effets sanitaires des particules, du dioxyde d'azote, de l'ozone, de métaux (Arsenic, cadmium, nickel, plomb, mercure) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Plusieurs questions du rapport REVIHAAP portaient sur la nécessité ou non de l'actualisation des valeurs guides de l'OMS établies en 2005 qui concernent les polluants étudiés dans la présente expertise.

Les réponses apportées aux questions suivantes sont synthétisées dans les tableaux qui suivent :

- Concernant les particules :
  - Question A1 : Quelles sont les nouvelles connaissances sur les effets sur la santé depuis les AQGs de l'OMS de 2005 en particulier sur le niveau de preuve des effets sur la santé associés à l'exposition aux  $PM_{2,5}$  ?
  - Question A2 : Quelles sont les nouvelles connaissances sur le rôle d'autres fractions que les  $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$ , comme les particules ultrafines, le carbone suie, les composants chimiques (métaux, organiques, inorganiques, matières crustales et particules d'origine naturelle primaire ou secondaire ou issues de sources (trafic incluant les émissions autres que celles à l'échappement, industrie, déchets)) ou de durées d'exposition (individuelle, répétée de courte durée à des niveaux élevés, 1 heure, 24 heures, annuelle) ?
  - Question A3 : La réglementation européenne a une valeur limite unique pour l'exposition aux  $PM_{2,5}$  qui est basée sur une périodicité en moyenne annuelle. Sur la base des données actuellement disponibles, n'y-a-t-il pas besoin d'une norme complémentaire à celle existante pour la protection des effets à court terme des  $PM_{2,5}$  ?
  - Question A4 : Quelles sont les nouvelles connaissances sur les effets sur la santé appuyant la proposition parallèle de normes pour les  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  (i) en moyenne annuelle ; (ii) plusieurs normes pour protéger des effets à court terme et à long terme des  $PM_{2,5}$  ?
- Concernant le dioxyde d'azote (ce polluant est abordé dans la partie C du rapport REVIHAAP qui traite la proximité au trafic ainsi que la notion de mélange et co-exposition au bruit) :
  - Question C2 : Quelles sont les nouvelles données sur les effets sur la santé du  $NO_2$  appuyant l'actualisation des valeurs réglementaires ? Des normes pour des expositions court terme ou long terme sont-elles justifiées en lien avec des effets directs du  $NO_2$  ou en lien avec d'autres co-polluants pour lesquels le  $NO_2$  est un traceur ?
  - Question C3 : Sur la base des données sur les effets sur la santé, quelle est la durée d'exposition la plus pertinente pour une valeur court terme pour le  $NO_2$  ?
  - Question C4 : Sur la base des données actuellement disponibles, quelles mesures du  $NO_2$ , quels indicateurs de santé, et quelles relations dose réponse peuvent être utilisés dans les études d'impact sanitaire ?
- Concernant l'ozone :
  - Question B1 : Quelles sont les nouvelles connaissances depuis les AQGs de l'OMS de 2005, en particulier sur le niveau de preuve des effets sur la santé associés à l'exposition à court terme et à long terme à l'ozone ?
  - Question B2 : Quelles nouvelles données ont été publiées sur la preuve ou la probabilité d'un seuil en dessous duquel aucun effet n'est attendu ?
  - Question B3 : Sur la base des données actuellement disponibles, quelle mesure de l'ozone, quels indicateurs de santé et quelles relations dose réponse peuvent être utilisées dans les études d'impact sanitaire ?

Un troisième rapport publié par l'OMS en 2016 (OMS, 2016) fait état des nouvelles connaissances sur les effets sur la santé ayant amené à classer les 32 polluants faisant déjà l'objet de AQGs en 4 groupes de priorité pour la révision des AQGs par l'OMS.

Au-delà de ces revues récentes réalisées par l'OMS, il convient de rappeler que le centre international de recherche sur le cancer (CIRC), agence spécialisée de l'OMS pour le cancer, a classé en octobre 2013 la pollution de l'air extérieur dans son ensemble et les particules en suspension comme agents cancérigènes pour l'Homme (groupe 1). En effet, les données scientifiques indiquent que l'exposition à la pollution atmosphérique favorise l'apparition du cancer du poumon. Le CIRC note également une association positive avec un risque accru de cancer de la vessie. Par ailleurs, en 2012, il avait classé les émissions (ou effluents) d'échappement des moteurs diesel comme cancérigènes pour l'Homme (groupe 1) et les émissions des moteurs à essence comme pouvant être cancérigènes pour l'Homme (groupe 2B) (CIRC, 2016).

**L'US EPA** réalise des évaluations scientifiques intégrées (Integrated scientific assessment – ISA) des effets des polluants atmosphériques sur la santé qui constituent le fondement scientifique des politiques de gestion de l'air aux Etats-Unis. Ces rapports fournissent une synthèse et une évaluation scientifique la plus pertinente en particulier pour la détermination des normes nationales de qualité de l'air (NAAQS) à la fois pour la protection de la santé (primaires) et la végétation et les écosystèmes (secondaires).

Une classification du niveau de preuve sur la relation entre l'exposition au polluant considéré et les effets sur la santé est utilisée en conclusion dans la partie « executive summary » faisant la synthèse des nouvelles connaissances et permettant d'actualiser les conclusions antérieures. Il est considéré les 5 niveaux de preuve suivants en fonction des données disponibles :

- Relation causale ;
- Relation causale probable ;
- Relation causale suggérée ;
- Relation causale inadéquate ;
- Relation causale non probable.

Les rapports de l'US-EPA qui ont été consultés et d'où sont extraites les conclusions rapportées sont listés ci-dessous :

- Dioxyde d'azote : Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen –Health Criteria (Janvier 2016).

Il s'agit d'une mise à jour des connaissances sur les effets sur la santé depuis le rapport précédent de 2008. Les études prises en compte ont été publiées entre janvier 2008 et août 2014.

- Dioxyde de soufre : Integrated Science Assessment for Sulfur Oxides—Health Criteria (External Review Draft) (Novembre 2015).

Il s'agit d'une mise à jour des connaissances sur les effets sur la santé depuis le rapport précédent de 2008. Les études prises en compte ont été publiées entre janvier 2008 et avril 2015.

- Ozone : Integrated Science Assessment for Ozone and Related Photochemical Oxidants (Février 2013).

Il s'agit d'une mise à jour des connaissances sur les effets sur la santé depuis le rapport précédent de 2006. Les études prises en compte ont été publiées entre 2005 et juillet 2011.

**Santé Canada** réalise des rapports d'évaluations de risques sur la santé pour différents polluants atmosphériques qui permettent de mettre à jour les connaissances sur les effets sur la santé liés à ces polluants, de déterminer les niveaux d'exposition de la population au Canada et d'appuyer la révision ou la proposition de valeurs réglementaires. L'analyse porte sur les données issues des différentes disciplines (épidémiologie, toxicologie...) avec l'analyse du poids de la preuve concernant les différentes catégories d'effets sur la santé, les sous-populations plus sensibles ou plus exposées, les questions liées à l'exposition, etc. En 2016, des rapports ont été publiés pour 3 des 4 polluants ciblés :

- Particules : Évaluation des risques pour la santé humaine des particules grossières (Février 2016):

Il s'agit d'une compilation des nouvelles connaissances sur les effets sur la santé des particules grossières dont la taille varie entre 2,5 et 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10-2,5}$ ) depuis de précédents travaux de Santé Canada de 2003 non publiés (Santé Canada, 2003; rapport interne). Les études prises en compte ont été publiées entre 2002 et décembre 2011.

- Dioxyde d'azote : Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde d'azote ambiant (Mai 2016).

Il s'agit d'une compilation des nouvelles connaissances sur les effets sur la santé liés au  $\text{NO}_2$  dans l'air ambiant synthétisant les conclusions du rapport ISA de l'US EPA de 2008 et analysant les études publiées depuis ce rapport et avril 2013.

- Dioxyde de soufre : Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde de soufre (Février 2016).

Il s'agit d'une compilation des nouvelles connaissances sur les effets sur la santé liés au  $\text{SO}_2$  dans l'air ambiant synthétisant les conclusions du rapport ISA de l'US EPA de 2008 et analysant les études publiées entre 2007 et 2011.

Les conclusions sur les effets sur la santé de chaque polluant issues des rapports précédemment décrits sont synthétisées dans les tableaux suivants (Tableau 15 à Tableau 18). Les parties surlignées en bleu dans ces tableaux font référence aux éléments permettant de répondre aux questionnements qui sont apparus « clefs » pouvant conduire à des recommandations sur les normes de qualité de l'air pour chaque polluant dans le chapitre 6.

5.1.1 Particules

Tableau 15 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé des particules

	Conclusions de Santé Canada (2016a)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
<b>Objet :</b>	Effets sanitaires des <b>particules grossières (PM<sub>10-2.5</sub>)</b> Analyse des articles publiés entre 2002 et fin 2011.	Dernières connaissances sur les effets sur la santé des PM <sub>2,5</sub> et PM <sub>10</sub>	Intérêt d'une mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2005 jusqu'à 2012
<b>Effets à court terme</b>			
Respiratoires	<p><b>Lien de causalité pour l'exposition aux particules grossières (PM<sub>10-2.5</sub>) et morbidité respiratoire : développement et accroissement des symptômes et maladies respiratoires.</b></p> <p>Très peu d'études portent sur les PM<sub>10-2.5</sub> par rapport à celles sur les autres fractions de particules (PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2.5</sub>). Les incertitudes et biais sont à prendre en compte dans l'interprétation des résultats tels que les biais pouvant résulter de la mesure de l'exposition ou de la difficulté à distinguer les effets des PM<sub>10-2.5</sub> des autres fractions de particules.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes épidémiologiques : Etude des effets à court terme par des méthodes de séries temporelles ou cas croisés.</li> </ul> <p>Hospitalisations pour maladies respiratoires (asthme et Broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)) chez les personnes les plus vulnérables (enfants et personnes âgées).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude de panel :                     <ul style="list-style-type: none"> <li>↗ Symptômes : toux, sifflements.</li> <li>↘ fonction respiratoire</li> </ul> </li> </ul> <p>Traitement médicamenteux pour asthme.</p> <p>Aggravation de l'asthme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude <i>in vivo</i></li> </ul> <p>Effets biologiques tels que les réactions inflammatoires, le stress oxydatif, l'apoptose, l'altération histo-pathologique des poumons.</p> <p>Stimulation de la production des cytokines dans les cellules épithéliales des voies respiratoires.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etude <i>in vitro</i></li> </ul> <p>Réponses inflammatoires aussi importantes que celles induites par les particules fines et ultrafines. Cependant, la majorité des études ne prennent pas en compte les modes de dépôts et d'élimination des particules. Ces résultats sont donc à interpréter avec précaution</p>	<p><b>Plusieurs études mettent en évidence des effets à court et long terme des PM<sub>2,5</sub> sur la mortalité et la morbidité respiratoire à des niveaux de concentration en PM<sub>2,5</sub> inférieurs aux valeurs guides de l'OMS de 2005.</b></p> <p>Plusieurs études montrent des effets néfastes sur la santé du carbone suie (black carbon) ou des particules ultrafines (PUF). Cependant, les données relatives à l'évaluation de l'exposition ne sont pas jugées suffisamment robustes.</p>	<p>Les nouvelles données publiées depuis 2005 sur les effets néfastes de l'exposition à court et à long terme pour les PM<sub>2,5</sub> proviennent d'études notamment menées en Europe. Elles confirment et renforcent les conclusions de 2005 et suggèrent d'autres effets sur la santé associés aux PM<sub>2,5</sub>.</p> <p><b>Les études épidémiologiques, cliniques et toxicologiques ont apporté de connaissances sur les effets physiologiques et la plausibilité biologique des liens entre l'exposition à court et à long terme aux PM<sub>2,5</sub> et la mortalité ainsi que la morbidité.</b></p> <p>Nombre considérable d'études publiées depuis 2005 sur les effets sur la santé de différentes fractions, composants et sources de particules :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes toxicologiques suggèrent que les contributeurs principaux des effets sur la santé sont les énergies fossiles et les processus de combustion de la biomasse. Les rôles de la composition chimique des particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et des propriétés physiques sont aussi suggérés.</li> <li>• <b>Trois composants des particules ressortent : les carbones suies (black carbon (BC)), les aérosols organiques et inorganiques secondaires.</b> Ils font l'objet de recherches sur les expositions et les effets sur la santé. Ils permettraient d'approcher les effets de mélange de polluants issues de sources différentes.</li> </ul>
Cardiovasculaires	<p><b>Lien de causalité suggéré pour l'exposition aux particules grossières (PM<sub>10-2.5</sub>) et les maladies cardiovasculaires et la mortalité cardiovasculaire</b></p> <p>Les effets seraient plus marqués chez les personnes les plus vulnérables (enfants, personnes âgées, immunodéprimées ...). Cependant le rôle des PM<sub>10-2.5</sub> sur le système cardiaque paraît limité.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes épidémiologiques : Etude des effets à court terme par des méthodes de séries temporelles ou cas croisés.</li> </ul> <p>Mortalité toute cause et par causes cardiovasculaires et respiratoires.</p>		
Mortalité			
<b>Effets à long terme</b>			
Respiratoires	<p><b>Résultats insuffisants pour établir un lien de causalité entre l'exposition à long terme aux particules grossières (PM<sub>10-2.5</sub>) et les effets sur la mortalité, la santé respiratoire et cardiovasculaire ainsi que pour les effets liés au développement</b></p> <p>Les études épidémiologiques analysant les effets sanitaires à long terme de la pollution atmosphérique restent peu nombreuses du fait de leur coût et de la complexité à les mettre en place. Parmi les études recensées dans cette revue de littérature, peu d'entre elles concernaient les PM<sub>10-2.5</sub>. Du fait du faible nombre d'études et des résultats contradictoires observés, les experts ont conclu que des études supplémentaires étaient nécessaires afin de mieux caractériser les effets chroniques des PM<sub>10-2.5</sub> sur la mortalité et la morbidité.</p>	<p><b>Plusieurs études mettent en évidence des effets à court et long terme des PM<sub>2,5</sub> sur la mortalité et la morbidité respiratoire à des niveaux de concentration en PM<sub>2,5</sub> inférieurs aux valeurs guides de l'OMS de 2005.</b></p>	
Cardiovasculaires			Revue concluant à la relation causale entre l'exposition à long terme aux PM <sub>2,5</sub> et la mortalité et morbidité cardiovasculaire
Cancer		<p>Le CIRC a classé la pollution aux PM comme cancérigène certain avec des effets observés à des niveaux inférieurs aux valeurs guides de 2005.</p> <p>En ce qui concerne la cancérogénicité des PM<sub>10</sub>, les risques estimés par le CIRC sont pratiquement les mêmes que pour les PM<sub>2,5</sub>. La cancérogénicité attribuée aux PM<sub>10</sub> pourrait être due à d'autres polluants chimiques présents dans le mélange constituant ce polluant (ex : les HAP).</p>	
Système nerveux central			Nouvelles données sur le lien possible entre l'exposition à long terme aux PM <sub>2,5</sub> et des troubles neurodéveloppementaux ou cognitifs ainsi que sur des maladies chroniques comme le diabète.
Développement	Les données concernant les particules grossières sur les effets sur le développement ne sont pas concluantes et ne permettent pas de tirer des conclusions précises sur le rôle joué par ces particules. Nombre limité d'études, mais en croissance.		

	Conclusions de Santé Canada (2016a)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
<b>Objet :</b>	Effets sanitaires des <b>particules grossières (PM<sub>10-2.5</sub>)</b> Analyse des articles publiés entre 2002 et fin 2011.	Dernières connaissances sur les effets sur la santé des PM <sub>2.5</sub> et PM <sub>10</sub>	Intérêt d'une mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2005 jusque 2012
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques :</li> </ul> Conséquences néfastes sur l'issue de la grossesse ↘ du poids à la naissance Naissances prématurées		
Relation concentration-réponse		PM <sub>2.5</sub> : Mise à jour à engager non seulement des valeurs guides, mais également des fonctions exposition-risque calculées pour la mortalité et pour d'autres pathologies telles que la maladie d'Alzheimer, les troubles cognitifs, le diabète, les inflammations systémiques, le vieillissement, etc.  PM <sub>10</sub> : Etudes des particules grossières (PM <sub>10-2.5</sub> ) au lieu des PM <sub>10</sub> .  Autres : Nombre d'étude encore insuffisant pour pouvoir établir des valeurs guides pour les particules ultrafines ou black carbon (BC).  L'importance de comprendre les effets sanitaires spécifiques des particules grossières issues de sources naturelles (telles que les poussières du désert) qui peuvent engendrer des concentrations extrêmement élevées de PM <sub>10</sub> dans certaines régions a été souligné ainsi que la conduite de recherches supplémentaires nécessaires à l'évaluation des risques.	Intérêt de réglementer les concentrations pour les effets à court terme (ex : moyennes sur 24 heures) en plus des effets à long terme (moyennes annuelles).  Etablissement de valeurs limites à court et à long terme pour les PM <sub>10</sub> indépendamment des PM <sub>2.5</sub> préconisé.  PM <sub>2.5</sub> : les résultats des études à court et à long terme suggèrent clairement l' <b>absence d'un seuil au-dessous duquel aucune personne ne serait affectée</b> . Compte tenu de l'absence du seuil et de la linéarité des fonctions exposition-risque, une réduction des concentrations des PM <sub>2.5</sub> améliorera la santé des populations, que les niveaux soient ou non inférieurs aux valeurs limites.
Durée d'exposition		Les experts ont pointé l'intérêt de prendre en compte des expositions à très court terme des PM <sub>2.5</sub> (ex : moyennes horaires) au vue des données émergentes suggérant des effets sur la santé.	Bien que les expositions à court terme peuvent contribuer au développement de maladies chroniques, les populations exposées à des effets à court terme ne sont pas nécessairement les mêmes que celles souffrant des conséquences d'exposition à long terme.  Les mécanismes biologiques des effets à court terme ne sont pas nécessairement les mêmes pour les effets à long terme et vice versa.  Dans les périodes où les concentrations de PM <sub>2.5</sub> sont élevées, des mesures appropriées en matière de santé doivent être entreprises par la population, les autorités publiques et d'autres parties prenantes.  Les zones ayant des niveaux modérés en PM <sub>2.5</sub> (à moyen et à long terme) peuvent connaître des épisodes de pollution avec des niveaux assez élevés
Populations sensibles / à risque	Les effets cardiovasculaires seraient plus marqués chez les personnes les plus vulnérables (enfants, personnes âgées, immunodéprimées ...).		

5.1.2 Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)Tableau 16 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé du NO<sub>2</sub>

	Conclusions de Santé Canada (2016b)	Conclusions de l'US EPA (2016)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
<b>Objet :</b>	Synthèse des conclusions du rapport ISA EPA (2008) et analyse des articles originaux depuis ce rapport et avril 2013	Mise à jour du précédent rapport de 2008. Prise en compte des études publiées entre janvier 2008 et août 2014	Dernières connaissances sur les effets sur la santé	Intérêt de mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2004 jusqu'en avril 2011 (exposition court terme) et avril 2012 (exposition long terme). Prise en compte des rapports ISA EPA (2008) et CARB (2007)
<i>Effets à court terme</i>				
Respiratoires	<p><b>Lien de causalité entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et la morbidité accrue associée à l'asthme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes d'exposition humaine contrôlée chez des personnes asthmatiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ de la fonction pulmonaire</li> <li>↳ de l'hyperréactivité bronchique, de l'inflammation des voies respiratoires</li> </ul> </li> <li>Etudes épidémiologiques menées chez les enfants asthmatiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ des symptômes respiratoires liés à l'asthme</li> </ul> </li> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ des hospitalisations pour cause de troubles respiratoires et d'asthme et des consultations des urgences pour de l'asthme</li> <li>↳ de la fonction pulmonaire</li> <li>↳ symptômes respiratoires, inflammation des voies respiratoires et intensification de l'hyperréactivité bronchique chez des personnes asthmatiques</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Relation causale entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et les maladies respiratoires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>apparition de crises d'asthme basée sur les données expérimentales et épidémiologiques</li> <li>augmentation de la réactivité des voies respiratoires et de l'inflammation allergique issue d'études d'exposition humaine contrôlée</li> </ul> <p>Relation indépendante et le NO<sub>2</sub> n'est pas seulement un indicateur pour d'autres polluants liés au trafic</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes d'exposition humaine contrôlée : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ de l'hyperréactivité bronchique inflammation allergique</li> </ul> </li> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ des hospitalisations et consultations des urgences pour de l'asthme,</li> <li>↳ symptômes respiratoires, inflammation des voies respiratoires chez des personnes asthmatiques et ↳ de la fonction pulmonaire chez des enfants asthmatiques</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Niveau de preuve renforcée sur la relation causale entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et les effets respiratoire</b></p> <p>Nouvelles études depuis la publication des valeurs guide de 2005 pour le NO<sub>2</sub> portant sur les effets à court et à long terme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Données épidémiologiques (étude de séries temporelles)</li> </ul>	<p>Dans de nombreuses études les effets sanitaires à court terme du NO<sub>2</sub> persistent après la prise en compte dans les modèles (ajustement) d'autres polluants tels que les PM<sub>10</sub> ou les PM<sub>2.5</sub>. Cela ne signifie pas que ces associations sont entièrement attribuables au NO<sub>2</sub>. En effet, le NO<sub>2</sub> peut également représenter d'autres fractions (qui ont des effets néfastes sur la santé) qui ne sont pas actuellement réglementées.</p> <p><b>Les preuves mécanistiques en particulier pour les effets respiratoires et le niveau de preuve des études épidémiologiques sur les associations à court terme suggèrent une relation causale. Il est donc raisonnable de considérer que le NO<sub>2</sub> a des effets directs sur la santé respiratoire.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes d'exposition humaine contrôlée : <ul style="list-style-type: none"> <li>Inflammation et ↳ l'hyperréactivité bronchique pour des concentrations comprises entre 380 et 1880 µg.m<sup>-3</sup> – exposition de 15 min à 6h. résultats plus marqués, cohérents à 1880 µg.m<sup>-3</sup>.</li> <li>Effet faible à modéré sur la fonction pulmonaire dans des études animales considérant une exposition d'1h à des concentrations variant de 380 à 1500 µg.m<sup>-3</sup>.</li> </ul> </li> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Relation positive et significative pour la mortalité toute cause et spécifique même après ajustement sur d'autres polluants (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et BC) basée sur des études multicentriques avec des localisations géographiques variées incluant l'Europe. L'étude américaine NMMAPS est cependant une exception notable mais les raisons ne sont pas claires. Il est noté une différence de méthodes et l'hypothèse de la forme linéaire de la courbe relation dose-réponse.</li> <li>Associations positives pour les hospitalisations pour causes respiratoires et consultations aux urgences, principalement pour asthme.</li> </ul> </li> </ul>
Cardiovasculaires	<p><b>Données évocatrices, mais pas suffisantes pour conclure à un lien de causalité entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et les effets cardiovasculaires.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ mortalité cardiovasculaire, les hospitalisations et les admissions aux urgences.</li> <li>Risques souvent atténués par la prise en compte des co-polluants, ou seulement des modèles uni-polluant avaient été utilisés.</li> </ul> </li> <li>Etudes de panel et études d'exposition contrôlée <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ variabilité de la fréquence cardiaque (VFC), une modification de la repolarisation ventriculaire</li> <li>↳ des biomarqueurs inflammatoires ou de la coagulation</li> <li>↳ peu de données et contradictoires</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Données évocatrices, mais pas suffisantes sur la relation entre l'exposition à court et à long terme au NO<sub>2</sub> et les maladies cardiovasculaires, diabète, mortalité toute cause, issue de la grossesse et cancer.</b></p> <p>Incertitude sur les mécanismes biologiques / inflammation et stress oxydatif consécutifs à une exposition au NO<sub>2</sub></p> <p>Données épidémiologiques récentes confirment l'association entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et la mortalité toute cause et apportent des nouvelles données sur les effets sur les maladies cardiovasculaires principalement sur l'apparition de crises cardiaques.</p>	<p><b>Niveau de preuve évocateur :</b></p> <p>Maladies cardiovasculaires et mortalité</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Les nouvelles données mettent en évidence une association positive entre l'exposition au NO<sub>2</sub> et l'hospitalisation et les visites des urgences pour diagnostics cardiovasculaires et/ou cardiaques.</b> Il est difficile de décrire la nature de la relation au regard des modèles à 2 polluants ou multipolluants utilisés et de l'absence d'étude sur des indicateurs de santé à court terme comme les crises cardiaques. Des analyses complémentaires sont nécessaires.</li> <li>Mécanistique : Lien entre le mécanisme des études chez l'animal et l'Homme – effets cardiovasculaires</li> </ul> </li> <li>Etudes toxicologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Stress oxydatif</li> <li>Athéroscléroses</li> </ul> </li> </ul>

	Conclusions de Santé Canada (2016b)	Conclusions de l'US EPA (2016)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
<b>Objet :</b>	Synthèse des conclusions du rapport ISA EPA (2008) et analyse des articles originaux depuis ce rapport et avril 2013	Mise à jour du précédent rapport de 2008. Prise en compte des études publiées entre janvier 2008 et août 2014	Dernières connaissances sur les effets sur la santé	Intérêt de mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2004 jusqu'en avril 2011 (exposition court terme) et avril 2012 (exposition long terme). Prise en compte des rapports ISA EPA (2008) et CARB (2007)
Mortalité	<p><b>Lien de causalité probable entre l'exposition à court terme au NO<sub>2</sub> et la mortalité non accidentelle totale, cardiovasculaire et respiratoire.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>↗ mortalité non accidentelle totale, cardiovasculaire et respiratoire</li> </ul> </li> </ul> <p>Cohérence limitée des résultats des études épidémiologiques concernant la morbidité liée au NO<sub>2</sub> pouvant entraîner la mort due à des causes cardiovasculaires et respiratoires</p>			
<i>Effets à long terme</i>				
Respiratoires	<p><b>Lien de causalité probable entre l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et les effets sur la fonction respiratoire liés au développement de l'asthme ou de maladies allergiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>En particulier chez les enfants, <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ de la fonction pulmonaire, et du développement pulmonaire</li> </ul> </li> <li>Développement de l'asthme ou de réactions allergiques</li> <li>↗ l'incidence de l'asthme chez les adultes</li> <li>→ rôle possible d'autres polluants concomitants en ce qui concerne les effets du NO<sub>2</sub> sur la fonction respiratoire</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Relation causale entre l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et les maladies respiratoires établie à partir des études sur l'indicateur sanitaire « apparition de l'asthme ».</b></p> <p>Il a été démontré que l'apparition de l'asthme chez l'enfant était liée à l'augmentation des concentrations ambiantes de NO<sub>2</sub> mesurées à proximité des lieux de résidence ou des écoles ou estimées à l'intérieur des habitations. Ces associations sont indépendantes des effets de certains facteurs de risque tels que le statut socioéconomique et le tabagisme. Cependant, l'influence d'autres polluants liés au trafic n'est pas bien documentée et ne peut donc pas être exclue.</p> <p>Des données chez l'animal fournissent des éléments sur l'indépendance des effets à long terme du NO<sub>2</sub> sur le développement de l'asthme : ↗ de l'hyperréactivité bronchique chez les rongeurs</p>	<p>Nouvelles études depuis la publication des valeurs guide de 2005 pour le NO<sub>2</sub> portant sur les effets à court et à long terme.</p> <p>Consensus pour actualiser la valeur en dessous de la valeur actuelle de 40 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle dans les recommandations du rapport REVIHAAP sur la base des nouvelles études de cohorte et méta-analyses ainsi que des travaux à venir (COMEAP) qui mettent en évidence une association entre l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et différents indicateurs sanitaires : <b>symptômes respiratoires ou fonction pulmonaire chez l'enfant.</b></p> <p>Nouvelles données concernant le niveau de preuve sur la relation avec la mortalité (respiratoire, cardiovasculaire et toute cause).</p> <p>Peu d'études ont pris en compte deux ou plusieurs polluants dans les analyses. Les effets à long terme peuvent être dû à d'autres polluants issus du trafic.</p>	<p>Il est plus difficile de juger l'indépendance des effets du NO<sub>2</sub> dans les études long terme du fait de la corrélation forte entre les concentrations en NO<sub>2</sub> et d'autres polluants. Le NO<sub>2</sub> peut représenter le mélange de polluants issus du trafic.</p> <p>Données d'études d'exposition humaine contrôlée non applicables et données toxicologiques peu nombreuses.</p> <p>Quelques études épidémiologiques suggèrent une association entre l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et la mortalité respiratoire et cardiovasculaire ainsi que des effets sur les symptômes respiratoires et la fonction pulmonaire chez l'enfant indépendamment des effets des PM<sub>10</sub>.</p>
Cardiovasculaires	<p><b>Données évocatrices, mais pas suffisantes pour conclure à un lien de causalité entre l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et les maladies cardiovasculaires, les cancers, la mortalité et les paramètres de la fonction reproductrice et du développement.</b></p>	<p><b>Données évocatrices, mais pas suffisantes sur la relation entre l'exposition à court et à long terme au NO<sub>2</sub> et des effets cardiovasculaires, diabète, mortalité toute cause, sur le développement et cancer.</b></p> <p>Incertitude sur les mécanismes biologiques / inflammation et stress oxydatif consécutifs à une exposition au NO<sub>2</sub></p> <p>Nouvelles données épidémiologiques renforçant les conclusions sur l'augmentation de mortalité et cancer toute cause en lien avec l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub>.</p> <p>Nouvelles données sur le lien possible entre les <u>pathologies cardiaques, le diabète et un retard dans le développement du fœtus</u> et l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub>– Nouvelles catégories d'effets pour l'EPA</p> <p><b>Niveau de preuve insuffisant des effets sur la fertilité, la reproduction et la grossesse telle que le développement postnatal.</b> Les études épidémiologiques et toxicologiques ne permettent pas de mettre en évidence ces effets.</p> <p>Incertitude sur l'indépendance des effets du NO<sub>2</sub> pour une exposition à court et à long terme. L'influence potentielle d'autres polluants issus du trafic est peu prise en compte dans les études épidémiologique. De plus, peu de résultats concluants dans les études d'exposition contrôlée chez l'Homme et toxicologiques.</p>	<p>Les nouvelles données issues notamment d'études de cohorte apportent de nouveaux éléments sur la relation entre l'exposition à long terme au NO<sub>2</sub> et la mortalité (respiratoire, cardiovasculaire et toute cause)</p>	
Cancer		<p>Les nouvelles données fournissent aussi des indications pour le cancer du poumon</p>		
Reproduction et développement				
Relation concentration-réponse	<p>Relation presque linéaire, sans indication nette d'un seuil.</p> <p>Probablement proche de la limite inférieure des concentrations ambiantes de NO<sub>2</sub>. Par conséquent, les données disponibles</p>	<p>Ce n'est pas clair s'il existe un seuil au-dessous duquel aucun effet n'est attendu.</p>	<p>Court terme : Les données épidémiologiques (étude de séries temporelles) montrent des relations dose-réponse avec une exposition pouvant être inférieure à la</p>	<p>Nouvelles études confortent la mise à jour des AQGs de l'OMS de 2005 en considérant les données épidémiologiques sur les effets à court et à long terme mis en évidence à des niveaux équivalents ou inférieurs aux normes européennes qui correspondent aux AQGs de l'OMS de 2005 pour le NO<sub>2</sub></p>

	Conclusions de Santé Canada (2016b)	Conclusions de l'US EPA (2016)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
<b>Objet :</b>	Synthèse des conclusions du rapport ISA EPA (2008) et analyse des articles originaux depuis ce rapport et avril 2013	Mise à jour du précédent rapport de 2008. Prise en compte des études publiées entre janvier 2008 et août 2014	Dernières connaissances sur les effets sur la santé	Intérêt de mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2004 jusqu'en avril 2011 (exposition court terme) et avril 2012 (exposition long terme). Prise en compte des rapports ISA EPA (2008) et CARB (2007)
	indiquent que toute augmentation des concentrations ambiantes de NO <sub>2</sub> s'accompagne d'un risque accru d'effets graves sur la santé pouvant aller jusqu'au décès.		<b>AQG de 200 µg.m<sup>-3</sup> sur une heure.</b>  Processus pouvant se concentrer sur les effets respiratoires, pour lesquels la preuve de causalité semble plus robuste.  Examen des modèles multi-polluants incluant non seulement les PM <sub>2,5</sub> mais aussi d'autres polluants issus du trafic (carbone organique, carbone élémentaire, carbone suite et HAP) afin de faire la distinction entre les effets du NO <sub>2</sub> et des autres polluants  Une autre attention particulière sera à porter sur l'analyse de la localisation des mesures et de la méthode d'évaluation de l'exposition en raison de la variabilité spatiales des concentrations en NO <sub>2</sub> .	<b>Court terme : Niveau de preuve le plus important à partir des études de séries temporelles pour l'hospitalisation pour des symptômes respiratoires. Analyses de sensibilités peuvent être incluses sur les hospitalisations cardiovasculaires.</b>  Long terme : étude SCCHS (Southern California Children's Health Study) sur les symptômes bronchiques chez des enfants asthmatiques. – Nécessité d'ajustement sur les PM par des modèles bi-polluants.
Durée d'exposition	Des effets sont observés à des expositions à court terme (moyennes horaires et journalières) et à long terme (moyennes annuelles)  → différences entre les types d'effets selon la durée d'exposition. Des normes pour chacune de ces durées seraient nécessaires.	<b>Plusieurs durées d'exposition au NO<sub>2</sub> sont associées à des effets sur la santé. Aucune durée spécifique plus fortement associée aux crises d'asthme ou au développement d'asthme.</b>  Il est indiqué que des effets sont associés à des expositions:  - Court terme : de 1 à 5 jours (niveau moyen journalier, ou maximal horaire sur la journée) ; 15 à 60 min dans les études d'exposition contrôlée ; 2 à 5 heures à proximité du trafic  - Long terme : exposition en moyenne de 1 à 10 ans ; exposition répétée sur plusieurs jours ou semaine dans les études d'exposition contrôlée		<b>A court terme, des études expérimentales prenant en compte des durées d'expositions de 1h mettent en évidence des effets respiratoires. Ces effets sont confirmés par des données toxicologiques.</b>  <b>Peu d'études visent à évaluer l'importance de la durée d'exposition sur les effets sur la santé.</b> Les études toxicologiques considèrent des doses élevées. Compte tenu de la preuve qu'une durée d'1h est suffisante pour entraîner des effets sanitaires, la plus-value d'un point de vue santé d'utiliser une AQG d'une durée de 24h est discutable. Cela ne veut pas dire que les séries temporelles sur 24h ne peuvent pas être utilisées. Toutefois, la comparaison entre les durées d'exposition de 24h et 1h pourrait permettre la conversion des fonctions concentrations-risques de 24h à 1h et/ou d'indiquer si une valeur en moyenne sur 24 h exprimée en 1h est plus restrictive que la valeur d'1h basée sur des études expérimentales.  Une valeur guide peut être estimée à partir de cette méthode. La deuxième méthode consiste à calculer la valeur pour une durée d'exposition d'1h à partir d'études de séries temporelles. Cependant, moins d'études sont disponibles.
Populations sensibles / à risque	<b>Populations plus sensibles ou plus exposées au NO<sub>2</sub> : enfants, personnes âgées, personnes atteintes d'asthme ou de BPCO, personnes effectuant une activité physique intense et celles qui passent beaucoup de temps à proximité d'axes routiers</b>	<b>Personnes asthmatiques, enfants (en particulier les 0-14 ans) et les personnes âgées (en particulier les plus de 65 ans)</b>  <b>Surexposition des personnes vivant ou passant du temps à proximité des axes routiers, ayant un statut socio-économique faible et non blancs.</b>		

5.1.3 Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)Tableau 17 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé du SO<sub>2</sub>

	Conclusions de Santé Canada (2016c)	Conclusions de l'US EPA (draft 2015)	Conclusions de l'OMS (2016)
<b>Objet :</b>	Synthèse des conclusions du rapport ISA EPA (2008) et analyse des articles originaux de 2007 à 2011	Mise à jour du précédent rapport de 2008. Prise en compte des études publiées entre janvier 2008 et avril 2015	Dernières connaissances sur les effets sur la santé
<i>Effets à court terme</i>			
Respiratoires	<b>Lien de causalité entre l'exposition à court terme au SO<sub>2</sub> et la morbidité respiratoire chez les adultes, notamment chez les asthmatiques.</b> <b>Données évocatrices pour la morbidité respiratoire chez les enfants.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques : Effet sur la fonction pulmonaire après des expositions à court terme Effets des co-polluants et des facteurs de confusion ne peuvent pas être complètement écartés</li> <li>Etudes d'exposition humaine contrôlée chez des personnes asthmatiques : ↘ de la fonction pulmonaire concernant des sujets asthmatiques exposés au SO<sub>2</sub> pendant 5 à 10 minutes → Utilisation de la concentration minimale avec effet nocif observé pour calculer une concentration de référence à partir des données des études d'exposition humaine contrôlée</li> </ul>	<b>Relation causale entre l'exposition à court terme au SO<sub>2</sub> et maladies respiratoires.</b> <b>Niveau de preuve le plus fort: concordance des résultats et plausibilité biologiques des effets en particulier pour l'exacerbation de l'asthme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes contrôlées – déjà disponibles depuis le rapport ISA 2008 : ↘ de la fonction pulmonaire chez des adultes asthmatiques exposés au SO<sub>2</sub> pendant 5 à 10 minutes ↗ de l'hyperréactivité bronchique et inflammation allergique</li> <li>Etudes épidémiologiques – nouvelles données depuis le rapport ISA 2008 : Hospitalisations et consultations aux urgences pour de l'asthme inchangé dans des modèles avec co-polluants, Symptômes respiratoires chez des enfants asthmatiques Mortalité respiratoire</li> </ul>	<b>Nouvelles études depuis la publication des AQG pour le SO<sub>2</sub> de 2005</b>  Données épidémiologiques (étude de séries temporelles) et toxicologiques  Diminution des niveaux ambiants dans certaines régions du monde et augmentation dans d'autres  Prise en compte des évaluations récentes et à venir des USA et du Canada sur les expositions à court terme du SO <sub>2</sub> et les effets respiratoires à partir d'études expérimentales.
Cardiovasculaires	<b>Preuves inadéquates du lien entre l'exposition à court terme au SO<sub>2</sub> et la morbidité cardiovasculaire</b>		
Mortalités	<b>Données les plus récentes et évocatrices d'un lien entre l'exposition à court terme au SO<sub>2</sub> et la mortalité toutes causes et cardiopulmonaire, notamment chez les personnes de plus de 40 ans (association la plus forte établie chez les personnes de 65 ans et plus).</b>	<b>Données évocatrices, mais pas suffisantes sur la relation entre l'exposition à court et à long terme au SO<sub>2</sub> et la mortalité toute cause, la reproduction et le développement et le cancer</b>  Plus d'incertitudes sur les autres effets : le SO <sub>2</sub> entre dans le système sanguin. Cependant les métabolites et les sulfites provenant de l'inhalation de SO <sub>2</sub> sont moins importants que la contribution endogène.	
<i>Effets à long terme</i>			
Respiratoires	<b>Preuves inadéquates pour conclure à un lien entre l'exposition à long terme au SO<sub>2</sub> et la mortalité et morbidité respiratoire, morbidité cardiovasculaire, cancérogénicité et une insuffisance pondérale à la naissance</b>  Problèmes liés à l'interprétation des données épidémiologiques. Plus important encore, il demeure difficile de déterminer le rôle des facteurs de confusion des co-polluants tels que PM <sub>2,5</sub> et PM <sub>10</sub> sur les effets signalés.	<b>Données évocatrices, mais pas suffisantes sur la relation entre l'exposition à long terme au SO<sub>2</sub> et des effets respiratoires :</b> développement d'un phénotype d'asthme basée sur les études épidémiologiques longitudinales récentes et les études toxicologiques mais limitées  Symptômes et allergies respiratoires chez des enfants	Preuves suggérées sur l'exposition à long terme et effets sur la santé  Nouvelles études dans des régions où des niveaux élevés sont encore présents (Lai, 2013 ; Shang, 2013)
Cardiovasculaires	Examen conjoint nécessaire des études d'exposition contrôlée chez les humains et épidémiologiques, lorsqu'elles sont disponibles, comme cela est le cas pour la morbidité respiratoire en lien avec une exposition à court terme au SO <sub>2</sub> .	Plus d'incertitudes sur les autres effets : le SO <sub>2</sub> entre dans le système sanguin. Cependant les métabolites et les sulfites provenant de l'inhalation de SO <sub>2</sub> sont moins importants que la contribution endogène.	
Cancer	Examen aussi de données supplémentaires pour étayer les résultats épidémiologiques, notamment les preuves de <i>mécanismes ou de modes d'action</i> potentiels et les <i>analyses d'expositions individuelles</i> concernant les <i>effets systémiques</i> .	<b>Données évocatrices, mais pas suffisantes sur la relation entre l'exposition à court et à long terme au SO<sub>2</sub> et la mortalité toute cause, la reproduction et le développement et le cancer</b>	
Reproduction et développement	<b>Données les plus récentes mais limitées et peu évocatrices pour l'exposition à long terme au SO<sub>2</sub> et les naissances prématurées et malformations cardiaques congénitales chez des bébés exposés au SO<sub>2</sub> in utero.</b>		
Relation concentration-réponse	<b>Une concentration de référence (CRF) sur 10 minutes de 67 ppb (175 µg.m<sup>-3</sup>) a été calculée à partir des études d'exposition contrôlée chez les humains en ce qui concerne la morbidité respiratoire et les incertitudes, y compris la variabilité interspécifique.</b>	NAAQS existante sur 1h (max journalier – moyenne sur 3 ans P99)  Données d'exposition humaine contrôlée : effets rapportés pour des expositions de 5-10 min.	Les experts considèrent que des efforts doivent porter sur la définition de relation dose-réponse pour le SO <sub>2</sub> à partir d'outils quantitatifs qui permettent la comparaison du niveau de protection des AQGs pour les différents polluants.

	Conclusions de Santé Canada (2016c)	Conclusions de l'US EPA (draft 2015)	Conclusions de l'OMS (2016)
<b>Objet :</b>	Synthèse des conclusions du rapport ISA EPA (2008) et analyse des articles originaux de 2007 à 2011	Mise à jour du précédent rapport de 2008. Prise en compte des études publiées entre janvier 2008 et avril 2015	Dernières connaissances sur les effets sur la santé
		Données épidémiologiques sur des expositions journalières (moyenne sur 24h ou 1h) bien que les effets observés peuvent être liés à des pics d'exposition de courte durée.  Données épidémiologiques limitées sur la RDR pour établir la linéarité ou un seuil en dessous duquel aucun effet n'est observé.	Il pourrait être nécessaire de définir des valeurs cibles intermédiaires pour le SO <sub>2</sub> .
Durée d'exposition	Selon le rapport de Santé Canada, des pics temporaires d'expositions sont soupçonnés d'être associés à la plupart des indicateurs de santé étudiés pour le SO <sub>2</sub> , y compris ceux liés à la reproduction et au développement.	<b>Plusieurs durées d'exposition au SO<sub>2</sub> associées à des effets sur la santé. Aucune durée spécifique plus fortement associée aux crises d'asthme ou au développement d'asthme.</b>  Des effets sont associés à des expositions:  - Court terme : de 1 à 5 jours (niveau moyen journalier, ou maximal horaire sur la journée) ; 15 à 60 min dans les études d'exposition contrôlée ; 2 à 5 heures à proximité du trafic  -Long terme : exposition en moyenne de 1 à 10 ans ; exposition répétée sur plusieurs jours ou semaines dans les études d'exposition contrôlée	Selon les conclusions du rapport REVIHAAP considérant les concentrations élevées observées dans certains pays, les données de la littérature sur les effets du SO <sub>2</sub> devraient être réexaminées pour les expositions à très court terme (10 min) et à court terme (24 heures), mais également pour les expositions à long terme, pour lesquelles il n'existe actuellement aucune valeur guide.
Populations sensibles / à risque	Les sous-populations qui semblent présenter une sensibilité accrue aux effets nocifs de l'exposition au SO <sub>2</sub> représentent une proportion importante de la population, <b>les sujets asthmatiques et les personnes âgées</b> représentant respectivement à eux seuls 8,9 % et 14,8 % des Canadiens (Statistics Canada, 2011; Asthma Society of Canada, 2012).	<b>Personnes asthmatiques (exposition à court terme et effets respiratoires – relation causale)</b>  <b>Enfants et personnes âgées (niveau de preuve limité)</b>	

5.1.4 Ozone (O<sub>3</sub>)Tableau 18 : Synthèse des conclusions des rapports institutionnels sur les effets sur la santé de l'O<sub>3</sub>

	Conclusions de l'US EPA (2013)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
	Mise à jour du précédent rapport de 2006. Prise en compte des études publiées de 2005 (proche de la précédente évaluation) et juillet 2011	Dernières connaissances sur les effets sur la santé	Intérêt de mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2005
<i>Effets à court terme</i>			
Respiratoires	<p><b>Relation causale entre exposition à court terme à l'ozone et maladies respiratoires : éléments de preuve intégrant les études d'exposition humaine, épidémiologique et toxicologiques et à travers l'évaluation de différents paramètres de santé respiratoire qui continuent de démontrer une relation de causalité.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etudes d'exposition humaine contrôlée :</b>            ↘ volume d'expiration forcée en 1s (FEV<sub>1</sub>) de l'ordre de 2 à 3% avec des expositions de 6,6 heures pour <b>60 ppb</b> (120 µg.m<sup>-3</sup>).            ↗ de la réactivité des voies respiratoires à <b>80 ppb</b> (160 µg.m<sup>-3</sup>) chez les jeunes adultes en bonne santé et réponse inflammatoire à <b>60 ppb</b>.            ↗ de l'expression d'anticorps et de marqueurs leucocytaires retrouvés dans les crachats de sujets en bonne santé ou atopiques pour des expositions allant de <b>80 à 400 ppb</b> (800 µg.m<sup>-3</sup>).</li> <li>• <b>Etudes épidémiologiques :</b>            ↗ hospitalisations et visites aux urgences aux États-Unis, en Europe et au Canada – avec des concentrations maximales sur 8 heures &lt; <b>60 ppb</b>.            Altération de la fonction pulmonaire, en particulier chez les enfants, les enfants asthmatiques et les adultes qui travaillent ou font de l'exercice à l'extérieur.            Association entre l'O<sub>3</sub> et l'augmentation des médiateurs de l'inflammation et du stress oxydatif avec des concentrations moyennes sur 8 heures de <b>73 ppb</b> (146 µg.m<sup>-3</sup>).            Associations l'O<sub>3</sub> et les symptômes (toux, sifflements et essoufflement) chez les enfants asthmatiques avec une moyenne maximale sur 8h de <b>69 ppb</b> (138 µg.m<sup>-3</sup>).</li> <li>• <b>Etudes in vivo :</b>            Hyperréactivité des voies respiratoires de rongeurs et cobayes après une exposition à moins de <b>300 ppb</b> (600 µg.m<sup>-3</sup>) - nombre limité d'études            ↗ de la réactivité des voies respiratoires à <b>50 ppb</b> (100 µg.m<sup>-3</sup>) dans certaines souches de rats troubles allergiques dès <b>80 ppb</b> chez des rongeurs.</li> </ul>	<p><b>Nombreuses études publiées depuis la dernière mise à jour des AQGs de 2005, incluant des études à court et à long terme, à plus faibles concentrations et dans des régions du monde autres que l'Amérique du Nord et l'Europe (principalement des méta-analyses en Chine).</b></p> <p><b>Il existe des effets observés pour des concentrations moyennes sur 8 h inférieures à 100 µg.m<sup>-3</sup>.</b></p>	<p>Ce qui était connu : Effets à court terme d'une exposition à l'ozone sur la mortalité et la morbidité respiratoire.</p> <p>Les nouvelles données publiées depuis 2005 sur les effets néfastes de l'exposition à court terme à l'ozone proviennent d'études multicentriques en Europe, aux États-Unis et en Asie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etudes épidémiologiques :</b>            En Europe :  <b>Mortalité toutes causes confondues, cardiovasculaires et respiratoires</b> - concentrations quotidiennes d'ozone (moyenne maximale de 1 h ou 8 h).  <b>Admissions hospitalières respiratoires et cardiovasculaires</b>, après ajustement pour les effets des particules (PM<sub>10</sub>),</li> <li>• <b>Etudes toxicologiques :</b>  <b>Effets pulmonaire et vasculaire</b> à partir d'études chez l'animal et chez l'Homme. <b>Les preuves se sont renforcées</b> au cours de la période intermédiaire.</li> </ul>
Cardiovasculaires	L'ensemble des études indique qu'il existe une <b>relation probable</b> entre les expositions à court terme à l'O <sub>3</sub> et les maladies cardiovasculaires.		Bien que les études expérimentales chez l'animal montrent des effets significatifs, les résultats des études réalisées chez l'homme restent ambigus.
Mortalité	<p><b>Relation causale entre l'exposition à court terme à l'ozone et la mortalité respiratoire.</b></p> <p>Des études de séries temporelles multicentriques ont montré des liens entre l'O<sub>3</sub> et la mortalité respiratoire aux États-Unis, en Europe, et au Canada, renforçant les preuves issues de résultats à l'échelle d'une seule ville. <b>Dans la plupart de ces études les concentrations maximales en O<sub>3</sub> sur 8 heures étaient inférieures à 63 ppb (126 µg.m<sup>-3</sup>).</b></p> <p><b>Relation causale probable pour la mortalité toute cause</b></p>		
Système nerveux central (SNC)	<b>Relation causale suggérée entre l'exposition à court terme à l'O<sub>3</sub> et des effets sur le SNC.</b>		
<i>Effets à long terme</i>			
Respiratoires	<p><b>Relation causale probable</b> entre les expositions à long terme à l'O<sub>3</sub> et la santé respiratoire : combinaison des données épidémiologiques récentes aux études toxicologiques chez le rongeur et les primates, apportant la plausibilité biologique des effets respiratoires</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etudes épidémiologiques :</b>            Associations entre exposition à l'O<sub>3</sub> et nouveaux cas d'asthmes chez certains sujets, en particulier vivant dans des zones où la moyenne annuelle des concentrations maximales sur 8-h était de <b>55,2 ppb</b> (110 µg.m<sup>-3</sup>), comparés aux individus vivant dans des zones où cette valeur était de 38,4 ppb (76.8 µg.m<sup>-3</sup>).</li> </ul> <p>Associations entre 1<sup>ère</sup> admission à l'hôpital pour l'asthme de l'enfant et O<sub>3</sub> en moyenne</p>	<p><b>Nouvelles études depuis la publication des AQG pour l'O<sub>3</sub> de 2005 portant sur la relation avec une exposition à long terme en accord avec les experts du rapport REVIAP et au document ISA de l'EPA de 2013.</b></p> <p>Les experts encouragent la recherche portant sur les effets de l'exposition à long terme à l'ozone dans les études de cohortes actuelles ou futures.</p>	<p>Depuis 2005 : plusieurs analyses de cohortes ont été publiées sur <b>l'exposition à long terme</b> à l'ozone. Parmi ces études, la plus puissante menée par l'American Cancer Society (ACS), montre une association significative avec la <b>mortalité totale</b> et plus spécialement la mortalité cardiopulmonaire. D'autres cohortes ont également démontré un effet sur la mortalité chez les personnes souffrant de pathologies préexistantes.</p> <p><b>En outre, plusieurs nouvelles études de suivi sur l'exposition à long terme ont rapporté des effets indésirables sur les maladies respiratoires</b> telles qu'une augmentation de l'incidence de l'asthme, une aggravation de l'asthme, une augmentation des hospitalisations pour asthme en particulier chez les enfants et une altération de la fonction pulmonaire. Ces</p>

	Conclusions de l'US EPA (2013)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
	Mise à jour du précédent rapport de 2006. Prise en compte des études publiées de 2005 (proche de la précédente évaluation) et juillet 2011	Dernières connaissances sur les effets sur la santé	Intérêt de mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2005
	annuelle des concentrations maximales sur 8-h < <b>41 ppb</b> ( $82\mu\text{g.m}^{-3}$ ). Associations positives entre exposition chronique et altération de la fonction pulmonaire (moyenne annuelle des concentrations maximales de 8 h inférieures à <b>65 ppb</b> ( $130\mu\text{g.m}^{-3}$ )) mais nombre d'études limité. Inflammation et altérations - moyenne annuelle des concentrations maximales de 8 h < <b>69 ppb</b> ( $138\mu\text{g.m}^{-3}$ ) Réponse allergique mais avec des variations en fonction de l'effet estimé. ↗ taux d'IgE chez les adultes asthmatiques. • <u>Etudes in vivo</u> : Etude chez le primate mettant en évidence des altérations morphologiques des poumons et une inflammation pour des expositions durant le développement ( <b>500 ppb</b> ) ↘ des défenses observées chez les rongeurs à <b>100 ppb</b> ( $200\mu\text{g.m}^{-3}$ ), ↘ de la capacité de réactions à des signaux pathogènes et ↗ des indicateurs d'allergie chez des singes exposés à <b>500 ppb</b>		observations sont corroborées par des études expérimentales chez l'animal y compris des primates, montrant des lésions chroniques et des <b>changements structurels à long terme des voies aériennes</b> chez les animaux exposés pendant une période prolongée à l'ozone et à l'ozone et aux allergènes combinés.
Cardiovasculaires	<b>Relation causale suggérée</b>		
Cancer	<b>Inadéquate</b>		
Reproduction et développement	<b>Relation causale suggérée</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes épidémiologiques : Augmentation de <b>naissances prématurées</b> Déclin de <b>fonctions cognitives et la mémoire à court terme</b> liés aux expositions à long terme chez l'homme. <b>Effets sur la fertilité</b> (effets sur la spermatogenèse rapportée chez l'homme).</li> </ul>
Système nerveux central	<b>Relation causale suggérée</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes chez l'animal <b>Effets sur le développement prénatal</b>, incluant une diminution du poids des animaux, des effets sur le développement pulmonaire, une altération du système immunitaire et des déficits de neurotransmetteurs.</li> </ul>
Mortalité	<b>Relation causale suggérée</b> Une seule étude démontre qu'une exposition à long terme à moins de <b>104 ppb</b> augmente le risque de mortalité pour maladie respiratoire et cet effet est robuste et persiste après ajustement sur les $\text{PM}_{2,5}$ .		
Relation concentration-réponse	<b>Les études épidémiologiques portant sur les effets à court ou à long terme de l'O<sub>3</sub> indiquent une relation linéaire sans seuil pour des expositions sur 8h et 24h.</b> <b>Cependant, les études sur les effets respiratoires et la mortalité indiquent des incertitudes sur la forme de la courbe dose-réponse dans la borne inférieure de la distribution correspondant en général à des concentrations moyennes inférieures à 20 ppb pour des expositions de 8h et 24h.</b>	<p>Court terme : Les modèles multipolluants devraient être explorés davantage. Des corrélations négatives existent avec l'O<sub>3</sub> et d'autres polluants ce qui peut affecter les relations concentrations-réponses et la détermination de seuil, en particulier pour les concentrations mesurées les plus faibles.</p> <p>Long terme : Les experts encouragent l'élaboration d'AQGs pour des expositions à long terme qui pourraient avoir d'importantes répercussions sur les politiques, intégrant la nécessité de diminuer les émissions mondiales et impacter d'autres domaines tels que l'atténuation du changement climatique et les écosystèmes.</p> <p>Il est aussi souligné l'importance de prendre en compte les facteurs de confusion liés aux expositions par des modèles multipolluants (surtout les particules et le NO<sub>2</sub>) ainsi que les effets saisonniers (moyennes été / hiver).</p> <p>Effets sur la santé d'autres polluants photo oxydants tels que le peroxyacetyl nitrate (PAN) : pas assez d'éléments pour recommander l'élaboration de seuils même si ce sujet devra faire l'objet d'évaluation dans le futur.</p>	<p>Les études rapportant des effets à long terme de l'O<sub>3</sub> sur la mortalité n'ont pas permis d'estimer des seuils pour les expositions à long terme. Des études expérimentales ont montré des effets sur la fonction respiratoire et l'inflammation à des concentrations d'O<sub>3</sub> de <math>120\mu\text{g.m}^{-3}</math> (60 ppb) et <math>110\mu\text{g.m}^{-3}</math> (55 ppb) pour des expositions respectivement de 6,6h et 8h. Cependant, ces études n'étaient pas transposables à la population générale. D'autres études à court terme suggèrent des seuils entre <math>20\mu\text{g.m}^{-3}</math> et <math>90\mu\text{g.m}^{-3}</math> (10 ppb et 45 ppb) pour une durée journalière d'exposition maximale de 1h.</p> <p>En conclusion, les études ne sont pas cohérentes pour déterminer un seuil d'exposition à court terme. Cependant, lorsqu'un seuil est observé, il est probable qu'il soit inférieur à <math>90\mu\text{g.m}^{-3}</math> (45 ppb) pour une durée journalière d'exposition maximale de 1h.</p>
Durée d'exposition	Court terme : différents pas de temps étudiés (1h max, 8h max et moyenne sur 24h). Plusieurs durées d'exposition à l'O <sub>3</sub> associées à des effets sur la santé. Aucune durée spécifique plus	Court terme : Des temps de pondération à court terme supplémentaires pourraient aussi être considérés si la preuve est	Court terme : Les études épidémiologiques de séries temporelles mettent en évidence le risque de mortalité ou d'admissions hospitalières pour différents effets et différentes

	Conclusions de l'US EPA (2013)	Conclusions de l'OMS (2016)	Conclusions de l'OMS (2013a)
	Mise à jour du précédent rapport de 2006. Prise en compte des études publiées de 2005 (proche de la précédente évaluation) et juillet 2011	Dernières connaissances sur les effets sur la santé	Intérêt de mise à jour des WHO AQG de 2005. Prise en compte des études publiées depuis 2005
	<b>fortement associé aux effets respiratoires.</b>  Données épidémiologiques mettent en évidence l'apparition d'effet après quelques jours d'exposition  Long terme : aucune comparaison de différentes durées d'exposition long terme (mois à année)	<b>suffisante.</b>	populations et préconisent le calcul des relations expositions-risques avec une exposition exprimée en concentration en <b>maximum journalier de la moyenne sur 8 heures.</b>
Populations sensibles / à risque	Sujets asthmatiques, enfants et personnes âgées, personnes avec des apports réduits de certains nutriments (vitamine C et E), travailleurs en extérieur - données adéquates		

## 5.2 Revue de la littérature

Comme indiqué dans le chapitre 2.3, l'analyse de la revue bibliographique a porté sur les revues de littérature publiées depuis 2015 afin d'identifier les revues apportant des nouvelles informations sur les effets sur la santé des polluants ciblés (Etape 3 - Figure 1). La majorité des revues étaient d'ordre général et décrivaient les nouvelles connaissances rapportées dans les études épidémiologiques récentes ou les mécanismes d'action des polluants sur les organismes humains ou animaux dans les études toxicologiques et expérimentales (toxicologie, immunologie, histologie...). Les pathologies les plus étudiées en lien avec une exposition à la pollution atmosphérique étaient les maladies respiratoires et cardiovasculaires.

Cependant, un accroissement du nombre d'études a été observé ces dernières années sur les effets sur le diabète de type 2, sur les troubles cognitifs et les maladies neurodégénératives.

**Au final, 17 revues ont été incluses car amenant des nouvelles informations sur les effets sur la santé principalement sur les particules et l'ozone. Dix (10) articles originaux sont aussi présentés dans ce chapitre. Ils ont été identifiés dans ces revues ou publiés récemment ou sont issus des travaux de Santé publique France (SpFrance) sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. La démarche suivie permet de compléter les connaissances sur les effets sur la santé décrites dans les monographies de l'OMS, de l'US EPA et de Santé Canada sans décrire de façon exhaustive les données existantes.**

### 5.2.1 Pollution de l'air ambiant

Deux revues générales portant sur la pollution de l'air comme facteur de risque du diabète de type 2, mettent en évidence des éléments en faveur d'une association positive mais soulignent la nécessité de conduire des études complémentaires compte tenu de l'hétérogénéité des résultats retrouvés (Rao, 2015 ; Thiering, 2015).

Une étude de cohorte canadienne publiée récemment incluant tous les adultes âgés de 55 à 85 ans (N=2,2 millions) résidant dans l'Ontario a montré que résider à moins de 50 m d'un axe routier à fort trafic était associé à une augmentation de risque de démence avec un Hazard ratio HR = 1,07 (95% IC : 1,06–1,08) (Chen, 2017).

Une méta-analyse portant spécifiquement sur les hospitalisations et la mortalité liés à des accidents vasculaires cérébraux (AVC) suite à des expositions à court terme à la pollution de l'air, a mis en évidence un effet pour tous les polluants étudiés (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>) (Shah, 2015). Les risques relatifs présentés dans cette étude sont, pour les gaz : RR=1.015 par 1 ppm d'augmentation du CO (IC 95% 1.004 à 1.026), RR=1.019 par augmentation de 10 ppb de SO<sub>2</sub> (IC 95% 1.011 à 1.027), RR=1.014 par augmentation de 10 ppb de NO<sub>2</sub> (IC 95% 1.009 à 1.019). L'association la plus faible a été trouvée pour l'ozone (RR=1,001 pour 10 ppb d'O<sub>3</sub>, IC à 95% 1,000 à 1,002). Pour les particules les RR sont de 1.011 par augmentation de 10 µg.m<sup>-3</sup> de PM<sub>2,5</sub> (IC 95% 1.011 à 1.012) et 1.003 pour les PM<sub>10</sub> (Shah, 2015).

### 5.2.2 Particules

#### 5.2.2.1 Pathologies respiratoires

Les méta-analyses et revues systématiques présentées dans cette partie mettent en évidence un impact à court et à long terme des PM<sub>2,5</sub> sur les pathologies respiratoires (asthme, BPCO, fonction pulmonaire et cancer du poumon).

### 5.2.2.1.1 Effets à court terme

Dans une méta-analyse effectuée sur 426 études avec un total de 777,563 admissions hospitalières pour asthme, une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  des  $\text{PM}_{2.5}$  était associée à un RR de 1,015 (IC 95%: 1,012–1,017) (Fan, 2016).

Dans une autre méta-analyse effectuée à partir de 26 études dans lesquelles la population d'étude était composée d'enfants, une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  était également associée à un accroissement de l'admission hospitalière et aux urgences pour asthme avec un RR de 1,048 (95% IC, 1,028- 1,067) (Lim, 2016).

Les effets à court terme des  $\text{PM}_{2.5}$  sur la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) ont été étudiés dans une méta-analyse incluant 12 études. Une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  des concentrations journalières était associée à une augmentation de 3,1% (IC 95%, 1,6% ; 4,6%) des hospitalisations pour BPCO et une augmentation de 2,5% (IC 95%, 1,5% ; 3,5%) de la mortalité liée à la BPCO (Li, 2016).

### 5.2.2.1.2 Effets à long terme

Une revue de littérature de Chen *et al.* (2015) sur les études effectuées dans le cadre de la cohorte américaine CHS (Southern California children) montre que malgré la baisse continue des concentrations entre 1992 et 2010, une exposition à la pollution de fond ainsi qu'à la pollution liée au trafic routier étaient associées à :

- une augmentation de la prévalence et de l'incidence de l'asthme de l'enfant ;
- un accroissement des symptômes respiratoires (aigus et chroniques) chez les enfants asthmatiques ;
- un ralentissement du développement de la fonction pulmonaire ;
- une inflammation des voies aériennes.

Dans une méta-analyse effectuée sur 19 cohortes dont 8 étaient européennes, une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  des  $\text{PM}_{2.5}$  et des  $\text{PM}_{10}$  était associée à une augmentation du risque de mortalité pour cancer du poumon (RR= 1.09 (IC 95%: 1.06–1.11) et 1.05 (IC 95%: 1.03–1.07), respectivement). Aucun lien n'a été observé avec l'incidence du cancer du poumon du fait du faible nombre d'études incluses dans la méta-analyse (Cui, 2015).

## 5.2.2.2 Pathologies cardiovasculaires

### 5.2.2.2.1 Effets à court terme

En Chine, des effets à court terme sur l'infarctus du myocarde ont été observés pour des expositions à des concentrations élevées aux  $\text{PM}_{2.5}$  (jusqu'à  $167 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) et aux  $\text{PM}_{10}$  (jusqu'à  $205,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) (OR= 1.16 (IC 95%, 1.03–1.29), 1.05 (IC 95%, 1.01–1.16) respectivement, pour une augmentation de  $50 \mu\text{g.m}^{-3}$  des polluants de l'air) (Wang, 2016).

De même, une méta-analyse effectuée sur 31 études analysant les effets à court terme des PM sur le risque d'infarctus du myocarde a montré des effets positifs et significatifs pour une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  des  $\text{PM}_{10}$  (OR=1.005 (IC 95%, 1.001– 1.008)) et des  $\text{PM}_{2.5}$  (OR=1.022 (IC 95%, 1.015–1.030)) (Luo, 2015).

Dans ces deux études le risque d'infarctus du myocarde était plus élevé pour une exposition aux  $\text{PM}_{2.5}$  que pour les  $\text{PM}_{10}$ . Ces résultats sont concordants avec les données antérieures de la littérature.

#### 5.2.2.2.2 Effets à long terme

Une méta-analyse incluant 11 études a mis en évidence qu'une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  des  $\text{PM}_{2,5}$  était associée à une augmentation de  $16,79 \mu\text{m}$  (IC 95%, 4,95-28,63  $\mu\text{m}$ ) de l'épaisseur de l'intima-média carotidienne, indicateur de l'athérosclérose (Liu, 2015). Cette récente étude confirme les données de la littérature sur les liens avérés entre l'exposition prolongée aux particules fines et les maladies cardiovasculaires (Brook, 2010).

#### 5.2.2.3 Mortalité

Une méta-analyse a été effectuée en analysant les effets à court et à long termes des  $\text{PM}_{10}$  sur la mortalité dans 59 études chinoises.

Le risque de mortalité toute cause non accidentelle pour une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  de l'exposition à court terme des  $\text{PM}_{10}$  était de 0,36% (IC 95%, 0,26%-0,46%) contre 24% (IC 95%, 22%-27%) pour le risque à long terme (Lu, 2015).

Les risques d'une exposition à long terme sont plus importants que les risques à court terme. Ces résultats concordent avec les conclusions émises dans le chapitre 5.2.2.1 et sont cohérents avec les données antérieures de la littérature.

##### 5.2.2.3.1 A court terme

Une étude a été effectuée dans 17 villes en France métropolitaine. Le pourcentage d'augmentation de la mortalité associé à une augmentation des  $\text{PM}_{10}$  les jours précédents a été estimé pour la période 2007-2010. Une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  des  $\text{PM}_{10}$  s'est traduite par une augmentation de 0,51% (IC 95%, 0,08-0,94) de la mortalité non accidentelle. Ces résultats confirment les effets à court terme des  $\text{PM}_{10}$  sur la mortalité, même à des concentrations, en moyenne annuelle, conformes à la réglementation européenne ( $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) (Corso, 2015).

##### 5.2.2.3.2 A long terme

Plus récemment, les effets à long terme de la pollution atmosphérique ont été étudiés chez les participants de la cohorte française Gazel composée de plus de 20 000 adultes travaillant pour les entreprises EDF et GDF.

Un suivi sur la période 1989-2013 a permis de mettre en évidence des effets chroniques des  $\text{PM}_{2,5}$  (HR = 1,09, IC 95%: 0,99 - 1,20 pour une augmentation de  $5,9 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) et des  $\text{PM}_{10}$  (HR = 1,14; IC 95%: 1,05\_ 1,25 pour  $7,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) et du  $\text{NO}_2$  (HR=1.14; IC 95%: 0.99 - 1.31 pour  $19.3 \mu\text{g.m}^{-3}$ ). Pour l'ensemble de la période d'étude, les concentrations de PM au code postal de résidence des participants de la cohorte dépassaient les valeurs guide de l'OMS ( $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  pour les  $\text{PM}_{2,5}$  et  $20 \mu\text{g.m}^{-3}$  pour les  $\text{PM}_{10}$ ) (Bentayeb, 2015)

Ces résultats ont été utilisés pour réaliser une évaluation quantitative d'impact sanitaire (EQIS) afin d'apporter une nouvelle estimation nationale du poids de la pollution par les particules fines  $\text{PM}_{2,5}$ . Ces nouvelles données actualisent la dernière estimation publiée en 2000 dans l'étude européenne CAFE (Amann, 2004) annonçant 42 000 décès liés à la pollution en France. Estimé à 48 000 décès prématurés par an par SpFrance, l'EQIS Française confirme le même ordre de grandeur que l'étude européenne (Pascal, 2016).

## 5.2.3 Ozone

### 5.2.3.1 Mortalité cardiovasculaire et respiratoire

Une méta-analyse réalisée sur 8 cohortes n'a pas permis de mettre en évidence d'association entre une exposition chronique à l'O<sub>3</sub> et la mortalité, faute d'études suffisantes. Une association a toutefois été retrouvée lorsque des mesures d'O<sub>3</sub> ont été réalisées en période chaude indiquant une augmentation du risque de mortalité cardiovasculaire et respiratoire, avec un HR de 1,01 (IC à 95% de 1,00 à 1,02) et de 1,03 (IC à 95% de 1,01 à 1,05), respectivement, pour une augmentation de 10 ppb d'O<sub>3</sub> (Atkinson, 2016).

Une étude prospective récemment conduite sur près de 670 000 participants aux Etats Unis a mis en évidence un lien entre l'exposition à long terme à l'ozone et une augmentation du risque de mortalité respiratoire (HR=1,12; IC 95% 1,08–1,16) et cardiovasculaire (HR=1,03; IC 95%, 1,01–1,05) (Turner, 2016).

### 5.2.3.2 Système nerveux central - Fonctions cognitives

Trois revues générales soulignent le lien qui pourrait exister entre la pollution de l'air et le déclin de fonctions cognitives et/ou des effets neurologiques, sans toutefois pouvoir réaliser de méta-analyse.

Calderon-Garciduenas *et al.* (2015) décrivent spécifiquement les effets neurologiques chez les enfants vivant à Mexico où les taux de polluants sont élevés, en particulier l'O<sub>3</sub> qui peut dépasser des niveaux supérieurs à 300 ppb 40 à 50 j/an ainsi que les PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>. Cette revue de la littérature souligne les effets délétères des expositions pré- et post-natales sur les fonctions cérébrales qui peuvent entraîner des déficits cognitifs, auditifs, olfactifs et vestibulaires et, à long terme, participer à des effets neurodégénératifs.

Clifford *et al.* (2016), à partir d'articles non sélectionnés sur la zone géographique mais sur les effets cognitifs liés à des expositions à la pollution de l'air, soulignent également le lien qui pourrait avoir lieu entre le déclin de fonctions cognitives et la pollution de l'air. Sur les 31 articles inclus dans cette revue, 3 font état de mesures spécifiques de l'O<sub>3</sub> et 2 indiquent une association entre troubles des fonctions cognitives chez des adultes, pour des augmentations de 10 ppb d'O<sub>3</sub> (Chen, 2009) ou des expositions supérieures à 49 ppb comparés à des expositions inférieures à 34 ppb (Gatto, 2014).

La revue de Weisskopf *et al.* (2015) fait état de deux articles portant spécifiquement sur l'autisme et l'exposition à l'ozone (Jung, 2013 ; Becerra, 2013). Le premier porte sur une cohorte de 49 073 enfants âgés de moins de 3 ans à Taiwan en 2000 et suivis jusqu'en 2010, et indique un HR de 1,59 (IC à 95% de 1,42 – 1,79) pour une augmentation de 10 ppb d'O<sub>3</sub> (Jung, 2013). Le deuxième, réalisé à partir d'une cohorte d'enfants nés à Los Angeles, indique un Odds ratio OR = 1.12, (IC à 95% de 1.06-1.19) pour une augmentation de 11.54 ppb (Becerra, 2013).

### 5.2.3.3 Effets cutanés

Les effets cutanés en relation avec l'exposition à la pollution de l'air ont été peu étudiés. Dans la revue de Mancebo *et Wang* (2015), les mécanismes d'action impliqués dans les effets cutanés sont décrits et montrent l'implication de l'O<sub>3</sub> dans :

- la génération de radicaux libres ;
- l'activation du récepteur AhR (Aryl hydrocarbon receptor) présent dans la peau et impliqué dans la régulation de la prolifération cellulaire, l'inflammation et la mélanogenèse ;
- l'altération de la microflore bactérienne cutanée.

## 5.3 Travaux en cours

### 5.3.1 A l'US EPA

L'US EPA réalise actuellement la révision de l'évaluation scientifique intégrée pour les particules. Une première consultation sur la mise à jour du rapport d'évaluation scientifique intégrée a été réalisée en 2012. Le précédent rapport sur les particules date de 2009. Une série de séminaires en ligne a été organisée en juin 2016 dans le cadre de la mise à jour de l'évaluation scientifique intégrée de l'US EPA sur les effets des particules sur la santé suite à celle publiée en 2009. Dans ce cadre, il est précisé que la parution du projet de rapport est prévue en 2017 pour la consultation du comité « Clean Air Scientific Advisory Committee » (CASAC) et du public (first external review draft PM ISA, (<https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-particulate-matter>)).

### 5.3.2 A l'OMS

A l'occasion de l'audition organisée par l'Anses, l'OMS a confirmé avoir engagé un processus de mise à jour de ses Air Quality Guidelines (AQGs).

Ces dernières années, de nouvelles preuves sont apparues sur les effets sanitaires des polluants de l'air ambiant. En 2013, le groupe d'experts impliqués dans le projet de REVIHAAP (OMS/Europe) a recommandé la révision des AQG de l'OMS existantes pour quelques-uns des polluants ce qui a été confirmé par un groupe d'experts réunis en 2015 avec une priorisation des polluants (OMS, 2016).

Ainsi, l'OMS a lancé en 2016 pour une durée de 4 ans la mise à jour de ses AQGs pour les polluants suivants : **particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>)** et monoxyde de carbone (CO). Aucune publication de l'OMS n'est attendue avant 2020.

Les données épidémiologiques et toxicologiques supportent l'intérêt de continuer à considérer des valeurs pour protéger des **effets à court terme et à long terme** des polluants atmosphériques.

- Effets à long terme : définition en cours des effets à considérer pour l'élaboration des AQGs par rapport à la sévérité des effets et de la confiance sur le niveau de preuve (données de cohortes récentes) : mortalité, hospitalisation.
- Effets à court terme: prise en compte de l'ensemble des données pour choisir la durée d'exposition la plus pertinente (pas nécessairement la même durée pour tous les polluants).

Pour les particules, la proposition de AQGs pour les 2 fractions PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> reste importante et pertinente pour l'OMS : cela prend en compte les nouvelles données mais aussi le fait que le développement des réseaux de surveillance n'est pas homogène dans l'ensemble des pays, certains pays n'ayant pas encore déployé de façon optimale la surveillance des PM<sub>2,5</sub> comparativement aux PM<sub>10</sub>.

Une information qualitative sera faite sur la composition chimique (sources, variabilité), sur les particules ultrafines et sur les carbones suies (Black Carbon) notamment pour développer les questions de recherche à poursuivre. Ces polluants apparaissent particulièrement d'intérêt mais l'OMS estime qu'il y a encore trop d'incertitude au niveau de l'échantillonnage pour pouvoir proposer des AQGs les concernant.

## 6 Conclusions / Recommandations

### Préambule

Les nouvelles données de SpFrance issues de la surveillance sanitaire confirment le poids de la pollution atmosphérique en France : 48 000 décès par an estimés pour la pollution particulaire au  $PM_{2,5}$  correspondant à une perte d'espérance de vie<sup>12</sup> pouvant dépasser 2 ans dans les villes les plus exposées, et au-delà pour des grandes villes. Le bénéfice sanitaire estimé par SpFrance associé au respect de la valeur guide OMS à  $10 \mu g.m^{-3}$  en France, est de 17 700 décès évités chaque année et en moyenne 7 mois d'espérance de vie à 30 ans dans les villes de plus de 100 000 habitants. Le respect de la réglementation européenne (Valeur cible à  $20 \mu g.m^{-3}$ ) correspond à 10 décès évités et 1,5 mois en moyen de gain d'espérance de vie. (SpFrance, 2016a).

Ces données actualisées sont cohérentes avec les estimations faites dans les études européennes annonçant pour la France en 2013 45 120 décès prématurés imputables aux concentrations en particules fines, 1 780 aux concentrations en  $O_3$  et 8 230 aux concentrations en  $NO_2$  (COM, 2017).

SpFrance a par ailleurs étudié la part des épisodes de pollution (définis par le dépassement des seuils d'alerte) dans les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans les villes du programme de surveillance Air et santé. Cette étude a montré que la réduction des niveaux des  $PM_{10}$  uniquement en cas d'épisode de pollution ne permettait pas d'assurer une prévention efficace des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique (SpFrance, 2016b).

Ces résultats confirment l'importance de poursuivre les efforts dans la mise en œuvre de politiques publiques en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air. Ils montrent que la mise en place d'actions visant à réduire durablement la pollution atmosphérique permettrait d'améliorer de façon considérable la santé et la qualité de vie de la population.

**Sur la base des données collectées et présentées dans les pages précédentes, il est proposé, en guise de conclusions et de recommandations, des réponses aux cinq questions spécifiques présentées ci-dessous.**

---

<sup>12</sup> pour une personne âgée de 30 ans.

**1. D'après la revue des normes existantes à l'étranger, quel bilan peut-on faire quant à l'existence de normes plus ambitieuses que les normes de l'Union européenne ? Quelles sont ces normes et quels sont les pays concernés ?**

En préambule, il convient de noter qu'il peut être assez difficile de comparer les normes à l'étranger identifiées à partir de la base de données Airlex et plus particulièrement celles définies sur une base horaire ou journalière car cette base de données ne renseigne pas le potentiel nombre de dépassements autorisés, associé généralement à ce type de valeurs.

De plus, le terme « norme » englobe différents types de valeurs comme c'est le cas dans la réglementation européenne (cf. Chapitre 3). Cette expertise ne prend pas en compte les mesures ou contraintes associées à ces normes qui peuvent être différentes même pour des termes équivalents. Aucune indication sur le contrôle ni le respect de ces normes n'est donnée dans la présente expertise.

Les tableaux et paragraphes ci-dessous résument, pour chaque polluant, uniquement les normes plus ambitieuses ou complémentaires, c'est-à-dire n'ayant pas d'équivalence dans l'Union européenne (UE) et/ou en France (FR), à celles appliquées en UE et/ou en FR. La totalité des informations collectées est à consulter en annexe 6.

**PM<sub>2,5</sub> :**

Treize (13) pays, dont aucun pays européen, présentent des normes plus ambitieuses que celles existant en Europe (soit une norme en moyenne annuelle inférieure à 20 µg.m<sup>-3</sup>, la valeur la plus basse recensée étant de 8 µg.m<sup>-3</sup>).

Il est à souligner ici que des pays similaires à la France et à l'Europe en général d'un point de vue développement économique, appliquent des normes plus ambitieuses pour les PM<sub>2,5</sub>. Il s'agit en particulier des Etats-Unis, du Canada et du Japon.

**Tableau 19 : Synthèse des normes plus protectrices (en µg.m<sup>-3</sup>) pour les PM<sub>2,5</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française**

	Valeur limite en moy. annuelle	Obligation en matière de concentration relative à l'exposition	Valeur cible en moy. annuelle	Objectif de qualité en moy. annuelle
UE	25 depuis 2015 20 en 2020**	20 depuis 2015	25 en 2010	∅
FR	25 depuis 2015	20 depuis 2015	20	10
Arabie saoudite, République dominicaine, Salvador, Jordanie, Equateur, Japon, Bangladesh, Pakistan, Albanie	15			
Etats-Unis	12*			
Canada	10 en 2015* 8,8 en 2020*			
Malawi	8			
Australie			8	

\*En moyenne sur 3 années consécutives

\*\* La valeur limite indicative devait être révisée par la Commission en 2013 (cf. Annexe XIV-E de la directive 2008/50/CE).

Concernant des normes complémentaires à celles existant en UE ou FR, de nombreux pays proposent des valeurs journalières pour les PM<sub>2,5</sub> dont les Etats-Unis et le Canada. Pour ces deux pays, les valeurs journalières appliquées sont des moyennes journalières à ne pas dépasser plus d'un certain nombre de jours par an :

Etats-Unis (2012) : 35 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures (Percentile 98 en moyenne sur 3 ans), ce qui revient, pour comparaison avec les valeurs applicables en France et dans l'Union européenne, à ne pas dépasser plus de 7 jours en moyenne sur 3 années.

Remarque : Il est à noter que l'US EPA réalise actuellement une nouvelle évaluation scientifique intégrée des risques pour les particules qui est attendue en 2017 et qui pourrait conduire à une révision des normes américaines.

Canada (2013) : 28 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures en 2015 et 27 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures en 2020 (Percentile 98 en moyenne sur 3 ans) qui correspond comme précédemment à ne pas dépasser plus de 7 jours en moyenne sur 3 années.

Concernant les valeurs journalières pour les PM<sub>2,5</sub> proposées par d'autres pays, il peut s'agir de valeurs limites, de valeurs cibles ou bien encore de niveaux dits d'alerte, d'alarme ou d'urgence. Ces valeurs s'échelonnent de 25 µg.m<sup>-3</sup> à 350 µg.m<sup>-3</sup>, les niveaux journaliers compris entre 80 et 350 µg.m<sup>-3</sup> correspondant aux niveaux d'alerte/alarme/urgence (ces normes concernent le Chili et l'Equateur).

Enfin, un seul pays propose une norme sur un pas de temps horaire : le Pakistan avec une valeur de 15 µg.m<sup>-3</sup> sur une heure.

#### • PM<sub>10</sub>

Un seul pays dispose d'une norme plus ambitieuse que celle existante en UE ou en FR. Il s'agit de la Suisse avec une valeur limite en moyenne annuelle de 20 µg.m<sup>-3</sup>, valeur alignée sur la valeur guide de l'OMS de 2005.

**Tableau 20 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en µg.m<sup>-3</sup>) pour les PM<sub>10</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française**

	Valeur limite en moy. annuelle	Valeur limite en moy. journalière	Objectif de qualité en moy. annuelle	Seuil d'information et de recommandation en moy. journalière	Seuil d'alerte en moy. journalière
UE	40	50*	∅	∅	∅
FR	40	50*	30	50	80
Suisse	20				

\*à ne pas dépasser plus de 35 jours/an

Aux Etats-Unis, la norme annuelle a été abrogée en 2006 par l'US EPA. Il n'y existe plus pour les PM<sub>10</sub> qu'une norme journalière qui est de 150 µg.m<sup>-3</sup>; cette valeur ne doit pas être dépassée plus d'une fois par an en moyenne sur 3 ans.

Aucune norme journalière inférieure à 50 µg.m<sup>-3</sup> n'a été identifiée.

Concernant l'existence de seuils dits d'alerte, d'alarme ou d'urgence, seuls 3 pays, autres que la France, en disposent : le Brésil, la Colombie et l'Equateur. Les valeurs de ces seuils sont cependant supérieures aux seuils d'information et d'alerte appliqués en France.

- **NO<sub>2</sub>**

Cinq pays dans le monde disposent de valeurs limites en moyenne annuelle qui sont plus ambitieuses que la valeur de 40 µg.m<sup>-3</sup> appliquée en Europe et donc en France.

Concernant la valeur limite horaire, 6 pays disposent d'une valeur limite plus ambitieuse ; les niveaux s'échelonnent entre 192 et 90 µg.m<sup>-3</sup>. A noter que les deux valeurs horaires les plus basses de 100 et 90 µg.m<sup>-3</sup> sont établies par deux pays de l'Union européenne : la Hongrie et la Suède.

**Tableau 21 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en µg.m<sup>-3</sup>) pour les NO<sub>2</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française**

	Valeur limite en moy. annuelle	Valeur limite en moy. horaire	Objectif de qualité en moy. annuelle	Seuil d'information et de recommandation en moy. horaire	Seuil d'alerte en moy. horaire
UE	40	200*	∅	∅	400**
FR	40	200*	40	200	400**
Autriche, Liechtenstein, Suisse, Islande, Mongolie	30				
Etats-Unis		192 (100 ppb) <sup>§</sup>			
Brésil		190			
Burkina		170			
Serbie		150			
Hongrie		100			
Suède		90			

\*à ne pas dépasser plus de 18 fois/an

\*\*en moyenne horaire sur 3 heures consécutives

§à ne pas dépasser plus de 7 fois / an en moyenne sur 3 ans

Concernant des normes complémentaires à celles existantes en Europe ou en France, plusieurs pays disposent de normes établies sur 24 heures.

Il s'agit essentiellement de valeur limite ou de valeur cible. Ces valeurs s'échelonnent de 30 à 560 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures. Il est à noter que parmi les pays disposant de ce type de normes journalières, il y a 3 pays européens :

- la Suède avec une valeur limite journalière de 60 µg.m<sup>-3</sup>,
- l'Autriche avec une valeur cible journalière de 80 µg.m<sup>-3</sup>,
- la Hongrie avec une valeur limite journalière de 85 µg.m<sup>-3</sup>.

En ce qui concerne des seuils dits d'alerte, d'alarme ou d'urgence établis sur 24 heures, seuls l'Argentine et le Panama semblent en disposer : les valeurs de ces seuils s'échelonnent de 280 à 1220 µg.m<sup>-3</sup>.

- **SO<sub>2</sub>**

En moyenne annuelle, plusieurs pays disposent de valeurs inférieures à 50 µg.m<sup>-3</sup> qui est l'objectif de qualité français. Il s'agit dans la majorité de valeurs limites sauf dans un cas, pour Singapour, où il s'agit d'une valeur cible.

En moyenne journalière, il y a également plusieurs pays qui disposent de valeurs inférieures à celle de 125 µg.m<sup>-3</sup> appliquée en UE et en FR (notamment la Suède et l'Autriche). Ces valeurs vont de 20 à 120 µg.m<sup>-3</sup>.

En moyenne horaire, il existe des normes inférieures à 350 µg.m<sup>-3</sup>. La valeur la plus basse recensée est de 75 µg.m<sup>-3</sup> au Koweït. Trois pays européens présentent cette spécificité : la Hongrie, l'Autriche et la Suède. C'est enfin également le cas du Canada et des Etats-Unis.

**Tableau 22 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en µg.m<sup>-3</sup>) pour les SO<sub>2</sub> que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française**

	Valeur limite en moy. journalière	Valeur limite en moy. horaire	Objectif de qualité en moy. annuelle	Seuil d'information et de recommandation en moy. horaire	Seuil d'alerte en moy. horaire
UE	125*	350**	∅	∅	500***
FR	125*	350**	50	300	500
Liechtenstein, Suisse			30 (VL)		
Maroc, Géorgie,			20 (VL)		
Pakistan, Liban, Autriche	120				
Malaisie, Suisse, Suède	100				
Pérou, Inde, Sri Lanka	80				
Russie, Turkménistan, Arménie, Azerbaïdjan, Moldavie, Ukraine	50				
Singapour, Bhoutan	50 à Singapour et 80 au Bhoutan				
Hongrie		250			
Autriche, Suède, Sri Lanka		200			
Etats-Unis		196 (75 ppb)			
Canada		183 en 2020 puis 170 en 2025	13 en 2020 puis 10 en 2025 (VL)		
Mongolie	20		10 (VL)		
Koweït		75 (VG)			

\*à ne pas dépasser plus de 3 jours/an

\*\*à ne pas dépasser plus de 24 fois/an

\*\*\*en moyenne horaire sur 3 heures consécutives

- O<sub>3</sub>

Sept pays disposent de normes sur 8 heures inférieures à la valeur cible de 120 µg.m<sup>-3</sup> appliquée en Europe et en France.

Aux Etats-Unis et au Canada, l'ozone dispose uniquement d'une norme sur 8 heures associée à un nombre de dépassements autorisé de 4 jours par an en moyenne sur 3 ans ayant une valeur proche (Canada) à supérieure (Etats-Unis) de celle applicable en UE et en FR.

**Tableau 23 : Synthèse des normes plus ambitieuses (en µg.m<sup>-3</sup>) pour l'ozone que celles définies dans la réglementation européenne et/ou française**

	Valeur cible : max journalier de la moy. sur 8 heures	Objectif à long terme (max journalier de la moy. sur 8 heures)	Seuil d'information et de recommandation en moy. horaire	Seuil d'alerte en moy. horaire
UE	120*	120	180	240
FR	120*	120	180	240, 300 et 360
Liban, Mongolie, Inde	100 (VL)			
Koweït		100		
Maroc, Bahamas	110 (VL)			
Colombie	80 (VL <sup>13</sup> )			

\*à ne pas dépasser plus de 25 jours/an

Concernant des normes complémentaires à celles existant en Europe ou en France, il est à noter l'existence dans quelques pays de normes annuelle, journalière et horaire.

<sup>13</sup> Maximum allowable level

**2. Pour chaque polluant ici concerné, existe-il de nouvelles données scientifiques relatives à leurs effets sur la santé qui pourraient entraîner une révision des normes actuelles de l'Union européenne ?**

En premier lieu, il convient de rappeler que les normes européennes et françaises relatives à plusieurs polluants (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) n'atteignent pas toutes le niveau des AQGs recommandés pour la qualité de l'air ambiant de 2005 par l'OMS.

L'exemple des particules reste un des plus illustratifs :

PM <sub>10</sub>	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
Valeurs guides OMS (OMS, 2006)	50 µg.m <sup>-3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	20 µg.m <sup>-3</sup>
Normes européennes (Directive 2008/50/CE)	50 µg.m <sup>-3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	40 µg.m <sup>-3</sup>

PM <sub>2,5</sub>	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
Valeurs guides OMS (OMS, 2006)	25 µg.m <sup>-3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	10 µg.m <sup>-3</sup>
Normes européennes (Directive 2008/50/CE)	/	25 µg.m <sup>-3</sup> depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2015 20 µg.m <sup>-3</sup> à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2020

Ces dernières années, de nouvelles preuves sont apparues sur les effets sanitaires des polluants de l'air ambiant. En 2013, le groupe d'experts impliqué dans le projet de REVIHAAP (OMS/Europe) a recommandé la révision des valeurs guides de l'OMS établies en 2005 pour les particules PM<sub>2,5</sub>, le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et l'ozone (O<sub>3</sub>).

Cela a été confirmé par le groupe d'experts réuni par l'OMS à l'automne 2015 qui a établi une priorisation des 32 polluants faisant déjà l'objet de VGQA de l'OMS dans les éditions précédentes en vue de leur révision (OMS, 2016). Les PM<sub>2,5</sub>, le NO<sub>2</sub>, l'O<sub>3</sub> ainsi que les PM<sub>10</sub> et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) qui n'avaient pas été investigués spécifiquement dans le rapport REVIHAAP, sont classés dans le groupe 1 correspondant au niveau prioritaire de réévaluation. L'OMS a engagé en 2016 la mise à jour de ses AQGs pour ces polluants. Les résultats ne sont pas attendus avant 2020.

Au-delà, il existe de nouvelles données dans la littérature scientifique qui peuvent conduire à une révision des normes actuelles.

- PM<sub>2,5</sub>
  - De nouvelles données proviennent en particulier d'études menées en Europe sur les effets de l'exposition à court terme et à long terme sur la mortalité et la morbidité respiratoires ;
  - Des effets sont mis en évidence à des niveaux inférieurs aux AQGs de l'OMS établies en 2005 qui sont de 10 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle et de 25 µg.m<sup>-3</sup> sur 24h à ne pas dépasser plus de 3 jours par an ;

- De nouvelles données mettent en évidence des associations entre l'exposition à long terme et d'autres effets (notamment neurodéveloppementaux, cognitifs ainsi que des maladies chroniques comme le diabète).
- L'absence de seuil en dessous duquel aucun effet n'est attendu est clairement avancée.

- NO<sub>2</sub>

Les preuves mécanistiques en particulier pour les effets respiratoires et le niveau de preuve des études épidémiologiques sur les associations à court terme suggèrent une relation causale. Il est donc raisonnable de considérer que le NO<sub>2</sub> a des effets directs sur la santé respiratoire.

De nouvelles données concernant des effets cardiovasculaires ressortent notamment concernant la provocation de crises cardiaques.

Pour des expositions à long terme, l'indépendance des effets du NO<sub>2</sub> est plus difficile à juger du fait notamment de l'influence potentiel d'autres polluants concomitants issus du trafic qui est peu prise en compte dans les études épidémiologiques. L'association avec la mortalité respiratoire est probable. Des données évocatrices sont mises en évidence pour les effets cardiovasculaires, le diabète, la mortalité toute cause, l'issue de grossesse et le cancer.

Les effets à court et à long terme du NO<sub>2</sub> sont mis en évidence à des niveaux équivalents ou inférieurs aux normes européennes qui correspondent aux AQGs de l'OMS de 2005 pour le NO<sub>2</sub> qui sont de 40 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle et de 200 µg.m<sup>-3</sup> sur 1h à ne pas dépasser plus de 18 fois par an pour la réglementation européenne.

La définition d'un seuil au-dessous duquel aucun effet n'est attendu n'est pas claire.

- SO<sub>2</sub>

Les données les plus probantes portent sur l'exacerbation de l'asthme pour des expositions à très court terme à partir d'études d'exposition contrôlée sur lesquelles se basent la concentration de référence proposée par Santé Canada pour une durée de 10 minutes. Des données évocatrices récentes concernent la mortalité toute cause et cardiopulmonaire, les effets sur la reproduction, le développement et le cancer mais les incertitudes sont plus grandes.

Peu d'études épidémiologiques documentant la relation dose-réponse sont disponibles pour établir un seuil au-dessous duquel aucun effet n'est attendu.

- O<sub>3</sub>

De nombreuses études effectuées en Europe, aux Etats-Unis ou en Asie ont montré des effets à court et à long terme de l'O<sub>3</sub> sur la santé respiratoire (morbidité et mortalité), notamment dans des études de cohortes multicentriques. Des résultats similaires ont également été observés dans des études expérimentales chez l'animal. La relation est causale pour des expositions à court terme et est probable pour des expositions à long terme. Les nouvelles données mettent en évidence l'existence d'effets chez des sujets en bonne santé au niveau de 100 µg.m<sup>-3</sup> et que des effets chez des personnes vulnérables peuvent survenir à faible concentration.

Des premières données suggérant des relations entre l'exposition à l'O<sub>3</sub> et d'autres effets (cardiovasculaires, reproduction et développement, système nerveux central) ont été publiées ces dernières années.

**3. Pour chaque polluant ici concerné, les pas de temps sur lesquels sont établies les normes sont-ils confortés par les données sanitaires ? Si non, quels pas de temps le seraient ? Est-il pertinent d'avoir différentes normes sur différents pas de temps pour un même polluant ?**

Pour l'ensemble des polluants concernés ici, les éléments scientifiques disponibles mettent en évidence des effets sur la santé liés à des expositions à court terme et à long terme.

- PM<sub>2,5</sub>

La réglementation de l'Union européenne repose une seule valeur limite pour les PM<sub>2,5</sub> basée sur la moyenne annuelle. **Au vu des nouvelles données de la littérature, la nécessité de disposer d'une valeur limite à court terme pour la protection de la santé ressort.** En plus de la valeur guide en moyenne annuelle fixée en 2005, l'OMS avait préconisé pour les PM<sub>2,5</sub> une concentration de 25 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière sur 24h.

Le rapport REVIHAAP a confirmé l'intérêt de réglementer les concentrations pour les effets à court terme (ex : moyenne sur 24 heures) en plus des effets à long terme (moyenne annuelle). Comme indiqué précédemment, les Etats-Unis et le Canada disposent d'une norme en moyenne journalière. Selon l'OMS, une ambition plus importante en Europe et en France doit porter sur les PM<sub>2,5</sub>, concernant les niveaux annuels et sur 24 heures. Bien que les impacts sanitaires soient plus marqués pour des expositions à long terme, les effets sanitaires à court terme des PM<sub>2,5</sub> restent un enjeu de santé publique. Au vue des nouvelles données disponibles, la prise en compte d'exposition à très court terme (moyenne horaire) a été proposée lors de la consultation d'expert en 2015 par l'OMS pour la mise à jour des AQGs de l'OMS.

Le rapport REVIHAAP souligne aussi que les résultats des études à court et à long terme suggèrent clairement l'absence d'un seuil au-dessous duquel aucune personne ne serait affectée. Compte tenu de l'absence de seuil et de la linéarité des fonctions exposition-risque, des objectifs de réduction des concentrations des PM<sub>2,5</sub> à atteindre permettront d'améliorer la santé des populations, que les niveaux soient ou non inférieurs aux valeurs limites. Il convient cependant que l'atteinte de tels objectifs ne soit pas renvoyée à des horizons trop lointains.

- NO<sub>2</sub>

Des effets sont observés en lien avec des expositions à court terme (moyennes horaires et journalières) et à long terme (moyennes annuelles) avec des différences entre les types d'effets selon la durée d'exposition.

**Le rapport REVIHAAP indique que la durée la plus pertinente à considérer pour le court terme reste la durée horaire.** A court terme, des études expérimentales prenant en compte des durées d'expositions de 1h mettent en évidence des effets respiratoires à des concentrations variant de 380 à 1880 µg.m<sup>-3</sup>. Ces effets sont confirmés par des données toxicologiques à des concentrations variant de 380 à 1500 µg.m<sup>-3</sup>. Des études de séries temporelles ainsi que des études de panel, utilisant à la fois des moyennes journalières ou horaires de NO<sub>2</sub> montrent des résultats similaires. Sur la base de ces études, il pourrait être développée une valeur guide journalière ou horaire. Compte tenu de la preuve qu'une durée d'1h est suffisante pour entraîner des effets sanitaires, la plus-value d'un point de vue santé d'utiliser une valeur guide d'une durée de 24h est discutable. Peu d'études visent à évaluer l'importance de la durée d'exposition sur les effets sur la santé.

Comme indiqué dans la réponse à la 1<sup>ère</sup> question, les Etats-Unis ont proposé en 2010 des normes sur une base annuelle et horaire.

Des normes journalières ont été définies dans plusieurs pays dont 3 Etats Membres de l'Union européenne (Suède, Hongrie et Autriche).

- SO<sub>2</sub>

Plusieurs durées d'exposition au SO<sub>2</sub> sont associées à des effets sur la santé.

Selon les conclusions du rapport REVIHAAP considérant les concentrations élevées observées dans certains pays, les données de la littérature sur les effets du SO<sub>2</sub> devraient être réexaminées pour les expositions à très court terme (10 min) et à court terme (24 heures), mais également pour les expositions à long terme, pour lesquelles il n'existe actuellement aucune valeur guide. La fixation de normes intermédiaires peut être envisagée pour ces pays.

La définition d'une concentration de référence sur une durée de 10 minutes a été proposée dans le rapport d'évaluation des risques de Santé Canada sur la base du déclin de la fonction pulmonaire chez des personnes asthmatiques. Santé Canada estime que les épisodes de pollution sont soupçonnés d'être associés à la plupart des indicateurs sanitaires étudiés pour le SO<sub>2</sub>, y compris la reproduction et le développement. Mais le Canada a *in fine* retenu de fixer des normes annuelle et horaire à deux horizons en octobre 2016.

- O<sub>3</sub>

Les études épidémiologiques portant sur l'exposition à court ou à long terme mettent en évidence différents effets pour des moyennes sur 8h et 24h. Des associations ont été démontrées pour des effets respiratoires aigus chez des sujets en bonne santé à des expositions de 100 µg.m<sup>-3</sup> sur 8h (AQGs de l'OMS) et probablement à des concentrations inférieures chez des groupes plus vulnérables. Le rapport REVIHAAP souligne que les études épidémiologiques de séries temporelles mettent en évidence le risque de mortalité ou d'admissions hospitalières pour différents effets et différentes populations et préconisent le calcul des relations expositions-risques avec une exposition exprimée en concentration en maximum journalier de la moyenne sur 8 heures. Des pas de temps à court terme supplémentaires seraient à étudier. Pour les expositions à court terme, lorsqu'un seuil est observé, il est probable qu'il se situe en dessous de 90 µg.m<sup>-3</sup> (45 ppb) (maximum 1 heure).

Pour l'exposition à plus long terme, des données épidémiologiques indiquent l'apparition d'effets après quelques jours d'exposition. Les experts consultés en 2015 par l'OMS pour la mise à jour des AQGs de l'OMS ont souligné que l'élaboration de valeur guide pour l'exposition à long terme pourraient avoir d'importantes répercussions sur les politiques publiques, intégrant la nécessité de diminuer les émissions mondiales et impacter d'autres secteurs tels que l'atténuation du réchauffement climatique.

**4. Concernant les particules, est-il pertinent d'avoir des normes à la fois pour une fraction PM<sub>10</sub> et une fraction PM<sub>2,5</sub> ?**

**Les éléments scientifiques disponibles plaident en faveur d'une réponse positive.**

La réglementation actuelle en France et dans l'Union européenne applique des normes pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>. Le Canada se limite à des normes pour les PM<sub>2,5</sub>.

Le rapport REVIHAAP confirme que la proposition de valeurs guides pour les 2 fractions PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> est importante et reste pertinente. L'OMS indique qu'il reste pertinent de disposer de valeurs pour les 2 fractions compte tenu des nouvelles données sur les effets sur la santé mais aussi du déploiement des réseaux de mesure mis en place pour la surveillance des particules notamment en Europe (pour plusieurs pays, le réseau de mesure des PM<sub>10</sub> est plus important que le réseau dédié aux PM<sub>2,5</sub> et ceci est pris en considération par l'OMS pour la proposition de ses valeurs guides).

De nouvelles études épidémiologiques ont montré que les impacts sur la santé des PM<sub>2,5</sub> étaient différents et plus importants que ceux des PM<sub>10</sub> (Wang, 2016 ; Luo, 2015). Pour ces dernières un seuil d'information et de recommandations (50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 24h) ainsi qu'un seuil d'alerte (80 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 24h) existent pour la protection de la santé humaine. Pour les PM<sub>2,5</sub>, des seuils respectivement de 30 µg.m<sup>-3</sup> et 50 µg.m<sup>-3</sup> ont été préconisés en 2012 par le HCSP. Ces seuils devaient être confirmés par des études complémentaires.

L'importance de comprendre les effets sanitaires spécifiques des particules grossières issues de sources naturelles (telles que les poussières du désert) qui peuvent engendrer des concentrations extrêmement élevées de PM<sub>10</sub> dans certaines régions a été soulignée ainsi que la conduite de recherches supplémentaires nécessaires à l'évaluation des risques.

Le rapport REVIHAAP souligne que les données concernant les effets sur la santé d'autres fractions, composants ou sources de pollution sont nombreuses depuis 2005. Le carbone suie<sup>14</sup>, les particules ultra-fines (PUF), les aérosols organiques et inorganiques ressortent de la littérature. Ces aspects entrent dans le champ de travaux en cours à l'Anses : un premier portant sur la toxicité des particules et un second sur l'identification de polluants de l'air ambiant non réglementés et potentiellement préoccupants pour la santé et l'environnement.

---

<sup>14</sup> Black carbon (BC) en anglais

**5. En matière de normes de qualité de l'air, les spécificités françaises sont-elles justifiées pour la protection de la santé de la population ?**

Pour rappel, le Tableau 4 du chapitre 4.3.1.1 repris ci-dessous présente les normes spécifiques et valeurs associées proposées par la réglementation française pour les particules, le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et l'O<sub>3</sub>.

	Type de valeur	Concentration en µg.m <sup>-3</sup>	Durée d'exposition
PM <sub>10</sub>	Objectif de qualité	30	En moyenne annuelle
	Seuil d'information et de recommandation	50	En moyenne journalière
	Seuil d'alerte	80	En moyenne journalière
NO <sub>2</sub>	Objectif de qualité	40	En moyenne annuelle
	Seuil d'information et de recommandation	200	En moyenne horaire
	Seuil d'alerte	200	En moyenne horaire si le seuil est dépassé la veille et le jour même et prévu le lendemain
SO <sub>2</sub>	Objectif de qualité	50	En moyenne annuelle
	Seuil d'information et de recommandation	300	En moyenne horaire
O <sub>3</sub>	Seuil d'alerte	300	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives
		360	En moyenne horaire
PM <sub>2,5</sub>	Objectif de qualité	10	En moyenne annuelle
	Valeur cible	20	En moyenne annuelle
	IEM	11,2 10	2025 2030

De manière générale il ressort essentiellement 3 spécificités françaises :

- L'existence de seuils d'information/recommandation et/ou d'alerte pour les polluants ;
- L'existence, pour l'ozone, de 3 niveaux d'alerte correspondant à la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence ;
- La coexistence de normes ayant des valeurs identiques et/ou des définitions très proches.

Ces 3 spécificités sont abordées ci-dessous.

**a) Seuil d'information/recommandation et seuil d'alerte**

Un seuil d'information et de recommandation vise à protéger la santé des populations les plus sensibles : il s'agit d'un « niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ».

L'actualisation des connaissances sur les effets sur la santé soulignent que des sous-groupes de populations sont plus sensibles.

Pour les particules, l'expertise de 2009 avait souligné l'intérêt à cibler les actions de prévention en direction de certains sous-groupes de la population en considérant pertinent les femmes enceintes, nouveau-nés, enfants, personnes âgées, toute personne atteinte de pathologie cardiovasculaire ou respiratoire (antécédents d'infarctus du myocarde, asthme, etc.), de diabète, voire d'obésité. D'une façon générale, tous les sujets à risque élevé de pathologie

cardiovasculaire, respiratoire, ou même de décès en dehors de tout épisode de pollution (autres facteurs de risques) pourraient être ciblés. Cela concerne en particulier les catégories socio-professionnelles les moins favorisées. Enfin, les sujets présents de manière répétée ou régulière au proche voisinage de sources de pollution atmosphérique, par exemple ceux vivant à proximité d'axes routiers avec un trafic important, ainsi que les sportifs, méritent aussi d'être considérés du fait d'une exposition plus importante en dehors même des pics de pollution (Afsset, 2009).

Pour les particules grossières (PM<sub>10-2,5</sub>), les effets cardiovasculaires seraient plus marqués chez les personnes les plus vulnérables (enfants, personnes âgées, immunodéprimées ...).

Pour le NO<sub>2</sub>, les populations plus sensibles ou plus exposées identifiées sont les enfants, les personnes âgées, les personnes atteintes d'asthme ou de BPCO, les personnes effectuant une activité physique intense et celles qui passent beaucoup de temps à proximité d'axes routiers

Pour le SO<sub>2</sub>, les personnes asthmatiques et âgées semblent présenter une sensibilité accrue aux effets nocifs de l'exposition au SO<sub>2</sub>. Pour les enfants et personnes âgées, le niveau de preuve est limité.

Certains seuils d'information/recommandation correspondent aux valeurs guides de l'OMS de 2005 pour protéger des effets à court terme. Il s'agit en particulier du seuil d'information/recommandation de 200 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire pour le NO<sub>2</sub> et du seuil de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière pour les PM<sub>10</sub>.

Le seuil d'information et de recommandation de 300 µg.m<sup>-3</sup> pour le SO<sub>2</sub> en moyenne horaire ne correspond pas à une valeur guide de l'OMS. L'OMS a proposé une valeur de 500 µg.m<sup>-3</sup> pour une durée de 10 minutes qui était déjà proposé dans la deuxième édition de 2000.

Un seuil d'alerte vise à protéger la santé de l'ensemble de la population en lien avec une exposition aiguë : il s'agit d'un « *niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence.* ».

Un seuil d'alerte est proposé pour 3 polluants dans la directive européenne 2008/50/CE : il s'agit du NO<sub>2</sub>, du SO<sub>2</sub> et de l'O<sub>3</sub>.

Pour les PM<sub>10</sub>, le seuil d'alerte de 80 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière appliqué en France correspond à un excès de risque de 1,875 % chez les sujets de plus de 65 ans dans les villes italiennes étudiées par Forastiere *et al.* par rapport à la valeur limite de 25 µg.m<sup>-3</sup> (HCSP, 2012).

Il s'agit en premier lieu d'outils de gestion : des actions leur sont associées et ils visent une modification du comportement des individus.

- une information immédiate et adéquate à destination des groupes de population sensibles pour le premier niveau (seuil d'information/recommandation) afin notamment d'aménager les comportements ;
- le déclenchement de mesures de restriction des émissions de différentes sources de pollution pour le second niveau (seuil d'alerte).

Enfin, d'un point de vue sociétal, il est reconnu à ces outils une vertu pédagogique. Cet aspect a en particulier pu être souligné par des représentants d'associations (Respire, FNE, APPA) auditionnés par l'Anses : l'enclenchement de la procédure d'information et d'alerte permet une information et une sensibilisation du public à la problématique générale de la pollution de l'air.

Remarque : la problématique des seuils d'information et de recommandation et d'alerte français relatifs au NO<sub>2</sub>, et établis sur une base horaire, a été évoquée. En France, les épisodes de pollution au NO<sub>2</sub> et donc la mise en œuvre de la procédure d'information et de recommandation et

d'alerte sont depuis plusieurs années des événements rares. Cette situation contraste avec la problématique des particules pour lesquelles des épisodes de pollution s'observent de façon fréquente. Pour autant, si l'on considère la situation française vis-à-vis des normes établies sur une base annuelle, la situation apparaît davantage problématique pour le NO<sub>2</sub> : en 2015, 16 agglomérations présentaient un dépassement de la valeur limite annuelle, contre 8 agglomérations présentant un dépassement de la valeur limite annuelle pour les PM<sub>10</sub>.

Si la procédure d'information et d'alerte n'a pas pour vocation première de résoudre les dépassements des normes de qualité de l'air sur le long terme, elle représente cependant une occasion de sensibilisation et d'information sur les enjeux que représente la qualité de l'air. De ce point de vue, malgré l'enjeu toujours existant sur le long terme vis-à-vis de ce polluant, le fait qu'il n'y ait pas d'épisode de pollution ne permet pas de rendre « visible » la réelle problématique de santé publique que le NO<sub>2</sub> représente. Ainsi, l'opportunité de recourir à des seuils d'information et de recommandation et d'alerte journaliers plutôt qu'horaires a pu être étudiée, cela pouvant conduire à davantage de déclenchements de la procédure.

Dans ce contexte, la comparaison avec la situation vis-à-vis des particules est intéressante. Mais si la situation française apparaît davantage problématique pour le NO<sub>2</sub> que pour les particules sur le long terme, cela est vraisemblablement davantage dû au fait que les **valeurs limites annuelles réglementaires pour les particules ne sont pas suffisamment ambitieuses et que dans un premier temps il devrait être envisagé de les faire correspondre aux niveaux des valeurs guides préconisées par l'OMS.**

**Considérant les différents éléments présentés ci-dessus, de tels seuils d'information/recommandation et d'alerte et actions associées apparaissent pertinents en particulier parce que des considérations sanitaires sont à leur base.**

#### ***b) Trois niveaux d'alerte pour l'ozone***

Il coexiste dans la réglementation française 2 valeurs de seuils d'alerte pour l'O<sub>3</sub> pour la mise en œuvre progressive de mesures de gestion (300 et 360 µg.m<sup>-3</sup>) en plus du seuil d'alerte pour la protection de la santé humaine de 240 µg.m<sup>-3</sup>, qui est proposé dans la réglementation européenne.

L'historique de la réglementation française indique qu'un seuil d'alerte à 360 µg.m<sup>-3</sup> était applicable de 1998 à 2003 (Décrets 98-360 et 2002-213). A la suite de la canicule de 2003, le décret 2003-1085 de novembre 2003, transposant la Directive 2002/3/CE qui définit un seuil d'alerte à 240 µg.m<sup>-3</sup>, a introduit 3 seuils pour une mise en œuvre progressive de mesures d'urgence.

Le seuil d'alerte de 240 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire pour une protection de la population a été ajouté dans la réglementation par le décret 2010-1250 qui a conservé les 3 seuils précédemment mentionnés pour la mise en œuvre progressive des mesures d'urgence<sup>15</sup>.

La situation en France met en évidence une diminution ces 10 dernières années des dépassements du seuil d'alerte de 240 µg.m<sup>-3</sup>. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) par exemple, région particulièrement propice aux épisodes de pollution à l'ozone du fait d'un fort ensoleillement, le dépassement du seuil d'alerte de 240 µg.m<sup>-3</sup> concerne 1,6 jours en moyenne sur les 10 dernières années. Sur les 5 dernières années, les seuils de 300 et 360 µg.m<sup>-3</sup> n'ont jamais été atteints.

**Considérant ces éléments, la pertinence de ces seuils d'alerte à 300 et 360 µg.m<sup>-3</sup> pour l'ozone pourrait être évaluée.** Au-delà, sans devoir afficher dans la réglementation des valeurs

<sup>15</sup> Extrait du décret 2010-1250 :

« Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population : 240 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire ;

Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence :

– 1er seuil : 240 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire, dépassé pendant trois heures consécutives ;

– 2e seuil : 300 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire, dépassé pendant trois heures consécutives ; – 3e seuil : 360 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne horaire.

supplémentaires, la mise en œuvre de mesures d'urgence complémentaires peut se faire en fonction de la persistance d'un épisode de pollution en considérant le dépassement de la valeur de  $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  sur plusieurs heures.

**c) Coexistence de normes ayant des valeurs identiques et/ou des définitions très proches**

Les définitions de l'objectif de qualité, de la valeur cible et de l'objectif à long terme sont proches :

- Objectif de qualité (FR) : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère **à atteindre à long terme**, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- Objectif à long terme (déf. EU) : un niveau à **atteindre à long terme**, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.
- Valeur cible (déf. EU – transposée en France) : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, **à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné**.

En France, les objectifs de qualité en moyenne annuelle ont été fixés dès 1998 pour les polluants réglementaires correspondant aux AQGs de l'OMS de l'époque et ont été conservés par la suite dans la réglementation française.

Considérant la coexistence de ces définitions qui apparaissent proches, une certaine confusion existe. Par ailleurs, l'existence de plusieurs normes pour un même polluant n'en facilite pas la compréhension. Enfin, les objectifs de qualité, valeurs cibles et objectifs à long sont des éléments sur lesquels il est fait très peu de communication ne serait-ce que dans les bilans officiels de la qualité de l'air. Leur connaissance et appréciation par le grand public apparaissent floues. D'après les représentants d'association auditionnés par l'agence, les repères les plus connus et les mieux appréhendés par le grand public sont :

- Les seuils d'information/recommandation et d'alerte,
- Les valeurs guides de l'OMS,
- Et certaines valeurs limites réglementaires (valeurs limites annuelles pour  $\text{NO}_2$  et particules  $\text{PM}_{10}$  en particulier).

Enfin, la confusion peut par ailleurs être accrue du fait de l'existence de valeurs similaires pour différentes normes. Les deux exemples ci-dessous, l'un concernant l'ozone et l'autre le dioxyde d'azote, illustrent ce point.

OZONE (O <sub>3</sub> )				
Type de valeur	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Obj. de qualité	✓*	✓	120	En moyenne sur 8 heures
Valeur cible	✓	✓	120 depuis 2010	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moy calculée sur 3 ans

\*objectif à long terme défini au niveau européen

DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )				
Type de valeur	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Obj. de qualité		✓	40	En moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	40 en 2010	En moyenne annuelle

**Compte tenu de l'ensemble des éléments présentés ci-dessus, certaines simplifications de la réglementation pourraient être mises à l'étude tout en prenant en compte une transposition européenne appropriée des textes existants.**

## 7 Perspectives

Les observations précédentes relatives aux normes de qualité de l'air ambiant reposent sur une analyse de la pertinence de celles-ci par rapport à leur définition et aux connaissances scientifiques relatives aux effets sur la santé disponibles. L'efficacité de l'action et la mobilisation des décideurs et du grand public en lien avec les normes de la qualité de l'air ambiant, n'ont, à ce stade, pas été abordées.

Dans ce chapitre sont rapportés des éléments issus du rapport de la cour des comptes sur les politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air ainsi que des indications recueillies à l'occasion des auditions conduites, notamment auprès d'acteurs de la sphère publique.

Ces éléments permettent d'envisager des travaux complémentaires à ce rapport qui seraient des perspectives intéressantes pour encourager la mobilisation des décideurs et du grand public et évaluer l'efficacité de l'action dans le but de lutter contre la pollution de l'air.

### 7.1 Eléments de politiques publiques (Cour des comptes, 2016)

#### 7.1.1 Historique et outils

Il existe différents outils réglementaires qui visent *in fine* à réduire la pollution de l'air. A la base, le droit européen fixe pour tous les États membres des obligations en matière de réduction des émissions et de respect de concentrations maximales dans l'atmosphère pour les principaux polluants.

La réglementation définit des valeurs contraignantes et des obligations, relevant du rôle de l'Etat. La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (la LAURE) de 1996 a transposé en droit français la directive communautaire 96/62/CE qui introduit un cadre pour le développement de la législation communautaire de la surveillance de la qualité de l'air. Elle a défini des outils de planification (PPA, PDU) ainsi que le cadre de la surveillance en France. A suivi la fixation de valeurs limites réglementaires (en moyenne annuelle, voir en période de pic) pour le SO<sub>2</sub>, le NO<sub>2</sub>, les particules, l'O<sub>3</sub>, le benzène, le CO, les HAP, l'As, le Cd, le Hg et le Ni.

La réglementation combine aussi des mesures fiscales, incitatives, des outils de planification à destination des collectivités, et une sensibilisation des acteurs.

D'autres mesures d'action ont été initiées en France dans tous les secteurs d'activité (transports, industrie, agriculture, résidentiel) en agissant au niveau national avec des plans d'action tels que :

- le plan « Particules » lancé en 2010,
- le plan d'urgence pour la qualité de l'air (Puqa) publié en février 2013.

Au-delà, la lutte contre la pollution atmosphérique a une dimension très fortement locale. L'échelon territorial est donc particulièrement impliqué dans sa mise en œuvre :

- Au niveau régional : les schémas régionaux climat air énergie (SRCAE), élaborés conjointement par le préfet de région et le président du conseil régional, ont remplacé les plans régionaux de qualité de l'air (PRQA), et servent de cadre intégré « climat-air énergie » à l'ensemble des actions entreprises par les collectivités territoriales. A la suite des lois n°2014/58, appelée MAPTAM<sup>16</sup> et n°2015/991, appelée NOTRe<sup>17</sup>, le SRCAE sera

---

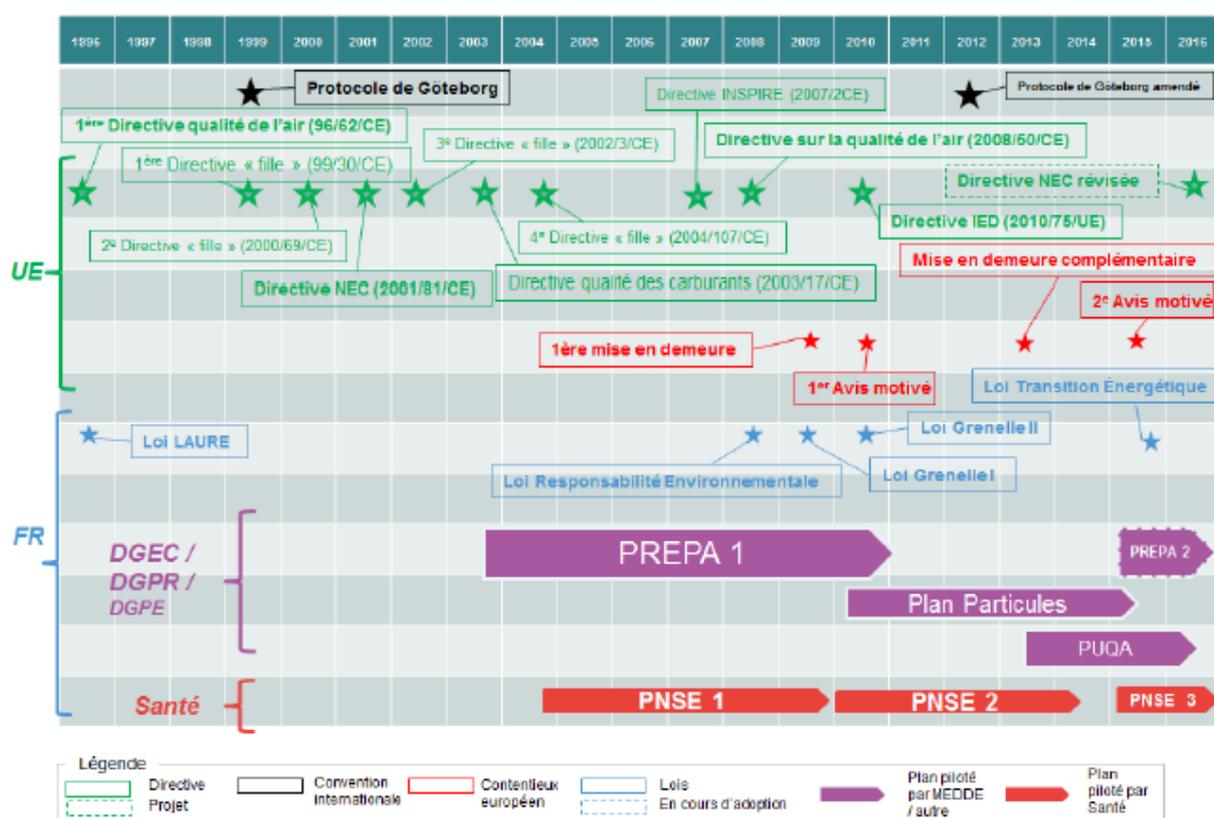
<sup>16</sup> Loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM)

prochainement intégré dans le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) ( élaboré par le Président du Conseil Régional.

- Au niveau local, dans toutes les zones en situation de dépassement des valeurs limites et dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants, les plans de protection de l'atmosphère (PPA) sont publiés par les préfets après concertation avec les collectivités locales et les parties prenantes. La cour des comptes a relevé 36 PPA (28 signés, un en cours de révision et sept en cours d'élaboration).

Il est prévu de renforcer ces mesures dans le cadre notamment du plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa) ou de la mise en œuvre des PPA.

La Figure 3, extraite du rapport de la Cour des comptes (2016), présente le calendrier d'élaboration des textes réglementaires au niveau européen ainsi que la transposition dans la loi française associé à différents plans d'action ayant une échelle nationale.



Source : Cour des comptes

**Figure 3 : Chronologie de la réglementation européenne dans le domaine de la pollution atmosphérique, déclinaison des textes législatifs et planification nationale en France**

L'échelle locale étant particulièrement importante dans le domaine de la pollution atmosphérique, les collectivités (régions, départements, groupements intercommunaux, communes) contribuent,

<sup>17</sup> Loi du 7 août 2015 portant sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe)

en fonction de leurs compétences, à surveiller et à améliorer la qualité de l'air (organisation des transports, schéma régional climat air énergie, plan climat air énergie territorial, financements...).

Les multiples outils de planification dont certains intègrent indirectement la qualité de l'air sont représentés dans la Figure 4.

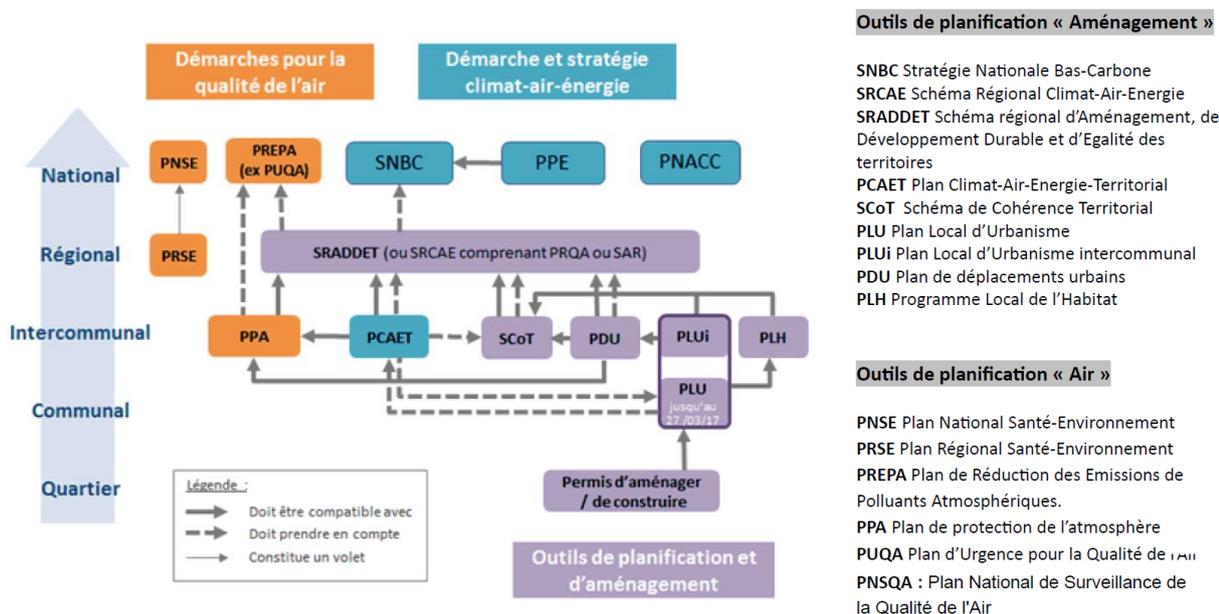


Figure 4 : Outils de planification en France contribuant à la mise en œuvre de la politique relative à la qualité de l'air (source : PCAET : Vade-mecum Ademe-MEEM, mars 2016)

### 7.1.2 Focus

En lien avec la thématique des normes de qualité de l'air traitée ici, deux constats faits par la Cour des comptes peuvent être relevés :

#### 1) Des mesures manquant de cohérence

La Cour des comptes relève dans le chapitre II de son rapport des mesures de gestion qui manquent de cohérence. Elle indique que : « La lutte contre la pollution de l'air n'est pas cohérente avec les objectifs poursuivis par d'autres politiques publiques ; le niveau local, le plus pertinent pour agir, ne dispose pas toujours des marges d'action nécessaires ; les différents responsables interviennent en utilisant des outils très divers, pas toujours conçus pour les objectifs poursuivis et donc pas nécessairement adaptés ; les financements, difficiles à identifier, apparaissent modestes. La politique menée est donc partielle et parfois conçue puis mise en œuvre dans l'urgence : la gestion des « pics » de pollution en illustre les faiblesses. »

Concernant plus particulièrement l'efficacité de l'action en lien avec le déclenchement de la procédure d'information/recommandation et d'alerte en cas de pics de pollution, la Cour des comptes relève :

- Des actions centrées sur les secteurs les plus faciles à contrôler : « Les transports et l'industrie sont les deux secteurs économiques sur lesquels il est le plus facile d'agir rapidement. Les mesures prises sont faciles à contrôler : la surveillance de la circulation routière est aisée à appliquer et les services de l'Etat connaissent les entreprises les plus polluantes, qui sont déjà soumises à des plans de réduction de leurs émissions. En outre, les agents économiques en cause sont habitués aux limitations de leurs activités ou de

*leurs déplacements. C'est sans doute pourquoi les pouvoirs publics y font porter leurs efforts, alors qu'il n'y a eu par exemple que de simples recommandations pour le secteur agricole. Il convient de souligner à cet égard la prudence des autorités, notamment au moment des pics de pollution du mois de mars, période d'épandage importante pour assurer le niveau de la production agricole. ».*

- Des effets limités sur le niveau de pollution : les mesures actuellement prises peuvent contribuer à diminuer les émissions de polluants, néanmoins, leur efficacité reste difficile à quantifier, et ce d'autant plus si les actions menées sont de courte durée ou *a fortiori* si elles interviennent quand le pic de pollution est passé.
- Des décisions parfois prises sans base juridique solide : un exemple est la prise en charge de la gratuité des transports en Ile-de-France. La Cour des comptes note dans son rapport : « *qu'il conviendrait de clarifier dans les conventions liant les opérateurs de transport en commun avec leurs donneurs d'ordre locaux la manière de prendre en charge la gratuité des transports en cas d'épisode de pollution et de s'assurer que les autorités décidant la mise en œuvre de la mesure ont le pouvoir de le faire.* ».

Au-delà, les récents épisodes de pollution de la fin d'année 2016 ont mis en évidence la mise en œuvre d'actions différentes dans les régions alors que les mêmes dépassements de seuils étaient observés. Il s'avèrerait utile de mieux comprendre les mécanismes d'action ou d'inaction.

- 2) Des efforts à amplifier pour une meilleure communication et clarifier la notion de seuil en cas de pic de pollution

La Cour des comptes note que la qualité de la communication est essentielle pour faire comprendre quels sont réellement les principaux facteurs de pollution et à quel point cette question influe sur la vie de chacun. Elle indique qu'il serait souhaitable de clarifier la communication en direction du grand public, en utilisant un système simple de communication, comme le fait Météo-France, par exemple. Un indice unique de qualité de l'air de compréhension aisé est préconisé.

Enfin, l'existence de deux seuils (information/recommandation et alerte) déclenchant des actions administratives en cas de pic de pollution est un facteur compliquant la communication. Cela est d'autant plus le cas que les médias et les différents niveaux politiques communiquent de manière autonome, ce qui peut contribuer à brouiller les messages.

Un rapport de 2015 de l'Inspection générale de l'administration (IGA), l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS) et le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) cité par la Cour des comptes souligne que les pics de pollution sont un moment essentiel pour sensibiliser les usagers, leur expliquer la situation, ses causes, les mesures prises, les comportements sanitaires à adopter, mais **surtout les actions de fond qu'il est nécessaire d'engager.**

## 7.2 Retours d'auditions

En matière de perception, plusieurs points sont rapportés par les représentants d'associations :

- En termes de visibilité et de compréhension pour le grand public, les normes de qualité de l'air existantes apparaissent trop nombreuses et leurs définitions, domaines et conditions d'application sont complexes.
- Il apparaît que les valeurs guides de l'OMS sont davantage connues du grand public que les normes réglementaires. Ces valeurs sont celles qui sont en particulier véhiculées par les mouvements citoyens militants. Cela peut aussi être lié au développement de nouveaux outils de type applications pour smartphone qui permettent au citoyen de connaître le

niveau de pollution auquel il est exposé, et qui situent ce niveau par rapport aux valeurs guides de l'OMS qui sont utilisées comme références.

- Les normes permettent néanmoins de faire la lumière sur la problématique de la pollution atmosphérique, ce qui est en particulier le cas des seuils d'information et d'alerte existant en France. Les seuils d'information et d'alerte apparaissent utiles pour 2 raisons :
  - leur dépassement constitue le principal vecteur de communication sur la pollution atmosphérique vers le grand public ;
  - cela aide à l'évolution des politiques publiques.
- Concernant l'élaboration des normes, une base scientifique (effets sur la santé en particulier) pour en asseoir la légitimité apparaît nécessaire. Ce point n'est cependant pas partagé par un des représentants associatifs rencontrés. Pour ce dernier, les normes de qualité de l'air ambiant doivent permettre de mobiliser l'action mais encore plus de sensibiliser : en ce sens, plus le grand public sera exposé à un message, plus il retiendra ce message. Un phénomène de répétition est nécessaire et un moyen d'y parvenir est d'abaisser les seuils d'information et d'alerte actuels, sans base scientifique nécessaire, afin d'être plus souvent en situation d'épisode de pollution et ainsi de parler davantage de la pollution de l'air. En matière de sensibilisation du public et donc de communication, les messages sanitaires sont importants car ce sont ceux qui déclencheront une prise de conscience de la problématique, potentiel levier d'action, notamment à l'échelle locale. Le souhait de pouvoir disposer d'un indice de communication qui couple les informations pollution de l'air d'une part et santé d'autre part, est rapporté : disposer, en fonction des niveaux de polluants, d'informations sur les impacts engendrés sur la santé (notamment en termes de morbidité).

En matière de communication et donc de compréhension de la problématique « pollution atmosphérique » et des normes qui lui sont associées, les éléments rapportés ci-dessus rejoignent un des constats fait par la Cour des comptes.

Au-delà et tel que rappelé en introduction du chapitre précédent, il est désormais établi et reconnu que l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique est quantitativement bien inférieur à celui liés à une exposition chronique, c'est-à-dire au jour le jour, à cette pollution.

Ainsi, une continuité de l'information selon le degré de pollution atmosphérique ne se limitant pas aux pics d'exposition serait pertinente. Ce point a été également souligné par un représentant d'organisme de surveillance de la qualité de l'air auditionné. C'est un système de communication quotidienne qu'il conviendrait de construire en faisant correspondre aux niveaux de pollution les effets/impacts sanitaires potentiels voire des recommandations ; un système de vigilance est évoqué en ce sens.

Concernant les situations de pic de pollution, les comportements volontaires seraient à privilégier, l'objectif étant de rendre la population « actrice » pour améliorer la qualité de l'air, et non plus « victime ».

## 7.3 Conclusion

Considérant les éléments exposés précédemment, il apparaît que des travaux complémentaires à cette expertise pourraient être utiles en particulier pour évaluer et ensuite assurer une certaine efficacité de l'action et la mobilisation des décideurs et du grand public en lien avec les normes de la qualité de l'air ambiant, tel que cela était demandé dans le courrier de saisine.

Compte tenu de l'hétérogénéité d'action qui a pu s'observer récemment notamment, une première perspective pourrait être de conduire une étude visant à comprendre les mécanismes d'action (ou d'inaction) déployés en région lors d'épisodes de pollution de l'air. Dans ce cadre, en concertation

avec ses ministères, l'Anses pourrait étudier l'opportunité d'engager une convention de recherche et développement (CRD) avec un de ses partenaires.

En second lieu, il ressort des travaux conduits que les outils de gestion associés aux normes de qualité de l'air représentent, pour certaines, des vecteurs de communication. S'il est entendu que le dépassement des seuils d'information/recommandation et d'alerte induit la diffusion d'informations et de recommandations comportementales particulières vers des populations sensibles notamment, il conviendrait davantage d'améliorer par ailleurs la communication vers le grand public de façon quotidienne compte tenu de l'enjeu que représente l'exposition chronique à la pollution atmosphérique. Les résultats d'étude d'impact sanitaire montrent bien que c'est la mise en place d'actions visant à réduire durablement la pollution atmosphérique qui permettrait d'améliorer de façon considérable la santé et la qualité de vie de la population. Cela passe entre autres par une meilleure prise de conscience collective de la problématique, pour laquelle une communication appropriée et mieux proportionnée représente un réel facteur d'entraînement. L'opportunité de repenser l'indice de communication ATMO et la publicité qui en est faite serait à saisir.

## 8 Bibliographie

Afsset (2009). Pollution par les particules dans l'air ambiant. Synthèse des éléments sanitaires en vue d'un appui à l'élaboration de seuils d'information et d'alerte du public pour les particules dans l'air ambiant. Mars 2009. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaires de l'environnement et du travail (Afsset) Rapport d'expertise collective

Amann M, Bertok I, Cabala A, Cofala J, Heyes C, Gyarmas F, et al. The "Current Legislation" and the "Maximum Technically Feasible Reduction" cases for the CAFE baseline emission projection. Laxenburg, Autriche: International Institute for Applied Systems Analysis. 2004:1-41.

Arrêté du 7 avril 2016 au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant (modifié par arrêté du 26 août 2016)

Arrêté du 26 août 2016 modifiant l'arrêté du 7 avril 2016 relatif au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant

Atkinson, R. W., B. K. Butland, C. Dimitroulopoulou, M. R. Heal, J. R. Stedman, N. Carslaw, D. Jarvis, C. Heaviside, S. Vardoulakis, H. Walton, and H. R. Anderson. 2016. "Long-term exposure to ambient ozone and mortality: A quantitative systematic review and meta-analysis of evidence from cohort studies." *BMJ Open* 6 (2). doi: 10.1136/bmjopen-2015-009493.

Becerra, T. A., M. Wilhelm, J. Olsen, M. Cockburn, and B. Ritz. 2013. "Ambient air pollution and autism in Los Angeles county, California." *Environ Health Perspect* 121 (3):380-6. doi: 10.1289/ehp.1205827.

Bentayeb, M., V. Wagner, M. Stempfelet, M. Zins, M. Goldberg, M. Pascal, S. Larrieu, P. Beaudeau, S. Cassadou, D. Eilstein, L. Filleul, A. Le Tertre, S. Medina, L. Pascal, H. Prouvost, P. Quenel, A. Zeghnoun, and A. Lefranc. 2015. "Association between long-term exposure to air pollution and mortality in France: A 25-year follow-up study." *Environ Int* 85:5-14. doi: 10.1016/j.envint.2015.08.006.

Brook, R. D., S. Rajagopalan, C. A. Pope, 3rd, J. R. Brook, A. Bhatnagar, A. V. Diez-Roux, F. Holguin, Y. Hong, R. V. Luepker, M. A. Mittleman, A. Peters, D. Siscovick, S. C. Smith, Jr., L. Whitsett, and J. D. Kaufman. 2010. "Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association." *Circulation* 121 (21):2331-78. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181d8e1.

Calderón-Garcidueñas, Lilian, Randy J. Kulesza, Richard L. Doty, Amedeo D'Angiulli, and Ricardo Torres-Jardón. 2015. "Megacities air pollution problems: Mexico City Metropolitan Area critical issues on the central nervous system pediatric impact." *Environmental Research* 137:157-169. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.12.012>.

CGDD (2016) Bilan de la qualité de l'air en France en 2015. commissariat général au développement durable. Service de l'observation et des statistiques (SOeS).

Chen, J. C., and J. Schwartz. 2009. "Neurobehavioral effects of ambient air pollution on cognitive performance in US adults." *Neurotoxicology* 30 (2):231-9. doi: 10.1016/j.neuro.2008.12.011.

Chen, Z., M. T. Salam, S. P. Eckel, C. V. Breton, and F. D. Gilliland. 2015. "Chronic effects of air pollution on respiratory health in Southern California children: Findings from the Southern California Children's Health Study." *Journal of Thoracic Disease* 7 (1):46-58. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.12.20.

Chen, H., J. C. Kwong, R. Copes, K. Tu, P. J. Villeneuve, A. van Donkelaar, P. Hystad, R. V. Martin, B. J. Murray, B. Jessiman, A. S. Wilton, A. Kopp, and R. T. Burnett. 2017. "Living near

major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study." *Lancet*. doi: 10.1016/s0140-6736(16)32399-6

CIRC (2016) Outdoor Air Pollution. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 109. Centre international de recherche sur le cancer.

Clifford, A., L. Lang, R. Chen, K. J. Anstey, and A. Seaton. 2016. "Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course - A systematic literature review." *Environmental Research* 147:383-398. doi: 10.1016/j.envres.2016.01.018.

COM (2017) Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. L'examen de la mise en œuvre de la politique environnementale de l'UE. Rapport par pays – France {COM(2017) 63 final}

Corso M, Pascal M, Wagner V, Blanchard M, Blateau A, Cochet A, et al. Impact à court terme des particules en suspension (PM10) sur la mortalité dans 17 villes françaises, 2007-2010. *Bull Epidemiol Hebd*. 2015(1-2):14-20.

Cour des comptes (2015) LES POLITIQUES PUBLIQUES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DE L'AIR. Enquête demandée par le Comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques de l'Assemblée nationale. Décembre 2015. 123 pages

Cui, P., Y. Huang, J. Han, F. Song, and K. Chen. 2015. "Ambient particulate matter and lung cancer incidence and mortality: A meta-analysis of prospective studies." *European Journal of Public Health* 25 (2):324-329. doi: 10.1093/eurpub/cku145.

Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Directive 96/62/CE du conseil du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant (abrogée par la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008)

Directive 1999/30/CE du 22 avril 1999 relative à la fixation de valeurs limites pour l'anhydride sulfureux, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant (abrogée par la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008)

Directive 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant (abrogée par la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008)

Directive 2002/3/CE du 12 février 2002 relative à l'ozone dans l'air ambiant (abrogée par la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008)

Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant

Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

Directive 2015/2193 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des installations de combustion moyennes

Directive 2016/2284 du Parlement européen et du Conseil du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques (modifiant la directive 2003/35/CE et abrogeant la directive 2001/81/CE)

ENVI (2014) Safety EU Air Quality Policy and WHO Guideline Values for Health. Committee on Environment, Public Health and Food. DIRECTORATE GENERAL FOR INTERNAL POLICIES POLICY DEPARTMENT A: ECONOMIC AND SCIENTIFIC POLIC. IP/A/ENVI/2014-06

- Fan, J., S. Li, C. Fan, Z. Bai, and K. Yang. 2016. "The impact of PM<sub>2.5</sub> on asthma emergency department visits: a systematic review and meta-analysis." *Environ Sci Pollut Res Int* 23 (1):843-50. doi: 10.1007/s11356-015-5321-x.
- Gatto, N. M., V. W. Henderson, H. N. Hodis, J. A. St John, F. Lurmann, J. C. Chen, and W. J. Mack. 2014. "Components of air pollution and cognitive function in middle-aged and older adults in Los Angeles." *Neurotoxicology* 40:1-7. doi: 10.1016/j.neuro.2013.09.004.
- HCSP (2012) Pollution par les particules dans l'air ambiant. Recommandations pour protéger la santé. Avis et rapport du Haut conseil de santé publique. 245 pages.
- IGA, IGAS, CGEDD (2015) La gestion des pics de pollution de l'air. Rapport Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) n° 010227-01, Inspection générale des affaires sociales (IGAS) n° 2015-063, l'Inspection générale de l'administration (IGA) n° 15-059/15-050/01. Juillet 2015.
- Jung, C. R., Y. T. Lin, and B. F. Hwang. 2013. "Air pollution and newly diagnostic autism spectrum disorders: a population-based cohort study in Taiwan." *PLoS One* 8 (9):e75510. doi: 10.1371/journal.pone.0075510.
- Li, M. H., L. C. Fan, B. Mao, J. W. Yang, A. M. Choi, W. J. Cao, and J. F. Xu. 2016. "Short-term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Increases Hospitalizations and Mortality in COPD: A Systematic Review and Meta-analysis." *Chest* 149 (2):447-58. doi: 10.1378/chest.15-0513.
- Lim, H., H. J. Kwon, J. A. Lim, J. H. Choi, M. Ha, S. S. Hwang, and W. J. Choi. 2016. "Short-term effect of fine particulate matter on children's hospital admissions and emergency department visits for asthma: A systematic review and meta-analysis." *Journal of Preventive Medicine and Public Health* 49 (4):205-219. doi: 10.3961/jpmph.16.037.
- Liu, X., H. Lian, Y. Ruan, R. Liang, X. Zhao, M. Routledge, and Z. Fan. 2015. "Association of Exposure to particular matter and Carotid Intima-Media Thickness: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Int J Environ Res Public Health* 12 (10):12924-40. doi: 10.3390/ijerph121012924.
- Lu, F., D. Xu, Y. Cheng, S. Dong, C. Guo, X. Jiang, and X. Zheng. 2015. "Systematic review and meta-analysis of the adverse health effects of ambient PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> pollution in the Chinese population." *Environ Res* 136:196-204. doi: 10.1016/j.envres.2014.06.029.
- Luo, C., X. Zhu, C. Yao, L. Hou, J. Zhang, J. Cao, and A. Wang. 2015. "Short-term exposure to particulate air pollution and risk of myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis." *Environ Sci Pollut Res Int* 22 (19):14651-62. doi: 10.1007/s11356-015-5188-x.
- Mancebo, S. E., and S. Q. Wang. 2015. "Recognizing the impact of ambient air pollution on skin health." *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 29 (12):2326-2332. doi: 10.1111/jdv.13250.
- OMS (1987) Air Quality Guidelines for Europe. First Edition WHO Regional Publications, European Series, No.23.
- OMS (2000) Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No.91.
- OMS (2006) Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre Mise à jour mondiale 2005. Synthèse de l'évaluation des risques. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. 25 pages.
- OMS (2013a) "Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP" Technical Report. WHO Regional Office for Europe. 309 pages.
- OMS (2013b) Organisation mondiale de la santé - Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. New emerging risks to health from air pollution – results from the survey of experts. WHO Regional Office for Europe. 65 pages

OMS (2016) Organisation mondiale de la santé - WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report Bonn, Germany 29 September-1 October 2015. 50 pages

Pascal, Mathilde, Perrine de Crouy Chanel, Vèrene Wagner, Magali Corso, Claude Tillier, Malek Bentayeb, Myriam Blanchard, Amandine Cochet, Laurence Pascal, Sabine Host, Sarah Gorla, Alain Le Tertre, Edouard Chatignoux, Aymeric Ung, Pascal Beaudeau, and Sylvia Medina. 2016. "The mortality impacts of fine particles in France." *Science of The Total Environment* 571:416-425. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.213>.

Rao, X., J. Montresor-Lopez, R. Puett, S. Rajagopalan, and R. D. Brook. 2015. "Ambient air pollution: an emerging risk factor for diabetes mellitus." *Curr Diab Rep* 15 (6):603. doi: 10.1007/s11892-015-0603-8.

Santé Canada (2016a) Évaluation des risques pour la santé humaine des particules grossières. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air. 355 pages.

Santé Canada (2016b) Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde d'azote ambiant. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air. 336 pages

Santé Canada (2016c) Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde de soufre (No CAS : 7446-09-5) Analyse de l'exposition au dioxyde de soufre dans l'air ambiant et ses effets sur la santé de la population canadienne. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air. 195 pages.

SpFrance (2016) Medina S., Pascal M., Tillier C. Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique. Saint-Maurice : Santé publique France ; 2016. 12 p. Disponible à partir de l'URL : [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)

Shah, A. S., K. K. Lee, D. A. McAllister, A. Hunter, H. Nair, W. Whiteley, J. P. Langrish, D. E. Newby, and N. L. Mills. 2015. "Short term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis." *BMJ* 350:h1295. doi: 10.1136/bmj.h1295.

Thiering, E., and J. Heinrich. 2015. "Epidemiology of air pollution and diabetes." *Trends in Endocrinology and Metabolism* 26 (7):384-394. doi: 10.1016/j.tem.2015.05.002.

Turner, M. C., M. Jerrett, C. A. Pope, 3rd, D. Krewski, S. M. Gapstur, W. R. Diver, B. S. Beckerman, J. D. Marshall, J. Su, D. L. Crouse, and R. T. Burnett. 2016. "Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study." *Am J Respir Crit Care Med* 193 (10):1134-42. doi: 10.1164/rccm.201508-1633OC.

U.S. EPA. (2013) Integrated Science Assessment for Ozone and Related Photochemical Oxidants. Office of Research and Development. National Center for Environmental Assessment-RTP Division (Février 2013). 1251 pages

U.S. EPA (2015) Integrated Science Assessment (ISA) for Sulfur Oxides – Health Criteria (External Review Draft). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-15/066, 2015. 694 pages

U.S. EPA (2016) Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen –Health Criteria (Janvier 2016)

Wang, X. D., X. M. Zhang, S. W. Zhuang, Y. Luo, S. Kang, and Y. L. Liu. 2016. "Short-term effects of air pollution on acute myocardial infarctions in Shanghai, China, 2013-2014." *Journal of Geriatric Cardiology* 13 (2):132-137. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2016.02.005.

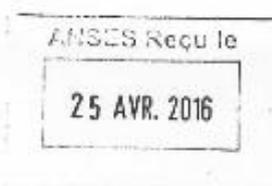
Weisskopf, M. G., M. A. Kioumourtzoglou, and A. L. Roberts. 2015. "Air Pollution and Autism Spectrum Disorders: Causal or Confounded?" *Curr Environ Health Rep* 2 (4):430-9. doi: 10.1007/s40572-015-0073-9.

---

## **ANNEXES**

---

## Annexe 1 : Lettre de saisine



2016-SA-0092

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE  
L'ÉNERGIE ET DE LA MER

MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES,  
ET DE LA SANTÉ

Direction générale de l'énergie et du climat

Direction générale de la santé

Ref : 16-0127

Paris, le 18 AVR. 2016

Le Directeur général de l'énergie et du climat

Le Directeur général de la santé

à

Monsieur le Directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)

**Objet : recommandations relatives aux normes de qualité de l'air ambiant.**

L'article R.221-1 du code de l'environnement établit les normes de qualité de l'air ambiant. Ces normes proviennent principalement de la transposition des directives européennes. Les États membres de l'Union européenne peuvent fixer des normes spécifiques, à condition qu'elles ne soient pas moins protectrices que les normes européennes. Ainsi, la France a notamment fixé pour les particules PM<sub>10</sub> un seuil d'information-recommandation et un seuil d'alerte pour la gestion des épisodes de pollution.

Depuis l'établissement des normes européennes et françaises, de nouvelles connaissances scientifiques ont été publiées. La Résolution « Agir face aux conséquences sanitaires de la pollution de l'air » adoptée en mai 2015 lors de la 68<sup>ème</sup> Assemblée mondiale de la Santé et que la France a notamment coparrainée, invite les États à contribuer à l'élaboration de normes et à tenir compte des lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air.

Dans son rapport publié en janvier 2016 sur les politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air, la Cour des Comptes indique notamment qu'il serait souhaitable de clarifier la communication en direction du grand public, en utilisant un système simple de communication. L'existence de plusieurs types de normes de la qualité de l'air (valeurs limites, valeurs cibles, valeurs pour la protection de la santé, objectifs de qualité de l'air...) constitue une source de confusion pour le grand public, les acteurs concernés et les médias et complexifie la communication.

Une proposition de loi<sup>1</sup> adoptée en première lecture le 14/01/2016 à l'Assemblée nationale dispose à son article 2 que :

*« Dans un délai d'un an à compter de la promulgation de la présente loi, le Gouvernement transmet au Parlement, après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail et du Haut Conseil de la santé publique, un rapport comportant des recommandations relatives aux normes de qualité de l'air mentionnées à l'article L. 221-1 du code de l'environnement, en tenant compte des dernières connaissances scientifiques. ».*

<sup>1</sup> Proposition de loi visant à l'automatisme des mesures d'urgence en cas de pics de pollution adoptée le 14/01/2016 à l'Assemblée nationale - Cf. <http://www.senat.fr/leg/pl15-301.html>

Dans ce cadre, nous sollicitons votre expertise concernant les normes de qualité de l'air ambiant établies pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et l'ozone, afin de :

1. réaliser un état des lieux des normes de qualité de l'air spécifiques éventuellement utilisées dans les États membres, des dernières données scientifiques disponibles et des réflexions ou travaux en cours sur ce sujet en précisant leur échéance ;
2. faire des recommandations sur les pistes à privilégier pour que les normes de qualité de l'air répondent au mieux aux besoins de protection de la population (au regard de l'exposition chronique à la pollution et pendant les pics de pollution en tenant compte de leur intensité et de leur éventuelle persistance), en veillant à l'efficacité de l'action et de la mobilisation des décideurs et du grand public.

Vous transmettez, à la fin de vos travaux, les résultats de votre expertise au Haut Conseil de la santé publique (HCSP) afin de recueillir son avis sur les recommandations formulées, en vue de fournir courant 2017 le rapport susmentionné au Parlement.

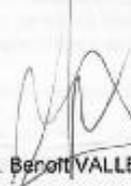
Nous vous remercions de bien vouloir nous indiquer, dans les meilleurs délais, les modalités de réponse à cette saisine dont il est attendu un point d'avancement pour juin 2016, et un rendu final pour la fin 2016.

Le Directeur général  
de l'énergie et du climat



Laurent MICHEL

Le Directeur général  
de la santé



Pr. Benoît VALLET

Copie : HCSP

## Annexe 2 : Liste des organismes et pays ciblés dans la consultation internationale de l'Anses sur la thématique « Qualité de l'air et santé ».

Pays	Organisme*	Pays	Organisme*
Europe	Environmental european Agency (EEA)	Canada	Institut national de santé publique Québec (INSPQ)
Italie	Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA) Agenzia ambientale della Regione (ARPA)	Etats-Unis	California Environmental protection agency (CalEPA)  Air resources board
Pays-Bas	National Institute for Public Health and Environment (RIVM)		US Environmental protection agency (US EPA )  National institutes of Health (NIH)  National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)  Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)

\* Noms en anglais

## Annexe 3 : Questionnaire soumis dans le cadre de la consultation internationale

### Questions

#### PART A: Regulated pollutants in ambient air

##### I. Public policy or regulation on ambient air pollution

We have already identified the following websites giving information on worldwide air quality policies and legislation. The air quality standards for several countries are displayed by pollutant through a world map representation.

- [http://ludok.swisstph.ch/fmi/iwp/cgi?-db=ludok\\_web&-loadframes](http://ludok.swisstph.ch/fmi/iwp/cgi?-db=ludok_web&-loadframes)
- <http://airlex.web.ua.pt/>

1. Historically, what has been the process leading to an air pollutant to be regulated?
2. Which pollutants are considered in ambient air quality legislation in your region/country?
  - a. Air quality standards (limit values, target values, long term objectives)
  - b. Emissions control
  - c. Guidelines
3. Do you think that regulated pollutants are still the most relevant ones given recent changes in emissions and technology, or changes in knowledge on their toxicity or occurrence in the environment?
4. What are the future developments in terms of ambient air quality legislation?
5. In your opinion, on which aspects air quality legislation should improve?
6. Which others pollutants should be implemented in ambient air quality legislation? Why? How are evaluated other pollutants? (monitoring programs...)

#### **Part B: Emerging pollutants in ambient air (EPAA).**

##### II. Definition of EPAA and unregulated ambient air pollutants

1. How does your institution define an emerging pollutant? Is there a formal definition? If yes, could you please provide it or give a reference to the relevant document?
2. In your opinion, should all unregulated ambient air pollutants be included in the definition of EPAA?

##### III. Monitoring programs on EPAA/unregulated pollutants in ambient air

1. How is air quality monitoring organized in your region/country?
  - a. Actors involved
  - b. Data collection and access
2. Which pollutants are included in monitoring programs?
  - a. Continuous monitoring programs
  - b. Periodic monitoring programs
  - c. Local and national monitoring programs
3. How are the identified and prioritized pollutants included in the monitoring programs?

4. Are you aware of past or on-going work in your country related to the assessment of unregulated pollutants in ambient air?
  - a. If YES, what are the features and objectives of this work?
5. Are you aware of past or on-going work on analytical determination of truly new pollutants in ambient air?

**IV. Health effects of EPAA/unregulated pollutants in ambient air**

1. Are you aware of on-going work related to human health assessment of unregulated pollutants in ambient air?

**V. Impacts on environment of EPAA/unregulated pollutants in ambient air**

1. Do you assess environmental impacts of unregulated air pollutants? If yes, how do you assess its impacts on:
  - a. Crops?
  - b. The ecosystem?
  - c. Building damage?

**VI. Identification and prioritization of ambient air pollutants**

1. Are you aware of past or on-going work on identification and prioritization of new ambient air pollutants for monitoring program or/and regulation?

If such projects was/is on-going in your institute, we would be interested in information on the following issues (if information is available in reports/publications, please provide us with the references):

**Regarding the organization of this project and the resources mobilized:**

2. What are the features and objectives of this work?
3. How many persons are involved in the project within your institute?
4. Do you call upon service providers/subcontractors or external (or internal) experts? If yes, on which aspects?
5. What was the time required for the creation of the final deliverable? Can you specify the time required for the chemicals identification and ranking steps?

Regarding the methodology on identification and prioritization steps of substances investigated, if information is available in reports/publications, please provide us with the references.

## Annexe 4 : Revue de la littérature – définition des requêtes dans les bases Scopus et Pubmed

Thématiques ciblées :

Thématique	Anglais	Subheadings (MESH)
Populations cibles	Exclusion de la population professionnelle : <b>Worker* Occupational* workplace</b>	
Types d'études	<b>Epidemiology, toxicology Review</b>	Particulate Matter/adverse effects"[Mesh] "Particulate Matter/physiology"[Mesh] "Particulate Matter/standards"[Mesh] "Particulate Matter/toxicity"[Mesh] "Nitrogen Dioxide/adverse effects"[Mesh] "Nitrogen Dioxide/physiology"[Mesh] "Nitrogen Dioxide/standards"[Mesh] "Nitrogen Dioxide/toxicity"[Mesh] ) "Sulfur Dioxide/adverse effects"[Mesh] "Sulfur Dioxide/physiology"[Mesh] "Sulfur Dioxide/standards"[Mesh] "Sulfur Dioxide/toxicity"[Mesh] ) "Ozone/adverse effects"[Mesh] "Ozone/physiology"[Mesh] "Ozone/standards"[Mesh] "Ozone/toxicity"[Mesh]
Substances / Sujets concernés	<b>Particulate matter (PM), nitrogen dioxide, sulfur dioxide, ozone, ambient air, air pollution</b>	
Termes d'exclusion	<b>Scopus : Ecotoxicology, food, nutrition, Pubmed : tobacco, smoke, fumes</b>	Périodicité <b>2013 – aujourd'hui</b>
Périmètre (Zone géographique)	<b>Hésitation sur la restriction géographique à l'Europe et l'Amérique. Exclusion de l'Asie</b>	Bases de données <b>Scopus, Pubmed</b>
Revue spécifique à la thématique	<b>REVIHAAP, HRAPIE, IARC Monographs V109</b>	
Organismes référents sur le sujet	<b>OMS</b>	
Publications déjà identifiées (en amont de la saisine ou en PJ)	Rapports identifiés	Projets identifiés (ANR, APRs Anses, ERA-NET etc.)
<b>Publications du Projet Escape (saisine Particules)</b>	<b>REVIHAAP, HRAPIE, IARC Monographs V109</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APHENA project (Time-series studies of short-term effects of air pollution on health in Europe and North America)</li> <li>• ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects)</li> <li>• HEI NPACT (National Particle Component Toxicity Initiative)</li> <li>• HRAPIE (Health risks of air pollution in Europe)</li> <li>• IAIAQ (Promoting actions for healthy indoor air)</li> <li>• REVIHAAP (Review of evidence on health aspects of air pollution)</li> <li>• TRANSPHORM (Transport related Air Pollution and Health impacts - Integrated Methodologies for Assessing Particulate Matter)</li> </ul>

**Résultats des requêtes dans Scopus :**

La requête suivante a été lancée afin d'intégrer le mot clé supplémentaire « air pollution », d'exclure la population professionnelle et de limiter aux revues de la littérature sans restriction géographique.

```
( TITLE-ABS-KEY ( "Particulate matter" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "nitrogen dioxide" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "sulfur dioxide " ) OR TITLE-ABS-KEY ( ozone ) OR TITLE-ABS-KEY ( "ambient air" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "air pollution" ) ) AND PUBYEAR > 2012 AND NOT TITLE-ABS-KEY ( worker* ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( occupational ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( workplace ) AND ( LIMIT-TO(DOCTYPE,"re" ) )
```

**= 2,007 références**

Une première restriction géographique sur certains pays d'Asie diminue peu le nombre de référence.

```
(TITLE-ABS-KEY("Particulate matter") OR TITLE-ABS-KEY("nitrogen dioxide") OR TITLE-ABS-KEY("sulfur dioxide ") OR TITLE-ABS-KEY(ozone) OR TITLE-ABS-KEY("ambient air") OR TITLE-ABS-KEY("air pollution")) AND PUBYEAR > 2012 AND NOT TITLE-ABS-KEY(worker*) AND NOT TITLE-ABS-KEY(occupational) AND NOT TITLE-ABS-KEY(workplace) AND NOT TITLE-ABS-KEY(China) AND NOT TITLE-ABS-KEY(India) AND ( LIMIT-TO(DOCTYPE,"re" ) )
```

**= 1844 références**

L'ensemble des pays du continent asiatique au sens large a été intégré pour tester la pertinence d'appliquer une exclusion géographique. Celle-ci représentent environ 10% des références.

```
( TITLE-ABS-KEY ( "Particulate matter" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "nitrogen dioxide" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "sulfur dioxide " ) OR TITLE-ABS-KEY ( ozone ) OR TITLE-ABS-KEY ( "ambient air" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "air pollution" ) ) AND PUBYEAR > 2012 AND NOT TITLE-ABS-KEY ( worker* ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( occupational ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( workplace ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Bangladesh ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Bhutan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Cambodia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( China ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( India ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Indonesia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Iran ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Israel ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Japan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Jordan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Kazakhstan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Kuwait ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Lebanon ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Malaysia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Mongolia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Pakistan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Philippines ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( "Saudi Arabia" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Singapore ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( "South Korea" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( "Sri Lanka" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Thailand ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Turkmenistan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( "United Arab Emirates" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Vietnam ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) )
```

**= 1792 références**

Au vu du nombre de références ressortant des précédentes requêtes, il a été ciblé la recherche des termes concernant le sujet de l'expertise dans les titres des références.

```
( TITLE ( "Particulate matter" ) OR TITLE ( "nitrogen dioxide" ) OR TITLE ( "sulfur dioxide " )
OR TITLE ( ozone ) OR TITLE ( "ambient air" ) OR TITLE ( "air pollution" ) ) AND PUBYEAR
> 2012 AND NOT TITLE-ABS-KEY ( worker* ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( occupational )
AND NOT TITLE-ABS-KEY ( workplace ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) )
= 371 références
```

La restriction géographique sur le continent asiatique au sens large représente encore un faible part du nombre de référence.

```
( TITLE ( "Particulate matter" ) OR TITLE ( "nitrogen dioxide" ) OR TITLE ( "sulfur dioxide " )
OR TITLE ( ozone ) OR TITLE ( "ambient air" ) OR TITLE ( "air pollution" ) )
AND PUBYEAR > 2012
AND NOT TITLE-ABS-KEY ( worker* ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( occupational ) AND NOT
TITLE-ABS-KEY ( workplace )
AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Bangladesh ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Bhutan ) AND NOT
TITLE-ABS-KEY ( Cambodia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( China ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( India ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Indonesia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Iran )
AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Israel ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Japan ) AND NOT TITLE-
ABS-KEY ( Jordan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Kazakhstan ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( Kuwait ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Lebanon ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( Malaysia ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Mongolia ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( Pakistan ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Philippines ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( "Saudi Arabia" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Singapore ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( "South Korea" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( "Sri Lanka" ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( Thailand ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Turkmenistan ) AND NOT TITLE-ABS-
KEY ( "United Arab Emirates" ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( Vietnam ) AND ( LIMIT-
TO ( DOCTYPE , "re" ) )
= 334 références
```

L'ajout du terme sur les effets sur la santé a été introduit pour répondre aux mieux à l'objectif de la revue de la littérature :

```
( TITLE ( "Particulate matter" ) OR TITLE ( "nitrogen dioxide" ) OR TITLE ( "sulfur dioxide " )
OR TITLE ( ozone ) OR TITLE ( "ambient air" ) OR TITLE ( "air pollution" ) ) AND PUBYEAR
> 2012 AND ( TITLE-ABS-KEY ( health* ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( worker* ) AND NOT
TITLE-ABS-KEY ( occupational ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( workplace ) AND ( LIMIT-
TO ( DOCTYPE , "re" ) )
= 181 références
```

Plusieurs termes sur le volet effets sur la santé ont été intégrés pour vérifier l'adéquation de la requête. Cette dernière requête semble la plus en adéquation avec les besoins de l'expertise et le délai de réalisation dont l'échéance est fixé à décembre 2016.

```
( TITLE ( "Particulate matter" ) OR TITLE ( "nitrogen dioxide" ) OR TITLE ( "sulfur dioxide " )
OR TITLE ( ozone ) OR TITLE ( "ambient air" ) OR TITLE ( "air pollution" ) ) AND PUBYEAR
> 2012 AND ( TITLE-ABS-KEY ( health* ) OR TITLE-ABS-KEY ( effect* ) OR TITLE-ABS-KEY
( disease* ) ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( worker* ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( occupational )
AND NOT TITLE-ABS-KEY ( workplace ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) )
```

**= 296 références**

### Résultats des requêtes dans *nom de la BDD* : Pubmed

La requête dans pubmed a été complétée avec des mots d'exclusion sur les articles concernant les effets du tabac sur la santé

```
(( "Particulate Matter/adverse effects"[Mesh] OR "Particulate Matter/physiology"[Mesh] OR
"Particulate Matter/standards"[Mesh] OR "Particulate Matter/toxicity"[Mesh] ) OR ( "Nitrogen
Dioxide/adverse effects"[Mesh] OR "Nitrogen Dioxide/physiology"[Mesh] OR "Nitrogen
Dioxide/standards"[Mesh] OR "Nitrogen Dioxide/toxicity"[Mesh] ) OR ( "Sulfur Dioxide/adverse
effects"[Mesh] OR "Sulfur Dioxide/physiology"[Mesh] OR "Sulfur Dioxide/standards"[Mesh] OR
"Sulfur Dioxide/toxicity"[Mesh] ) OR ( "Ozone/adverse effects"[Mesh] OR
"Ozone/physiology"[Mesh] OR "Ozone/standards"[Mesh] OR "Ozone/toxicity"[Mesh] ) AND
("2012/12/31"[PDat] : "2016/09/08"[PDat]) NOT ("tobacco"[Title/Abstract] OR
"smoke"[Title/Abstract] OR "fumes"[Title/Abstract]))
```

**= 2359 références**

En limitant aux revues de la littérature, la requête suivante sur Pubmed semble la plus en adéquation avec les les besoins de l'expertise et le délai de réalisation dont l'échéance est fixé à décembre 2016.

```
(((" "Particulate Matter/adverse effects"[Mesh] OR "Particulate Matter/physiology"[Mesh] OR
"Particulate Matter/standards"[Mesh] OR "Particulate Matter/toxicity"[Mesh] ) OR ( "Nitrogen
Dioxide/adverse effects"[Mesh] OR "Nitrogen Dioxide/physiology"[Mesh] OR "Nitrogen
Dioxide/standards"[Mesh] OR "Nitrogen Dioxide/toxicity"[Mesh] ) OR ( "Sulfur Dioxide/adverse
effects"[Mesh] OR "Sulfur Dioxide/physiology"[Mesh] OR "Sulfur Dioxide/standards"[Mesh] OR
"Sulfur Dioxide/toxicity"[Mesh] ) OR ( "Ozone/adverse effects"[Mesh] OR
"Ozone/physiology"[Mesh] OR "Ozone/standards"[Mesh] OR "Ozone/toxicity"[Mesh] ) AND
("2012/12/31"[PDat] : "2016/09/08"[PDat]) NOT ("tobacco"[Title/Abstract] OR
"smoke"[Title/Abstract] OR "fumes"[Title/Abstract])) AND Review[ptyp])
```

**= 196 références**

## Annexe 5 : Détail des lignes directrices de l'OMS proposées en 2005

Tableau 24 : Précision sur les valeurs guides de l'OMS et des niveaux intermédiaires préconisés pour les particules

	Concentration ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Type de valeur	Base du niveau sélectionné
Valeur annuelle			
PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	70 35	IT-1	Niveau associé à 15% de mortalité de plus par rapport à l'AQG
	50 25	IT-2	En plus d'autres bénéfices sanitaires, ce niveau est associé à une diminution du risque de mortalité prématuré de 6% (2-11%) par rapport au IT-1
	30 15	IT-3	En plus d'autres bénéfices sanitaires, ce niveau est associé à une diminution du risque de mortalité prématuré de 6% (2-11%) par rapport au IT-2
	20 10	AQGs –	Niveau le plus faible pour lequel la mortalité toute cause, cardiopulmonaire et par cancer du poumon augmentent
Valeur journalière			
PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	150 75	IT-1	Basé sur les risques d'études multicentriques et métaanalyses (niveau associé à 5% de mortalité de plus par rapport à l'AQG)
	100 50	IT-2	Basé sur les risques d'études multicentriques et métaanalyses (niveau associé à 2,5% de mortalité de plus par rapport à l'AQG)
	75 37,5	IT-3	niveau associé à 1,2% de mortalité de plus par rapport à l'AQG
	50 25	AQGs	Basé sur la relation entre les niveaux journaliers et annuels en PM

**Tableau 25 : Précision sur les valeurs guides de l'OMS et des niveaux intermédiaires préconisés pour le dioxyde de soufre**

	Concentration ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Type de valeur	Base du niveau sélectionné
SO <sub>2</sub>	125	IT-1	niveau de la valeur guide de 2000
	50	IT-2	niveau intermédiaire basé sur le contrôle des véhicules automobiles, des émissions industrielles, et/ou des sites de production d'énergie. Il s'agit d'un objectif à atteindre dans quelques années raisonnable et faisable pour quelques pays en voie de développement et amenant des améliorations significatives pour la santé qui devraient justifier d'autres améliorations (comme visée les valeurs guides)
	20	AQG	

**Tableau 26 : Précision sur les valeurs guides de l'OMS et des niveaux intermédiaires préconisés pour l'ozone**

	Concentration ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Type de valeur	Base du niveau sélectionné
O <sub>3</sub>	240	niveau élevé	Effets sur la santé significatifs ; proportion importante de personnes vulnérable affectées
	160	IT-1	<p>Effets sur la santé importants : niveau intermédiaire pour les populations pour lesquelles les niveaux de concentration en ozone sont supérieurs à ce niveau.</p> <p>Ne fournit pas une protection adéquate de santé publique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveau le plus faible pour lequel des effets physiologiques et d'inflammation pulmonaire a été mise en évidence dans les études en chambre d'exposition sur 6,6h d'adultes actifs en bonne santé</li> <li>• Niveau rencontré dans plusieurs études portant sur la période estivale mettant en évidence des effets sur la santé des enfants</li> <li>• Augmentation estimée de 3-5% de la mortalité journalière<sup>a</sup> (basée sur les données des études de séries temporelles).</li> </ul>

	100	AQG	<p>Cette concentration fournit une protection adéquate de santé publique, bien que des effets puissent survenir en dessous de ce niveau.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Augmentation estimée de 1-2% de la mortalité journalière<sup>a</sup> (basée sur les données des études de séries temporelles).</li><li>• Extrapolation des données en chambre de celles sur le terrain basées sur la probabilité que l'exposition réelle soient des expositions répétées et que les données en chambre n'incluent pas des populations très sensibles ou des personnes avec un tableau clinique défavorable, ou des enfants.</li><li>• Probabilité que ces niveaux ambiant soient un marqueur des oxydants associés.</li></ul>
--	-----	-----	--

<sup>a</sup> Mortalité attribuée à des concentrations supérieures au niveau de fond de  $70 \mu\text{g.m}^{-3}$  (augmentation de 0,3-0,5% pour une augmentation de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ )

## **Annexe 6 : Panorama des normes existantes dans le monde**



Panorama général sur les valeurs existantes pour les PM<sub>10</sub>

Réglementation	Panorama global			Réglementation française	Panorama global			
Valeur limite pour la protection de la santé humaine 40 µg.m <sup>-3</sup> annuelle	Primary and Secondary Standards	Brazil		Valeur limite pour la protection de la santé humaine 50 µg.m <sup>-3</sup> journalier à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	Air quality standard	Japan		
	Primary Standard	Chile				South Korea		
	Primary Standards for Air Quality	Panama			Ambient air quality standards	Mauritius		
	Health-based ambient air standards	Mexico			Ambient air quality tolerance limit for residential	Rwanda		
	Air quality national standards	Peru			Standard for ecologically sensitive area	India		
	Air quality standard	South Korea,			Standard for industrial, residential, rural and ot	India		
		Venezuela			Maximum allowable concentrations	Ecuador		
	Limit value for the protection of human health	South Africa			Maximum allowable concentrations	Mongolia		
	Concentration limit	Bolivia			Maximum allowable level	Colombia		
	Maximum allowable level	Colombia			Primary Standard	Chile	120	µg.m <sup>-3</sup>
		Costa Rica			Maximum Acceptable Level	Jordan		
		Nicaragua			Limit value for the protection of human health	South Africa		
	Maximum concentration in ambient air	Malawi			Air quality national standards	Peru	150	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum concentrations	Jamaica			Air quality standard	Israel		
	Maximum permissible Limits for sensitive targets	Bhutan				Marshall Islands		
	Maximum allowable level	Colombia				Palau		
		Costa Rica				Venezuela		
		Nicaragua			Allowable limit	Dominican Republic		
	Maximum concentration in ambient air	Malawi			Ambient air quality standards	Bangladesh		
	Maximum concentrations	Jamaica				Indonesia		
	Allowable limit	Dominican Republic				Malaysia		
	Limit value	El Salvador				United Arab Emirates		
		Vietnam			Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda		
	Ambient air quality tolerance limit for controlled	Rwanda			Concentration in ambient air	Pakistan		
	Ambient air quality tolerance limit for residential	Rwanda			Concentration limit	Bolivia		
	Maximum permissible Limits for residential area	Bhutan	60			Guatemala		
	Primary and Secondary Standards	Albania			Guideline value	Kuwait		
Air quality standard	Israel		Health-based ambient air standards	Mexico				
	Marshall Islands		Limit value	El Salvador				
	Palau		Limit value	Vietnam				
Maximum Acceptable Level	Jordan	70		Costa Rica				
Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda			Nicaragua				
Limit value	Algeria	80		Maximum concentrations	Jamaica			
	Senegal			Primary and Secondary Standards	Brazil			
Ambient air quality limits	Saudi Arabia			Primary Standards for Air Quality	Panama			
Concentration in ambient air	Pakistan	120		Second-class standard	China			
Maximum permissible Limits for industrial area	Bhutan			Second-class standard for 2016	China			
				Maximum permissible Limits for industrial area	Bhutan	200	µg.m <sup>-3</sup>	
				Ambient air quality standards	Benin	230	µg.m <sup>-3</sup>	
				Third-class standard	China	250	µg.m <sup>-3</sup>	
				Limit value	Senegal	260	µg.m <sup>-3</sup>	
				Ambient air quality standards	Burkina	300	µg.m <sup>-3</sup>	
				Ambient air quality limits	Saudi Arabia	340	µg.m <sup>-3</sup>	

Panorama général sur les valeurs existantes pour les PM<sub>10</sub>

Réglementation	Panorama global	Réglementation française	Panorama global					
		Seuil d'info 50 µg.m <sup>-3</sup> journalier	Threshold concentration	Fiji	50	µg.m <sup>-3</sup>		
				New Zealand				
			Short Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago	75	µg.m <sup>-3</sup>		
			Maximum permissible Limits for sensitive targets	Bhutan				
				Short Term Limits	Philippines	150	µg.m <sup>-3</sup>	
		Seuil d'alerte 80 µg.m <sup>-3</sup> journalier			Attention threshold	Brazil	250	µg.m <sup>-3</sup>
					Alert level	Ecuador		
					Prevention level	Colombia	300	µg.m <sup>-3</sup>
					Alarm level	Ecuador	400	µg.m <sup>-3</sup>
					Alert level	Colombia		
					Alert threshold	Brazil	420	µg.m <sup>-3</sup>
					Emergency level	Colombia	500	µg.m <sup>-3</sup>
						Ecuador		
				Emergency threshold	Brazil			

6.2 : Particules – PM<sub>2,5</sub>Tableau 28: Normes existantes pour les particules PM<sub>2,5</sub> (source : <http://airlex.web.ua.pt/>)Panorama général sur les valeurs existantes pour les PM<sub>2,5</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global					
Objectif de qualité 10 µg.m <sup>-3</sup> annuel	Target value	Singapore	12 µg.m <sup>-3</sup>	Seuil journalier	Maximum (ambient) concentration	Australia	25	µg.m <sup>-3</sup>		
	Guideline value	Kuwait	15 µg.m <sup>-3</sup>		Maximum allowable concentrations	Belarus				
	Long Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago			Maximum concentration in ambient air	Malawi				
Valeur cible 25 µg.m <sup>-3</sup> annuelle	Advisory reporting standard Target value for the protection of human health	Australia	8 µg.m <sup>-3</sup>							
		Andorra	25 µg.m <sup>-3</sup>							
		<b>Austria</b>				A-class standard for 2016	China	35	µg.m <sup>-3</sup>	
		<b>Belgium</b>				Air quality standard	Japan			
		Bosnia and Herzegovina				Ambient air quality limits	Saudi Arabia			
		<b>Croatia</b>				Concentration in ambient air	Pakistan			
		<b>Cyprus</b>				Guideline value	Kuwait			
		<b>Denmark</b>				Maximum allowable concentrations	Russian Federation			
		<b>Germany</b>								
		<b>Greece</b>				Target value	Singapore	37.5	µg.m <sup>-3</sup>	
		<b>Hungary</b>			Air quality national standards	Peru	50	µg.m <sup>-3</sup>		
		<b>Ireland</b>			Maximum allowable concentrations	Ecuador Mongolia				
		<b>Italy</b>			Maximum allowable level	Colombia				
		<b>Latvia</b>			Primary Standard	Chile				
		<b>Lithuania</b>			Standard for ecologically sensitive area	India	60	µg.m <sup>-3</sup>		
		<b>Luxembourg</b>			Standard for industrial, residential, rural and ot	India				
		Montenegro			Allowable limit	Dominican Republic				
		Norway			Ambient air quality standards	Bangladesh Indonesia		µg.m <sup>-3</sup>		
		<b>Portugal</b>			Limit value	El Salvador				
<b>Romania</b>			Limit value for the protection of human health	South Africa						
Serbia			Maximum Acceptable Level	Jordan						
<b>Slovakia</b>			Short Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago						
<b>Slovenia</b>										
<b>Spain</b>										
<b>United Kingdom</b>										
					Primary and Secondary Standards	Albania	66	µg.m <sup>-3</sup>		
					Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda	75	µg.m <sup>-3</sup>		
					Second-class standard for 2016	China				
					Alert level	Chile	80	µg.m <sup>-3</sup>		
					Pre-emergency level	Chile	110	µg.m <sup>-3</sup>		
					Alert level	Ecuador	150	µg.m <sup>-3</sup>		
					Emergency level	Chile	170	µg.m <sup>-3</sup>		
					Alarm level	Ecuador	250	µg.m <sup>-3</sup>		
					Emergency level	Ecuador	350	µg.m <sup>-3</sup>		
					Concentration limit	Guatemala	65	ppb		
				Seuil horaire	Concentration in ambient air	Pakistan	15	µg.m <sup>-3</sup>		

Panorama général sur les valeurs existantes pour les PM<sub>2,5</sub>

Réglementation française	Panorama global		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine  25 µg.m <sup>-3</sup> annuelle	Maximum concentration in ambient air	Malawi	8 µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality limits	Saudi Arabia	15 µg.m <sup>-3</sup>
	Allowable limit	Dominican Republic	
	Limit value	El Salvador	
	Maximum Acceptable Level	Jordan	
	Maximum allowable concentrations	Ecuador	
	A-class standard for 2016 <sup>18</sup>	China	
	Air quality standard	Japan	
	Ambient air quality standards	Bangladesh	
	Concentration in ambient air	Pakistan	
	Primary and Secondary Standards	Albania	
	Limit value for the protection of human health for	Andorra <b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Denmark</b> <b>Greece</b> <b>Hungary</b> <b>Ireland</b> <b>Italy</b> <b>Latvia</b> <b>Lithuania</b> <b>Luxembourg</b> Montenegro <b>Netherlands</b> Norway <b>Portugal</b> <b>Romania</b> Serbia <b>Slovakia</b> <b>Slovenia</b> <b>Spain</b>	20 µg.m <sup>-3</sup>
	Primary Standard	Chile	
	Limit value for the protection of human health	<b>Austria</b> <b>Cyprus</b> <b>Czech Republic</b> <b>Estonia</b> <b>Finland</b> <b>Germany</b> South Africa <b>Sweden</b> <b>United Kingdom</b>	25 µg.m <sup>-3</sup>
Limit value for the protection of human health for	Andorra <b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Denmark</b> <b>Greece</b> <b>Hungary</b> <b>Ireland</b> <b>Italy</b> <b>Latvia</b> <b>Lithuania</b> <b>Luxembourg</b> Macedonia Montenegro <b>Netherlands</b> Norway <b>Portugal</b>		

<sup>18</sup> applies to specially protected areas, such as natural conservation areas, scenic spots, and historical sites

Panorama général sur les valeurs existantes pour les PM<sub>2,5</sub>

Réglementation française	Panorama global		
		Romania Serbia Slovakia Slovenia Spain	
	Maximum allowable concentrations	Mongolia Russian Federation	
	Maximum allowable level	Colombia	
	Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda	35 µg.m <sup>-3</sup>
	Second-class standard for 2016	China	
	Standard for ecologically sensitive area	India	40 µg.m <sup>-3</sup>
	Standard for industrial, residential, rural and ot	India	

### 6.3 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Tableau 29: Normes existantes pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) (source : <http://airlex.web.ua.pt/>)

Panorama général sur les valeurs existantes pour le NO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global				Réglementation française	Panorama global					
Objectif de qualité 40 µg.m <sup>-3</sup> annuel	Guideline value	Kuwait	40	µg.m <sup>-3</sup>	Seuil d'information et de recommandation  200 µg.m <sup>-3</sup> horaire	Threshold concentration	Fiji	200	µg.m <sup>-3</sup>		
	Long Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago				New Zealand					
	Target value	Singapore				Information threshold	Algeria	400	µg.m <sup>-3</sup>		
	Quality objective	Algeria	135	µg.m <sup>-3</sup>		Prevention level	Colombia				
					Seuil d'alerte 400 µg.m <sup>-3</sup> horaire	Alert threshold	Andorra <b>Austria</b> <b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Denmark</b> <b>Estonia</b> <b>Finland</b> <b>Greece</b> Iceland <b>Ireland</b> <b>Italy</b> <b>Latvia</b> <b>Lithuania</b> <b>Luxembourg</b> Macedonia <b>Malta</b> Montenegro <b>Netherlands</b> Norway <b>Poland</b> <b>Portugal</b> <b>Romania</b> <b>Serbia</b> <b>Slovakia</b> <b>Slovenia</b> <b>Spain</b> Turkey <b>United Kingdom</b>	400	µg.m <sup>-3</sup>		
						Algeria	600			µg.m <sup>-3</sup>	
						Alert level	Colombia			800	µg.m <sup>-3</sup>
							Ecuador			1000	µg.m <sup>-3</sup>
							Argentina			0.6 (1128)	ppm
						Attention threshold	Brazil			1130	µg.m <sup>-3</sup>
						Level one environmental emergency	Chile			1130	µg.m <sup>-3</sup>
						Level two environmental emergency	Chile			1202	µg.m <sup>-3</sup>
						Level three environmental emergency	Chile			1596	µg.m <sup>-3</sup>
						Alarm level	Ecuador			2000	µg.m <sup>-3</sup>
						Emergency level	Colombia				
						Alert threshold	Brazil	2260	µg.m <sup>-3</sup>		
						Alarm level	Argentina	1.2 (2256)	ppm		
						Emergency level	Ecuador	3000	µg.m <sup>-3</sup>		
						Emergency threshold	Brazil				

Panorama général sur les valeurs existantes pour le NO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			
Valeur limite pour la protection de la santé humaine  40 µg.m <sup>-3</sup> annuelle	Maximum permissible Limits for <i>sensitive targets</i>	Bhutan	15	µg.m <sup>-3</sup>
	Limit value for the protection of human health	<b>Austria</b> Iceland Liechtenstein Switzerland	30	µg.m <sup>-3</sup>
	Limit value for the protection of vegetation	Morocco		
	Maximum allowable concentrations	Mongolia		
	Standard for <i>ecologically sensitive area</i>	India		
	Limit value	Bahamas Senegal Vietnam	40	µg.m <sup>-3</sup>
	Limit value for the protection of human health	Andorra <b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Cyprus</b> <b>Czech Republic</b> <b>Denmark</b> <b>Estonia</b> <b>Finland</b> <b>Germany</b> <b>Greece</b> <b>Hungary</b> <b>Ireland</b> <b>Italy</b> <b>Latvia</b> <b>Lithuania</b> <b>Luxembourg</b> Macedonia <b>Malta</b> Montenegro <b>Netherlands</b> Norway <b>Poland</b> <b>Portugal</b> <b>Romania</b> Serbia <b>Slovakia</b> <b>Slovenia</b> South Africa <b>Spain</b> <b>Sweden</b> Turkey <b>United Kingdom</b>		
	A-class standard	China		
	A-class standard for 2016	China		
	Ambient air quality standards	Gambia		
	Concentration in ambient air	Pakistan		
	Second-class standard	China		
	Second-class standard for 2016	China		
	Standard for industrial, residential, rural and ot	India		
	Limit value for the protection of human health	Morocco	50	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum (ambient) concentration	Australia	0.03	ppm
	Air quality standard	South Korea,		
	Maximum permissible Limits for residential area	Bhutan	60	µg.m <sup>-3</sup>
	Primary and Secondary Standards	Albania	60	µg.m <sup>-3</sup>
	Third-class standard	China	80	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum permissible Limits for industrial area	Bhutan		
	Ambient air quality tolerance limit for residentia	Rwanda	0.05	ppm

	Concentration limit	Guatemala	53	ppb
	Air quality national standards	Peru	100	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Air quality standard	Venezuela		
	Ambient air quality standards	Bangladesh Benin Indonesia		
	Primary Standard	Brazil Chile Mozambique		
	Primary Standards for Air Quality	Panama		
	Secondary Standard	Brazil		
	Allowable limit	Dominican Republic		
	Ambient air quality limits	Saudi Arabia		
	Limit value	El Salvador Lebanon		
	Maximum Acceptable Level	Canada		
	Maximum allowable level	Colombia Costa Rica Nicaragua		
	Maximum concentrations	Jamaica		
	Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda		
	Air quality standard	Marshall Islands Palau	160	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Limit value	Algeria	200	$\mu\text{g.m}^{-3}$

Panorama général sur les valeurs existantes pour le NO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			
<b>Valeur limite pour la protection de la santé humaine</b>  <b>200 <math>\mu\text{g.m}^{-3}</math> horaire</b>  <b>à ne pas dépasser plus de 18 fois par an</b>	Limit value for the protection of human health	<b>Sweden</b>	90	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Limit value for the protection of human health	<b>Hungary</b>	100	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	A-class standard	China	120	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Second-class standard <sup>19</sup>	China		
	Limit value for the protection of human health	Serbia	150	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Ambient air quality standards	Burkina	170	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Concentration limit	Guatemala	100	ppb
	Air quality standard	South Korea,	0.1	ppm
	Secondary Standard	Brazil	190	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	A-class standard for 2016	China	200	$\mu\text{g.m}^{-3}$
	Air quality national standards	Peru		
	Ground level concentration for residential area	Ghana		
	Guideline value	Kuwait		
	Limit value	Bahamas Lebanon Senegal Vietnam		
	Limit value for the protection of human health	Andorra <b>Austria</b> <b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Cyprus</b> <b>Czech Republic</b> <b>Denmark</b> <b>Estonia</b> <b>Finland</b> <b>Germany</b> <b>Greece</b> Iceland <b>Ireland</b> <b>Italy</b>		

<sup>19</sup> applies to specially protected areas, such as natural conservation areas, scenic spots, and historical sites

Panorama général sur les valeurs existantes pour le NO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			
		Latvia Lithuania Luxembourg Macedonia Malta Montenegro Morocco Netherlands Norway Poland Portugal Romania Slovakia Slovenia South Africa Spain Turkey United Kingdom		
	Maximum allowable concentrations	Ecuador		
	Maximum allowable level	Colombia		
	Second-class standard for 2016	China		
	Short Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago		
	Target value	Singapore		
	Maximum (ambient) concentration	Australia	0.12	ppm
	Third-class standard	China	240	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum limit value	Sri Lanka	250	µg.m <sup>-3</sup>
	Primary Standard	Albania		
	Ambient air quality standards	Cambodia	300	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	Malaysia	320	µg.m <sup>-3</sup>
	Primary Standard	Brazil		
	Air quality standard	Venezuela	367	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality tolerance limit for residentia	Rwanda	0.2	ppm
	Health-based ambient air standards	Mexico	395	µg.m <sup>-3</sup>
	Allowable limit	Dominican Republic	400	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	Indonesia United Arab Emirates		
	Concentration limit	Bolivia		
	Ground level concentration for industrial area	Ghana		
	Maximum allowable level	Costa Rica Nicaragua		
	Maximum limit value	Egypt		
	Primary Standard	Chile Mozambique		
	Ambient air quality limits	Saudi Arabia	660	µg.m <sup>-3</sup>
	Air quality standard	Argentina	0.45	ppm

Panorama général sur les valeurs existantes pour le NO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			
Seuil journalier	Maximum permissible Limits for sensitive targets	Bhutan	30	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum allowable concentrations	Armenia	40	µg.m <sup>-3</sup>
		Azerbaijan		
		Georgia		
		Moldova		
		Mongolia		
	Russian Federation			
	Turkmenistan			
	Ukraine			
	Ground level concentration for residential area	Ghana	60	µg.m <sup>-3</sup>
Limit value for the protection of human health	Sweden			
A-class standard	China	80	µg.m <sup>-3</sup>	
A-class standard for 2016	China			
Concentration in ambient air	Pakistan			
Limit value for the protection of human health	Liechtenstein			

Panorama général sur les valeurs existantes pour le NO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			
		Switzerland		
	Maximum permissible Limits for residential area	Bhutan		
	Second-class standard	China		
	Second-class standard for 2016	China		
	Standard for ecologically sensitive area	India		
	Standard for industrial, residential, rural and ot	India		
	Target value	<b>Austria</b>		
	Limit value for the protection of human health	Bosnia and Herzegovina <b>Hungary</b> Serbia	85	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	Cambodia	100	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda		
	Limit value	Vietnam		
	Maximum allowable concentrations	Belarus		
	Maximum limit value	Sri Lanka		
	Maximum permissible Limits for industrial area	Bhutan	120	µg.m <sup>-3</sup>
	Third-class standard	China		
	Ambient air quality standards	Benin Indonesia United Arab Emirates	150	µg.m <sup>-3</sup>
	Concentration limit	Bolivia		
	Ground level concentration for industrial area	Ghana		
	Limit value	El Salvador Lebanon		
	Maximum allowable level	Colombia		
	Maximum limit value	Egypt		
	Primary Standards for Air Quality	Panama		
	Short Term Limits	Philippines		
	Ambient air quality standards	Mauritius	200	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum Acceptable Level	Canada		
	Primary Standard	Mozambique		
	Air quality standard	Venezuela	300	µg.m <sup>-3</sup>
	Allowable limit	Dominican Republic		
	Air quality standard	Israel	560	µg.m <sup>-3</sup>
	Critical Values of Environmental Emergency	Panama	1222	µg.m <sup>-3</sup>
	Air quality standard	Japan South Korea,	0.06	ppm
	Ambient air quality tolerance limit for residentia	Rwanda	0.1	ppm
	Alert level	Argentina	0.15	ppm
	Alarm level	Argentina	0.3	ppm
	Emergency level	Argentina	0.4	ppm
Seuil sur 8h	Maximum limit value	Sri Lanka	150	µg.m <sup>-3</sup>
Seuil sur 4h	Secondary Standard	Albania	95	µg.m <sup>-3</sup>
Seuil mensuel	Ambient air quality tolerance limit for residentia	Rwanda	0.08	ppm
seuil sur 30 minutes	Air quality standard	Israel	940	µg.m <sup>-3</sup>
seuil sur 20 minutes	Maximum allowable concentrations	Mongolia	85	µg.m <sup>-3</sup>

6.4 : Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)Tableau 30: Normes existantes pour le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) (source : <http://airlex.web.ua.pt/>)Panorama général sur les valeurs existantes pour le SO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global								
Objectif de qualité 50 µg.m <sup>-3</sup> annuel	Target value	Singapore	15	Seuil d'information et de recommandation  300 µg.m <sup>-3</sup> horaire  Seuil d'alerte 500 µg.m <sup>-3</sup> sur 3 heures	Short Term Limits	Philippines	180	µg.m <sup>-3</sup>					
	Long Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago	50		Information threshold (1 day)	Algeria	350						
	Long Term Limits	Philippines	80		Threshold concentration	Fiji New Zealand	350						
	Quality objective	Algeria	150		Prevention level	Colombia							
	Maximum allowable concentrations	Mongolia	10		Alert threshold	Andorra	500						
	Maximum permissible Limits for sensitive targets	Bhutan	15		Austria Belgium Bosnia and Herzegovina Bulgaria Croatia Denmark Estonia Finland Greece Iceland Ireland Italy Latvia Lithuania Luxembourg Macedonia Malta Montenegro Netherlands Norway Poland Portugal Romania Serbia Slovakia Slovenia Spain United Kingdom Turkey	Colombia	750		µg.m <sup>-3</sup>				
	Limit value for the protection of ecosystems	Morocco	20							Maximum allowable level	Costa Rica	1500	
	Maximum allowable concentrations	Georgia								Alert level	Argentina	1	ppm
	A-class standard <sup>20</sup>	China								Alarm level	Argentina	5	ppm
	A-class standard for 2016	China								Emergency level	Argentina	10	ppm
	Standard for <i>ecologically sensitive area</i>	India											
	Limit value for the protection of human health	Liechtenstein	30										
		Switzerland											
	Secondary Standard	Albania	35										
	Secondary Standard	Brazil	40										
	Ambient air quality standards	Gambia Mauritius	50										
	Maximum allowable concentrations	Belarus											
	Standard for industrial, residential, rural and ot	India											
	Limit value	Senegal Vietnam											
	Limit value for the protection of human health	South Africa Bosnia and Herzegovina Hungary Serbia											
	Maximum allowable concentrations	Belarus											
	Air quality standard	Israel	60										
	Maximum Acceptable Level	Canada											
	Maximum allowable concentrations	Ecuador											
	Maximum limit value	Egypt											
	Maximum permissible Limits for residential area	Bhutan											
	Ambient air quality standards	Indonesia United Arab Emirates											
Primary Standard	Albania												
Second-class standard	China												
Second-class standard for 2016	China												
Health-based ambient air standards	Mexico	79											
Concentration limit	Guatemala	30											
Ambient air quality limits	Saudi Arabia	80											
Concentration limit	Bolivia												
Ground level concentration for industrial area	Ghana												
Limit value	El Salvador Lebanon												
Maximum allowable level	Colombia Costa Rica Nicaragua												
Maximum permissible Limits	Bhutan												

<sup>20</sup> applies to specially protected areas, such as natural conservation areas, scenic spots, and historical sites

Panorama général sur les valeurs existantes pour le SO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global
	for industrial area				
	Air quality standard	Venezuela			
	Ambient air quality standards	Benin			
		Bangladesh			
	Concentration in ambient air	Pakistan			
	Primary Standard	Mozambique			
		Brazil Chile			
	Primary Standards for Air Quality	Panama			
	Third-class standard	China	100		µg.m <sup>-3</sup>
	Allowable limit	Dominican Republic			
	Air quality standard	Marshall Islands	300		µg.m <sup>-3</sup>
		Palau			
	Ambient air quality standards	Cambodia			
	Limit value	Algeria	350		µg.m <sup>-3</sup>

Panorama général sur les valeurs existantes pour le SO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global				Réglementation française	Panorama global			
Valeur limite pour la protection de la santé humaine  125 µg.m <sup>-3</sup> journalière à ne pas dépasser plus de 3 j/an	Guideline value	Kuwait	20	µg.m <sup>-3</sup>	Valeur limite pour la protection de la santé humaine  350 µg.m <sup>-3</sup> horaire à ne pas dépasser plus de 24 x/an	Guideline value	Kuwait	75	µg.m <sup>-3</sup>
	A-class standard <sup>21</sup>	China	50	µg.m <sup>-3</sup>		Ground level concentration for residential area	Ghana	100	µg.m <sup>-3</sup>
	A-class standard for 2016	China				A-class standard	China	150	µg.m <sup>-3</sup>
	Target value	Singapore				A-class standard for 2016	China		
	Air quality national standards	Peru	80	µg.m <sup>-3</sup>		Ground level concentration for industrial area	Ghana		
	Standard for ecologically sensitive area	India				Air quality standard	Japan	0.1 (262)	ppm
	Standard for industrial, residential, rural and ot	India				Ambient air quality standards	Burkina Faso	300	µg.m <sup>-3</sup>
	Secondary Standard	Brazil	100	µg.m <sup>-3</sup>			Mauritius	350	µg.m <sup>-3</sup>
	Air quality standard	Japan	0.04	ppm			Malaysia		
	Ambient air quality standards	Malaysia	105	µg.m <sup>-3</sup>			United Arab Emirates		
	Primary Standard	Albania	120	µg.m <sup>-3</sup>		Secondary Standard	Albania	360	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	Gambia	125	µg.m <sup>-3</sup>		Air quality standard	South Korea,	0.15 (393)	ppm
	Air quality standard	South Korea,	0.05 (131)	ppm		Ambient air quality standards	Cambodia	500	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	United Arab Emirates	150	µg.m <sup>-3</sup>		Second-class standard	China		
	Second-class standard	China				Second-class standard for 2016	China		
	Second-class standard for 2016	China				Ground level concentration for residential area	Ghana	700	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	Benin Mauritius	200	µg.m <sup>-3</sup>		Third-class standard	China		
	Maximum (ambient) concentration	Australia	0.08 (209)	ppm		Primary Standard	Mozambique	800	µg.m <sup>-3</sup>
	Primary Standard	Chile	250	µg.m <sup>-3</sup>		Ambient air quality standards	Indonesia	900	µg.m <sup>-3</sup>
	Third-class standard	China		µg.m <sup>-3</sup>		Ground level concentration for industrial area	Ghana		
	Air quality standard	Israel	280	µg.m <sup>-3</sup>		Air quality standard	Marshall Islands Palau	1300	µg.m <sup>-3</sup>
	Health-based ambient air standards	Mexico	314	µg.m <sup>-3</sup>		Ambient air quality standards	Benin		
	Air quality standard	Venezuela	365	µg.m <sup>-3</sup>		Maximum concentrations - secondary	Jamaica	60	µg.m <sup>-3</sup>
		Marshall Islands Palau				Limit value for the protection of human health	<b>Austria</b> <b>Sweden</b>	200	µg.m <sup>-3</sup>
	Ambient air quality standards	Bangladesh				Maximum limit value	Sri Lanka		
		Indonesia				Limit value for the protection of human health	<b>Hungary</b>	250	µg.m <sup>-3</sup>
	Primary Standard	Mozambique				Limit value	Bahamas	350	µg.m <sup>-3</sup>
		Brazil					Lebanon		
Primary Standards for Air Quality	Panama				Vietnam				
Maximum allowable concentrations	Mongolia	20	µg.m <sup>-3</sup>	Limit value for the protection of human health	Andorra				
Maximum permissible Limits for sensitive targets	Bhutan	30	µg.m <sup>-3</sup>		<b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Cyprus</b> <b>Czech Republic</b> <b>Denmark</b> <b>Estonia</b>				
Maximum allowable concentrations	Russian Federation Turkmenistan Armenia Azerbaijan Moldova Ukraine	50	µg.m <sup>-3</sup>		<b>Finland</b> <b>Germany</b> <b>Greece</b>				
Maximum limit value	Sri Lanka	80	µg.m <sup>-3</sup>						
Maximum permissible Limits for residential area	Bhutan								
Ambient air quality	Cambodia	100	µg.m <sup>-3</sup>						

<sup>21</sup> applies to specially protected areas, such as natural conservation areas, scenic spots, and historical sites

Panorama général sur les valeurs existantes pour le SO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global		
standards	Sweden				Iceland		
	Switzerland				Ireland		
Concentration in ambient air	Pakistan	120	µg.m <sup>-3</sup>		Italy		
Limit value	Lebanon				Latvia		
Limit value for the protection of human health	Austria				Lithuania		
Maximum permissible Limits for industrial area	Bhutan				Luxembourg		
Limit value	Senegal	125	µg.m <sup>-3</sup>		Macedonia		
	Bahamas				Malta		
	Vietnam				Montenegro		
Limit value for the protection of human health	Andorra				Netherlands		
	Belgium				Norway		
	Bosnia and Herzegovina				Poland		
	Bulgaria				Portugal		
	Croatia				Romania		
	Cyprus				Serbia		
	Czech Republic				Slovakia		
	Denmark				Slovenia		
	Estonia				South Africa		
	Finland				Spain		
	Germany				Turkey		
	Greece				United Kingdom		
	Hungary				Maximum limit value	Egypt	
	Iceland				Maximum allowable level	Costa Rica	365 µg.m <sup>-3</sup>
	Ireland				Allowable limit	Dominican Republic	450 µg.m <sup>-3</sup>
	Italy						
	Latvia				Maximum (ambient) concentration	Australia	0.2 (524) ppm
	Lithuania				Ambient air quality limits	Saudi Arabia	730 µg.m <sup>-3</sup>
	Luxembourg						
	Macedonia						
	Malta						
	Montenegro						
	Morocco						
	Netherlands						
	Norway						
	Poland						
	Portugal						
	Romania						
	Serbia						
	Slovakia						
	Slovenia						
	South Africa						
	Spain						
	Turkey						
	United Kingdom						
Maximum allowable concentrations	Ecuador						
Short Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago						
Allowable limit	Dominican Republic	150	µg.m <sup>-3</sup>				
Maximum limit value	Egypt						
Maximum allowable concentrations	Belarus	200	µg.m <sup>-3</sup>				
Maximum allowable level	Colombia	250	µg.m <sup>-3</sup>				
Maximum concentrations	Jamaica	280	µg.m <sup>-3</sup>				
Ambient air quality limits	Saudi Arabia	365	µg.m <sup>-3</sup>				
Concentration limit	Bolivia						
Limit value	El Salvador						
Maximum allowable level	Nicaragua						
Concentration limit	Guatemala	140	ppb				

Panorama général sur les valeurs existantes pour le SO<sub>2</sub>

Réglementation française	Panorama global			
Valeur horaire	Alert level (1 day)	Ecuador	200	µg.m <sup>-3</sup>
	Alert threshold	Algeria	600	µg.m <sup>-3</sup>
	Attention threshold	Brazil	800	µg.m <sup>-3</sup>
	Critical Values of Environmental Emergency	Panama	812	µg.m <sup>-3</sup>
	Alarm level	Ecuador	1000	µg.m <sup>-3</sup>
	Alert level	Colombia		
	Alert threshold	Brazil	1600	µg.m <sup>-3</sup>
	Emergency level	Colombia		
	Emergency level	Ecuador	1800	µg.m <sup>-3</sup>
	Emergency threshold	Brazil	2100	µg.m <sup>-3</sup>
	Level one environmental emergency	Chile	1962	µg.m <sup>-3</sup>
	Level two environmental emergency	Chile	2616	µg.m <sup>-3</sup>
	Level three environmental emergency	Chile	3924	µg.m <sup>-3</sup>
Valeur sur 20 min	Maximum allowable concentrations	Mongolia	450	µg.m <sup>-3</sup>
Valeur sur 1 mois	Air quality standard	Argentina	0.03	ppm
Valeur sur 10 min	Limit value for the protection of human health	South Africa	500	µg.m <sup>-3</sup>
	Maximum allowable concentrations	Ecuador		
		Mongolia		
	Secondary Standard	Albania		
Short Term Maximum Permissible Levels	Trinidad and Tobago			
Valeur sur 30 minutes	Air quality standard	Israel	500	µg.m <sup>-3</sup>

## 6.5 : Ozone (O<sub>3</sub>)

Tableau 31: Normes existantes pour l'ozone (O<sub>3</sub>) (source : <http://airlex.web.ua.pt/>)

Panorama général sur les valeurs existantes pour l'O<sub>3</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global		
Objectif de qualité 120 µg.m <sup>-3</sup> sur 8 heures	A-class standard for 2016 <sup>22</sup>	China	100 µg.m <sup>-3</sup>	Seuil d'information et de recommandation  180 µg.m <sup>-3</sup>  horaire	Short Term Limits (8 heures)	Philippines	60 µg.m <sup>-3</sup>
	Guideline value	Kuwait			Short Term Limits	Philippines	140 µg.m <sup>-3</sup>
	Long-term objectives for the protection of human h	Andorra Austria Belgium Bosnia and Herzegovina Bulgaria Croatia Czech Republic Denmark Estonia Finland Germany Greece Hungary Iceland Ireland Italy Latvia Lithuania Luxembourg Macedonia Malta Montenegro Netherlands Norway Poland Portugal Romania Serbia Slovakia Slovenia Spain Turkey	120 µg.m <sup>-3</sup>		Threshold concentration	Fiji	150 µg.m <sup>-3</sup>
					Information threshold	New Zealand Algeria Andorra Austria Belgium Bosnia and Herzegovina Bulgaria Croatia Denmark Estonia Finland Greece Iceland Ireland Italy Latvia Lithuania Luxembourg Macedonia Malta Montenegro Netherlands Norway Portugal Romania Serbia Slovakia Slovenia Spain Turkey United Kingdom	180 µg.m <sup>-3</sup>
				Prevention level	Colombia	350 µg.m <sup>-3</sup>	
				Short Term Maximum Permissible Levels (8 heures)	Trinidad and Tobago		
				Attention threshold	Brazil	400 µg.m <sup>-3</sup>	

<sup>22</sup> applies to specially protected areas, such as natural conservation areas, scenic spots, and historical sites

Panorama général sur les valeurs existantes pour l'O<sub>3</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global				
Valeur cible 120 µg.m <sup>-3</sup> max journalier sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne calculé sur 3 ans	Maximum allowable level	Colombia	80	µg.m <sup>-3</sup>	Seuil d'alerte 1/240 µg.m <sup>-3</sup> 2/300 µg.m <sup>-3</sup> 3/360 µg.m <sup>-3</sup> 1/et 2/ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives  3/ en moyenne horaire	Alert threshold	Andorra <b>Austria</b> <b>Belgium</b>  Bosnia and Herzegovina  <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b>   <b>Denmark</b>   <b>Estonia</b> <b>Finland</b> <b>Greece</b> Iceland   <b>Ireland</b> <b>Italy</b> <b>Latvia</b>   <b>Lithuania</b> <b>Luxembourg</b> Macedonia <b>Malta</b> Montenegro <b>Netherlands</b> Norway <b>Poland</b> <b>Portugal</b> <b>Romania</b> Serbia <b>Slovakia</b> <b>Slovenia</b> <b>Spain</b> Turkey <b>United Kingdom</b>	240	µg.m <sup>-3</sup>
	Limit value	Lebanon	100	µg.m <sup>-3</sup>					
	Maximum allowable concentrations	Mongolia							
	Standard for ecologically sensitive area	India							
	Standard for industrial, residential, rural and ot	India							
	Limit value	Bahamas	110	µg.m <sup>-3</sup>					
	Limit value for the protection of human health	Morocco							
	Ambient air quality tolerance limit for industrial	Rwanda	120	µg.m <sup>-3</sup>					
	Limit value	Senegal							
		El Salvador							
		Vietnam							
	Limit value for the protection of human health	South Africa							
		<b>Hungary</b>							
	Maximum limit value	Egypt							
	Target value for the protection of human health	Andorra <b>Austria</b> <b>Belgium</b> Bosnia and Herzegovina <b>Bulgaria</b> <b>Croatia</b> <b>Cyprus</b> <b>Czech Republic</b> <b>Denmark</b> <b>Estonia</b> <b>Finland</b> <b>Germany</b> <b>Greece</b> <b>Hungary</b> Iceland <b>Ireland</b> <b>Italy</b>  <b>Latvia</b>  <b>Lithuania</b> <b>Luxembourg</b> Macedonia  <b>Malta</b> Montenegro <b>Netherlands</b>  Norway <b>Poland</b> <b>Portugal</b> <b>Romania</b>  Serbia <b>Slovakia</b> <b>Slovenia</b> <b>Spain</b> <b>Sweden</b> Turkey <b>United Kingdom</b>							
Air quality national	Peru								
					Alert threshold	Algeria	360	µg.m <sup>-3</sup>	
					Level one environmental emergency	Chile	400	µg.m <sup>-3</sup>	
					Critical Values of Environmental Emergency	Panama	402	µg.m <sup>-3</sup>	
					Alert level	Colombia	700	µg.m <sup>-3</sup>	
					Alert threshold	Brazil	800	µg.m <sup>-3</sup>	
					Level two environmental emergency	Chile			
					Emergency level	Colombia	1000	µg.m <sup>-3</sup>	
					Emergency threshold	Brazil			
					Level three environmental emergency	Chile			
					Alert level	Argentina	0.15	ppm	
					Alarm level	Argentina	0.25	ppm	
					Emergency level	Argentina	0.4	ppm	

Panorama général sur les valeurs existantes pour l'O<sub>3</sub>

Réglementation française	Panorama global			Réglementation française	Panorama global
	standards				
	Ambient air quality standards	Malaysia United Arab Emirates			
	Primary and Secondary Standards	Albania			
	Primary Standard	Chile			
	Air quality standard	South Korea,	0.06 (120)	ppm	
	Ambient air quality standards	Bangladesh	157	µg.m <sup>-3</sup>	
	Primary Standards for Air Quality	Panama			
	Ambient air quality limits	Saudi Arabia			
	Allowable limit	Dominican Republic	160	µg.m <sup>-3</sup>	
	Maximum allowable level	Nicaragua			
	Air quality standard	Venezuela Israel			
	Second-class standard for 2016	China			
	Concentration limit	Guatemala	80 (160)	ppb	
	Ambient air quality standards	Benin	0.08 (160)	ppm	
	Health-based ambient air standards	Mexico			
	Ambient air quality tolerance limit for residentia	Rwanda	1.25 (250 0)	ppm	

Panorama général sur les valeurs existantes pour l'O<sub>3</sub>

Réglementation française	Panorama global				Réglementation française	Panorama global			
journalier	Maximum allowable concentrations	Russian Federation	30	µg.m <sup>-3</sup>	Valeur horaire	Ambient air quality standards	Mauritius	100	µg.m <sup>-3</sup>
		Armenia				Concentration limit	Guatemala	120	ppb
		Azerbaijan				A-class standard	China	120	µg.m <sup>-3</sup>
		Georgia				Maximum allowable level	Colombia		
		Moldova				Target value for the protection of human health	Liechtenstein		
		Ukraine					Switzerland		
	Primary Standard	Mozambique	50	µg.m <sup>-3</sup>		Air quality standard	Japan	0.06	ppm
Limit value	Bahamas	65	µg.m <sup>-3</sup>	Concentration in ambient air		Pakistan	130	µg.m <sup>-3</sup>	
Limit value for the protection of vegetation	Morocco			Limit value		Lebanon	150	µg.m <sup>-3</sup>	
Limit value	Vietnam	80	µg.m <sup>-3</sup>	A-class standard for 2016		China	160	µg.m <sup>-3</sup>	
Maximum allowable concentrations	Belarus	90	µg.m <sup>-3</sup>	Air quality standard		Marshall Islands			
Valeur sur 30 min	Air quality standard	Israel	230	µg.m <sup>-3</sup>			Palau		
Valeur annuelle	Ambient air quality standards	Indonesia	50	µg.m <sup>-3</sup>		Maximum allowable level	Costa Rica		
	Limit value	El Salvador	60	µg.m <sup>-3</sup>		Primary and Secondary Standards	Brazil		
	Secondary Standard	Albania	65	µg.m <sup>-3</sup>		Primary Standard	Mozambique		
	Primary Standard	Mozambique	70	µg.m <sup>-3</sup>		Second-class standard	China		
	Quality objective	Algeria	110	µg.m <sup>-3</sup>		Limit value	Vietnam	180	µg.m <sup>-3</sup>
	Limit value	Algeria	200	µg.m <sup>-3</sup>		Standard for ecologically sensitive area	India		
				Standard for industrial, residential, rural and ot		India			
				Air quality standard		Argentina	0.1	ppm	
						South Korea,			
				Maximum (ambient) concentration		Australia			
				Air quality standard		Venezuela	200	µg.m <sup>-3</sup>	
				Ambient air quality standards	Burkina				
					Cambodia				
					Malaysia				
				Ambient air quality tolerance limit for industrial	United Arab Emirates				
				Limit value	Rwanda				
				Maximum limit value	Bahamas				
					Egypt				
				Second-class standard for 2016	Sri Lanka				
				Third-class standard	China				
				Health-based ambient air standards	China				
				Primary and Secondary Standards	Mexico	0.11	ppm		
				Ambient air quality limits	Albania	230	µg.m <sup>-3</sup>		
				Ambient air quality standards	Saudi Arabia	235	µg.m <sup>-3</sup>		
					Bangladesh				
					Indonesia				
				Limit value	El Salvador				
				Maximum allowable level	Nicaragua				
				Maximum concentrations	Jamaica				
				Primary Standards for Air Quality	Panama				
				Concentration limit	Bolivia	236	µg.m <sup>-3</sup>		
				Ambient air quality tolerance limit for residential	Rwanda	0.12	ppm		
				Allowable limit	Dominican Republic	250	µg.m <sup>-3</sup>		

## Annexe 7 : Synthèse des valeurs proposées par l'OMS, l'US EPA et au Canada

### 7.1 : Particules

Tableau 32 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour les particules PM<sub>10</sub>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				OMS, EPA, Canada		
	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	Organisme	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	50	En moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois /an	USA	150	à ne pas dépasser plus d'une fois par an en moyenne sur 3 ans
					OMS	50	24 heures P99 des distributions des valeurs journalières (3 jours par an)

Tableau 33 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour les particules PM<sub>2,5</sub>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				OMS, EPA, Canada		
	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	Pays/Organisme	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Valeur limite	✓£	✓	25 en 2015	En moyenne annuelle civile	Canada	10 en 2015 8,8 en 2020	Moyenne arithmétique annuelle, en moyenne sur 3 ans
			20		USA	12	Moyenne arithmétique annuelle, en moyenne sur 3 ans
					OMS	20	P99 des distributions des valeurs journalières (3 jours par an)

**Tableau 34 : Valeurs journalières proposées par l’OMS, l’EPA et au Canada pour les particules PM<sub>2,5</sub>**

OMS, EPA, Canada		
Pays	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Canada	28 en 2015 27 en 2020	24 heures P98 en moyenne sur 3 ans (ce qui revient à 7 jours de dépassements autorisés en moyenne sur 3 ans)
USA	35	24 heures P98 en moyenne sur 3 ans (ce qui revient à 7 jours de dépassements autorisés en moyenne sur 3 ans)
OMS	25	24 heures P99 des distributions des valeurs journalières (3 jours par an)

## 7.2 Dioxyde d'azote

**Tableau 35 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l’OMS, l’EPA et au Canada pour le NO<sub>2</sub>**

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				OMS, EPA, Canada		
	EU	FR	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions	Pays	Valeur (µg.m <sup>-3</sup> )	Précisions
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	40 en 2010	En moyenne annuelle	USA	100	moyenne annuelle arithmétique (53 ppb)
					OMS	40	En moyenne annuelle
Seuil d'information		✓	300	En moyenne horaire	USA	188	percentile 98 du max horaire journalier, en moyenne sur 3 ans (ce qui revient à 7 jours de dépassements autorisés en moyenne sur 3 ans) (100 ppb)
Seuil d'alerte	✓	✓	400	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives	OMS	200	Moyenne sur 1 heure

## 7.3 Dioxyde de soufre

Tableau 36: Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour le SO<sub>2</sub>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				OMS, EPA, Canada		
	E U	F R	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Précisions	Pays/organ isme	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Précisions
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	✓	✓	125	En moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3j/an	USA	annulé	sauf dans certaines zones (avec dépassements récents, plans de réduction en vigueur, ...)
					OMS	20	24 heures
	✓	✓	350	En moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 fois /an	USA	196	P99 de la distribution annuelle des maximums horaires quotidiens en moyenne sur 3 ans (3 jours en moyenne sur 3 ans) (75 ppb)

## 7.4 Ozone

Tableau 37 : Comparaison des valeurs réglementaires en France avec les valeurs proposées par l'OMS, l'EPA et au Canada pour l'O<sub>3</sub>

Type de valeur	Réglementation européenne et/ou française				OMS, EPA, Canada		
	EU	FR	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Précisions	Pays	Valeur ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )	Précisions
Valeur cible	✓	✓	120 en 2010	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 j/an en moy calculée sur 3 ans	USA	140	4 <sup>ème</sup> plus haute moyenne J sur 8h par an, en moyenne sur 3 ans (70 ppb)
					OMS	100	8 heures (concentration maximale journalière)
					Canada	126 en 2015 124 en 2020	Moyenne triennale de la 4 <sup>ème</sup> valeur la plus élevée des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur 8h (63 ppb et 62 ppb)

## Notes

---









Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
14 rue Pierre et Marie Curie  
94701 Maisons-Alfort Cedex  
[www.anses.fr](http://www.anses.fr) / [@Anses\\_fr](https://twitter.com/Anses_fr)