



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET
DE L'ÉNERGIE

MINISTÈRE DES AFFAIRES
SOCIALES, DE LA SANTÉ
ET DES DROITS DES FEMMES

MINISTÈRE DE L'INTERIEUR

n° 010227-01

n° 2015-063

n° 15059-15050-01

La gestion des pics de pollution de l'air

Rapport
établi par

Salvator ERBA, Sylvie ESCANDE-VILBOIS, Francis FELLINGER,
Nicolas FORRAY (coordonnateur), Henri LEGRAND et Michel PINET

Juillet 2015



Résumé

La pollution de l'air est devenue en quelques années le sujet environnemental prioritaire pour les Français. Utiles, bien que d'effet limité, les mesures qu'il est possible de prendre en cas de pic intense ou persistant font débat en raison de leur impact sur le quotidien. Les pics de pollution de mars 2014 et 2015 ont montré que des progrès de gestion sont possibles.

Par lettre de mission du 28 avril 2015, les ministres de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, de l'intérieur, des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes ont demandé conjointement de formuler des recommandations sur :

- l'amélioration de l'anticipation et la répartition des rôles entre l'État et les collectivités territoriales en cas de pic de pollution ;
- l'efficacité des mesures d'urgence et leur adaptabilité dans le temps et dans l'espace ;
- la lisibilité des décisions pour les citoyens et leur appropriation par-delà les fluctuations secondaires de la situation ;
- les modalités de gestion des épisodes à l'échelle supra-régionale.

Le sujet de la qualité de l'air a d'abord été une conséquence du développement industriel, puis s'est progressivement autonomisé, jusqu'à identifier en 1996 le droit à un air qui ne porte pas atteinte à la santé. Le droit européen est venu progressivement mettre en place un cadre d'action. Il fixe des objectifs de résultats autour d'une série de paramètres dont les seuils sont un compromis entre impacts sanitaires et possibilité d'atteinte. Les principaux paramètres critiques aujourd'hui sont les particules fines PM10, les oxydes d'azote et l'ozone, ainsi que leurs précurseurs, même si ceux-ci ne sont pas directement visés.

Malgré les progrès réalisés depuis dix ans, les objectifs fixés ne sont pas atteints en France comme dans la plupart des pays européens, et font l'objet de contentieux sur les particules fines PM10 et le dioxyde d'azote (NO₂).

La mission s'est entretenue avec les principaux experts du domaine de la qualité de l'air et de la santé, des responsables administratifs, des élus, et un grand nombre d'acteurs économiques et sociaux concernés dans les domaines de la production agricole, du commerce, de l'artisanat de l'industrie, des transports et de la protection de l'environnement. La mission a étudié plus particulièrement la situation des régions Alsace, Ile-de-France, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Rhône-Alpes. Elle a également rencontré les AASQA du Nord-Pas-de-Calais et de Pays-de-la-Loire.

La mauvaise qualité de l'air a des impacts importants et largement démontrés, délétères sur la santé. La priorité, en termes sanitaires, est de réduire les concentrations moyennes annuelles, véritables responsables de la morbidité et de la mortalité cardiovasculaire, cancéreuse et respiratoire attribuable à la pollution. Des recommandations sanitaires sur les comportements des personnes sensibles ou non en période de pic de pollution sont diffusées. Les impacts sur le bâti, la végétation et les activités agricoles et forestières représentent également des coûts non négligeables.

La mission a cherché à évaluer la qualité et l'horizon de prévision des pics de pollution, pour envisager la faisabilité d'une gestion plus active et plus précoce. Elle estime que les progrès accomplis sont importants et que des améliorations sont en cours, qui permettent de fonder cette gestion. Elle note d'ailleurs que les événements de mars 2014 et 2015, mais aussi à d'autres périodes, sont bien documentés en ce qui concerne la nature des émetteurs, et dans une certaine mesure, leur localisation par rapport au territoire de gestion, aux régions limitrophes ou plus éloignées. La nécessité d'une action coordonnée à toutes les échelles, avec une forte dimension locale, n'en ressort que mieux.

Une analyse des recommandations et mesures identifiées dans l'arrêté du 26 mars 2014 conduit à proposer d'en faire un tri, et de mettre en œuvre les plus efficaces en intégrant leurs avantages et inconvénients, par catégorie d'usagers, et de manière graduée. Quelques émetteurs, les transports terrestres, l'agriculture et le transport aérien font l'objet d'un examen plus poussé. La mission a procédé à une analyse comparée de la circulation alternée et de l'utilisation du nouveau certificat « Crit'air ».

Il est proposé la création de mesures saisonnières, nationales ou régionales, selon l'émission traitée qui viendraient, en s'insérant entre les mesures de fond et les mesures temporaires activées en cas de pic de pollution, compléter utilement les leviers dont disposent les pouvoirs publics. Il s'agirait par exemple de réduire de manière significative les concentrations en particules fines secondaires des pics « de printemps ». Ainsi, l'interdiction d'emploi d'urée comme fertilisant azoté au mois de mars, France entière, sauf enfouissement immédiat, est proposée car susceptible de réduire jusqu'à 15 % les teneurs de particules fines lors des pics de ce mois. La limitation de vitesse sur route en période estivale en zone méditerranéenne pourrait rentrer dans ce cadre.

Sur la gestion des pics de pollution persistants, un aménagement du dispositif actuel doit permettre d'agir plus tôt, plus fort, avec plus de souplesse en cas de fluctuations d'intensité, et de façon plus concertée. Si les prévisions météorologiques rendent vraisemblable la poursuite du pic pour trois jours au moins, des mesures temporaires seront prises dès la prévision de franchissement du seuil d'information et adaptées tant que le pic n'est pas terminé par dispersion des polluants sous l'effet du vent ou de la pluie. Les fluctuations modérées en deçà du seuil d'information seront négligées. Enfin, la durée du phénomène et son intensité conduiront à moduler les mesures temporaires prises. Le dispositif proposé vise l'ensemble des polluants réglementaires et ne réserve plus la persistance aux particules fines. L'association des collectivités territoriales à l'expertise de la situation et de ses évolutions, doit leur permettre de prendre des mesures coordonnées sur les sujets relevant de leurs compétences.

La valorisation de la gestion de ces périodes, par des échanges au niveau régional, national et européen, devrait permettre de renforcer l'expérience collective, et d'améliorer l'adéquation mesure-contexte.

La pollution de l'air est un problème complexe et les mesures pour la réduire, qu'elles soient permanentes ou temporaires, appellent un vrai partage avec la population, par exemple au travers de conférences citoyennes.

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. La coordination de la communication, à froid, entre l'État, les AASQA et les collectivités est un point essentiel si l'on veut aboutir à une amélioration pérenne de la situation.

Les recommandations de ce rapport ne doivent pas retarder la mise en œuvre de l'arrêté du 26 mars 2014, notamment l'emploi des prévisions de qualité de l'air pour asseoir les mesures temporaires, la définition de la persistance de pics de PM10, l'approche interdépartementale voire zonale.

Les mesures temporaires sont d'une efficacité modeste, mais elles constituent un acte de solidarité avec les personnes les plus sensibles, et permettent de tester de nouvelles pratiques. Préparant des modifications des comportements quotidiens, elles doivent être présentées et perçues comme participant d'une écologie altruiste.

3. Quelles mesures mettre en œuvre en période de pic de pollution ?

3.1. Comment sélectionner les mesures à privilégier au sein d'une liste très longue ?

L'arrêté inter-ministériel du 26 mars 2014 établit une longue liste de mesures envisageables, de type recommandation ou interdiction, réparties en quatre grandes catégories thématiques. Un travail de tri et d'allègement semble nécessaire pour garder une lisibilité au dispositif, certaines mesures semblant très anecdotiques, d'autres rappelant des réglementations applicables en tout temps. Cette situation résulte sans doute du constat qu'aucune mesure ne permet à elle seule une forte réduction.

La mission a ainsi dégagé trois principes pour faciliter la priorisation :

- Apprécier chaque mesure au regard des gains qu'elle permet, et de ses impacts sanitaires, environnementaux et socio-économiques, qu'ils soient positifs ou négatifs. Dans cette analyse, examiner les conséquences si les restrictions durent plusieurs jours ;
- Privilégier les mesures à préavis court entre décision et mise en œuvre, même si la réduction obtenue est souvent limitée. Pour les mesures nécessitant un préavis de mise en œuvre trop important au regard du délai de prévision, envisager d'en faire des mesures saisonnières mises en œuvre de manière préventive durant les périodes propices au type de pollution visé ;
- Demander à chacun un effort raisonnable dès lors qu'il est émetteur de pollution. Si un bouquet de mesures est nécessaire pour obtenir un résultat significatif, veiller à ce que chaque acteur pris individuellement ne soit concerné que par un nombre limité de mesures, si possibles graduelles, en privilégiant celles dont le bilan d'impact positif / négatif est le meilleur.

La mission s'est donc attachée à faire une première évaluation de l'effet des mesures réglementaires sur la qualité de l'air, leurs avantages et leurs inconvénients, le besoin d'anticipation entre la prise de la mesure et sa mise en œuvre par les acteurs concernés, la rapidité d'obtention d'un impact positif. Ces effets peuvent varier d'un territoire à l'autre.

Elle tient à réaffirmer que les actions de fond, dans un phénomène où de nombreuses sources ponctuelles, très réparties, sont à l'origine de l'essentiel des teneurs observées, sont les seules à même d'obtenir des résultats durables.

Elle observe que les effets économiques réels ou supposés de certaines mesures conduisent à les écarter ou à prévoir des dérogations nombreuses, donc à faire perdre de la lisibilité au système. Dans ces cas, des mesures de fond, assorties le cas échéant de dispositifs d'aide à l'adaptation (véhicules, chauffage) permettent de réduire les émissions plus rapidement que par le simple jeu du renouvellement.

Enfin, la mission rappelle que la contribution relative des différentes sources à la pollution de l'air est mal connue du public, et conduit à des contestations sur des mesures pourtant significatives en termes d'impact.

3.2. Examen des propositions existantes

3.2.1. Le secteur agricole

L'activité agricole est émettrice primaire par les tracteurs utilisés. Ceux-ci, comme les poids lourds, sont soumis aux normes euro, et voient donc cette contribution⁴⁰ baisser avec le renouvellement du parc, en particulier par l'emploi des matériels les plus récents pour les travaux lourds du sol.

Des particules minérales sont également mises en suspension pour le labour, la préparation du lit de semences..., mais à une échelle locale. Les périodes sans précipitations sont privilégiées pour des raisons agronomiques. Aussi, la suspension ou le report de ces activités paraissent-ils disproportionnés, puisque pouvant conduire à de retards importants pour les cultures.

La suspension des dérogations à l'interdiction du brûlage ou de l'écobuage, émetteur important de particules fines, voire de HAP, semble en revanche pertinente dès le stade d'information.

Le report du nettoyage des silos reste d'effet très limité, et nuit à la lisibilité des autres actions agricoles.

L'interdiction ou les restrictions d'épandage de produits phytosanitaires ne paraissent pas, en l'état des connaissances, avoir d'effet sur les teneurs de particules fines, hormis au voisinage immédiat des lieux de traitement.

L'agriculture est également émettrice d'un précurseur important des particules secondaires, l'ammoniac, dont l'importance est essentielle lors des pics de printemps. Pour autant, la fertilisation azotée est un facteur clé de la production agricole. Une analyse est développée en annexe 6.

Le territoire d'émission de l'ammoniac est distant de celui des NOx. La provenance peut être assez éloignée, quelques centaines de km. Le périmètre du PPA, du département ou de la région est manifestement inadapté pour une mesure temporaire. Aussi proposons-nous une mesure nationale, en insistant sur le fait qu'une action encore plus large est nécessaire.

Au final, une mesure saisonnière est suggérée à l'échelle nationale **pour la seule période critique du mois de mars**, imposant l'enfouissement dans les quatre heures suivant l'épandage de la fertilisation organique, et soumettant l'utilisation de l'urée, qui représente 17 % des tonnages d'engrais minéraux azotés en France, à l'obligation d'enfouissement immédiat. L'emploi de la solution azotée reste possible, pour des raisons économiques. Les spécifications détaillées sont précisées en fin d'annexe 6. Le gain accessible pourrait être une réduction de l'ordre de 15 % des particules fines secondaires.

⁴⁰ Pour les Nox, la baisse est de 31 %, liée à l'évolution des moteurs, à l'optimisation électronique des moteurs, à la formation des exploitants à une conduite optimisée.

3.2.2. Le secteur résidentiel

L'interdiction générale de brûlage à l'air libre est encore plus cruciale en période de pic. Il est important de faire savoir que la combustion de 50 kg de déchets verts produit autant de particules que 3 mois de chauffage au fioul d'un logement, ou équivaut entre 90 et 700 trajets jusqu'à une déchetterie pour une voiture particulière récente (Air Rhône-Alpes). Il est toutefois difficile d'évaluer l'impact global de cette pratique et l'effet d'un renforcement des contrôles. C'est donc sur les aspects « information du public » et « rappel des possibilités d'élimination des déchets verts » qu'il convient de renforcer les messages.

L'impact des foyers ouverts et des appareils de chauffage antérieurs à 2002 sur les émissions de particules et de HAP cancérogènes est nettement sous évalué⁴¹ par leurs usagers. Une flambée d'agrément en foyer ouvert revient à faire rouler dix voitures diesel datant d'avant 2004 pendant la même durée.

Les dispositifs récents sont à la fois plus efficaces en termes de rendement de chaleur, valorisent mieux la ressource en évitant le recours au carbone fossile, et en termes de qualité de la combustion. Ils réduisent les émissions de particules fines et de HAP. La qualité de séchage du bois est aussi un facteur de bonne combustion.

Dans ces conditions, interdire les flambées d'agrément en période de pic, dès que le seuil d'information est atteint, a du sens, spécialement dans les vallées de montagne, mais aussi en centre-ville. La mission souligne toutefois la difficile perception d'un tel message pour la nuit de Noël ou du 1^{er} janvier.

Recommander de ne pas utiliser les inserts et appareils de chauffage antérieurs à 2002 en chauffage d'appoint en cas de persistance ou de dépassement des seuils d'alerte permettrait également de réduire les émissions de particules fines et de HAP. Il est toutefois difficile d'aller plus loin en termes d'action, à la fois pour des difficultés de contrôle, et parce que ces appoints peuvent contribuer de façon significative à la température des locaux. En revanche, ces points doivent être soulignés pour renforcer le signal d'invitation à se doter d'équipements performants, en action de fond, qui peuvent d'ailleurs, sous certaines conditions, bénéficier d'aides fiscales.

L'interdiction des braseros de terrasse en période de pics est aussi à expertiser.

Le report d'emploi des peintures glycérophtaliques ou polyuréthanes et des solvants (acétone, white spirit,..) en cas de franchissement du seuil d'information à l'ozone en période estivale doit être recommandé pour les particuliers, les émissions liées à leur emploi contribuant de manière très significative aux émissions totales de COV⁴². Le retrait progressif des peintures glycérophtaliques est positif de ce point de vue.

⁴¹ Avis de l'ADEME : bois énergie et qualité de l'air ; un foyer ouvert et un foyer fermé antérieur à 2002 émet respectivement 97 et 91kg de PM par an, un foyer fermé commercialisé après 2007 en émet 8 kg, un foyer fermé flamme verte 5 étoiles 3kg/an.

La mission a pu connaître les premiers résultats d'une enquête réalisée sur le chauffage au bois en Ile-de-France : 16 % de la population utilise peu ou prou le bois ! L'enquête confirme le nombre important de foyer ouvert dans Paris intramuros, utilisés pour l'agrément, et la place non négligeable du chauffage principal et d'appoint en grande couronne.

⁴² En Ile-de-France, les usages domestiques de peinture et de solvants représentent, en moyenne annuelle 12 % des émissions de COV non méthaniques !

3.2.3. Le secteur tertiaire

L'élaboration des plans de continuité d'activité pourrait également aborder la question des pics de pollution de l'air, et évaluer les possibilités de télé-travail dans ces situations de durée limitée.

3.2.4. Le secteur industriel

La mission a pu constater que les installations classées étaient particulièrement suivies par l'administration dans certaines régions en période de pics de pollution de l'air, avec des interventions efficaces, tracées, pour différer les opérations de maintenance polluantes, faire vérifier les dispositifs de traitement des rejets à l'atmosphère, pour adapter le dispositif productif de manière temporaire, voire réduire l'activité. Cependant, cette mobilisation temporaire apparaît encore inégalement préparée sur le territoire et sa nécessité mériterait d'être rappelée. Un travail de préparation de l'inspection des installations classées mériterait d'être relancé.

Les PPA sont une occasion d'identifier des anomalies, et d'agir sur les émissions de COV qui étaient moins ciblées par l'inspection des installations classées avant 2000.

Une recherche sur l'importance des émissions de fonctionnement de groupes électrogènes par des activités industrielles alimentées en électricité sur la base d'un contrat « effacement jours de pointe » mériterait d'être réalisée.

La promotion de label « qualité de l'air » pour les entreprises plus performantes que l'état des BREF⁴³ de branche (identification des meilleurs technologies disponibles) serait à envisager en action de fond, à l'instar d'une action comme la charte « CO₂, les transporteurs s'engagent », qui commence d'ailleurs à aborder les questions d'émission de polluants⁴⁴.

3.2.5. Les transports terrestres

Les restrictions à la circulation ont un effet appréciable, voire significatif pour les populations habitant à proximité des grandes infrastructures, qui sont le plus souvent longées de logements sociaux ou modestes. Leur impact sur les teneurs de fond est plus réduit, mais mesurable. Or ces populations ont un risque sanitaire significativement majoré (voir annexe 3)

Certaines recommandations, comme la conduite apaisée, relèvent manifestement des actions de fond. Celle-ci a une efficacité indéniable.

En matière de transport routier, le freinage et l'usure des pneus et des chaussées contribuent de manière proportionnellement croissante aux émissions, du fait des

⁴³ « BREF » (pour Best available technology REFERENCE document) document de référence européen pour les activités polluantes. Les BREF contiennent, pour un secteur donné :

- un état des lieux technico-économique du secteur ;
- un inventaire des techniques mises en œuvre dans le secteur lors de la rédaction du BREF ;
- un inventaire des consommations et émissions associées ;
- une présentation des techniques prétendant aux Meilleures Technologies Disponibles au regard des impacts sur l'environnement ;

⁴⁴ Les représentants des industriels rencontrés par la mission ont cependant marqué des réticences vis-à-vis d'un dispositif qui ne s'appliquerait pas à toutes les entreprises mettant en œuvre les « meilleures technologies disponibles ».

meilleures performances des moteurs. Des pistes semblent exister du côté de la récupération des particules émises lors du freinage.

Les contournements de grand transit poids lourd, quand ils sont possibles, peuvent avoir une efficacité réelle, et être mis assez tôt en place. Mais il convient de se rappeler que le parc des camions de transport international est plus récent que celui du transport local.

Les limitations de vitesse ont des effets bénéfiques non seulement sur la qualité de l'air, mais aussi sur le bruit, la fluidité du trafic et l'accidentalité. Les expériences menées sur les autoroutes non concédées de l'agglomération marseillaise en période estivale ont eu des effets assez nets pour être rendues permanentes. La solution de **mesures saisonnières** de réduction de la vitesse maximale autorisée en zone méditerranéenne est aussi à envisager pour limiter les émissions de précurseurs d'ozone. D'une manière générale, une révision des vitesses maximales des axes les plus chargés mérite donc un examen. Au final, cette mesure peut être utilisée comme mesure temporaire, saisonnière⁴⁵ ou permanente. Le déploiement d'une telle mesure serait facilité par le contrôle automatique des vitesses.

La réduction du trafic peut prendre plusieurs modalités. Le contrôle du respect des restrictions nécessite une mobilisation importante des forces de police.

La mission a recueilli des avis très contrastés, mais peu documentés sur les effets socio-économiques d'une telle mesure. Même l'expérience de la circulation alternée n'a guère été examinée de ce point de vue⁴⁶. En fait il est vite apparu qu'une des difficultés portait sur l'ampleur des dérogations. Elle a affiné son approche, détaillée en annexe 7.

La mission n'a pas été en mesure, dans le délai imparti, de corrélérer l'appartenance d'un véhicule fortement émissif et le niveau de revenu du ménage propriétaire. Elle ne peut donc évaluer le caractère d'exclusion sociale parfois imputé au dispositif de certificat. Elle attire l'attention sur le rôle essentiel des dérogations, et sur les effets moins excluants de l'alternat.

Plusieurs scénarios ont été envisagés : circulation alternée ou restriction de circulation assise sur le certificat réglementaire d'identification pour l'air « Crit'Air » sur un périmètre donné, indépendamment des ZCR éventuellement existantes, modulation du niveau de certificat dans les futures zones de circulation restreinte (ZCR) en mesure temporaire, élargissement temporaire du périmètre de celle-ci pendant le pic, etc... Préalablement, l'utilisation en période de pic de pollution du certificat nécessite que soient précisées certaines modalités juridiques et opérationnelles listées en annexe 7.

Elle remarque que dans les agglomérations à ZCR, l'emploi de la circulation alternée serait peu compréhensible pour les usagers.

La mission suggère de laisser à l'autorité préfectorale le soin de déterminer, en fonction des circonstances locales (caractéristiques du parc routier local, solutions existantes de transport alternatifs, ampleur de la diffusion du certificat « Crit'Air », déploiement de ZCR...), la mesure ou la combinaison de mesures de restriction de la circulation la plus pertinente en cas de pic de pollution.

⁴⁵ Une disposition du projet de loi Transition énergétique prévoit que les mesures d'abaissement de vitesse font partie des mesures de restriction (modification de l'article L. 223-1 du code de l'environnement).

⁴⁶Le CEREMA doit publier une synthèse sur ce point dans les prochaines semaines.

À partir des retours d'expérience, tant à Paris qu'à Strasbourg, sur l'usage d'une tarification spéciale pour les transports collectifs, voire d'une gratuité en période de pic de pollution, l'effet en termes de modification des comportements de transport semble relativement marginal. En outre, le coût de la compensation aux opérateurs de transport⁴⁷ est un frein à l'utilisation des mesures de restriction de circulation. La prise en charge de ce coût par les autorités organisatrices de transport fait l'objet de revendications.

Enfin, la gratuité actuellement automatique en cas de restriction de circulation ne favorise pas la compréhension des coûts du transport collectif par l'usager et défavorise relativement les abonnés. Sans méconnaître l'intérêt de la portée psychologique d'une telle mesure au regard de la contrainte de restriction de circulation, la mission recommande plutôt une tarification spécifique ne créant pas d'effet d'aubaine. Une modification législative figurant dans le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte permettrait une telle évolution.

3.2.6. Le transport aérien

La part des émissions de polluants par le transport aérien dans les émissions totales reste modeste (7% pour les oxydes d'azote et 2% pour les PM10 en Île-de-France). Elles sont cependant en augmentation vu le fort développement du trafic qui n'est pas compensé par la baisse des émissions unitaires⁴⁸.

En cas d'épisode de pollution dépassant les seuils d'alerte, l'arrêté interministériel du 26 mars 2014 a prévu les trois mesures suivantes pour l'aviation civile :

- limiter l'utilisation des moteurs auxiliaires de puissance des avions (APU) au strict nécessaire ;
- utiliser les systèmes fixes ou mobiles d'approvisionnement électrique et de climatisation ou de chauffage des aéroports pour les aéronefs, dans la mesure des installations disponibles ;
- réduire les émissions des aéronefs durant la phase de roulage par une attention particulière aux actions limitant le temps de roulage.

La mission estime que ces mesures sont en fait des mesures de fond à mettre en œuvre de manière pérenne et qui, de surcroît, font double emploi avec un arrêté du 27 juillet 2012 qui rend obligatoire le recours aux moyens de substitution des APU quand le point de stationnement en est équipé en Ile-de-France.

En revanche, lors des pics de pollution prolongés, la DGAC applique un plan national d'action qui comporte deux mesures d'interdiction, un renforcement des contrôles, une mise en vigueur des engagements volontaires des opérateurs aéroportuaires et d'autres mesures qui ont plutôt le caractère de recommandations ou de bonnes pratiques. L'analyse de ces mesures est détaillée en annexe 8 du rapport.

⁴⁷Son impact sur la fréquentation des moyens collectifs n'a pu être mesurée qu'à Lyon, et s'avère de l'ordre de 1 % de trafic supplémentaire. Le Sytral a chiffré cet effort à 1M€ par jour. Pour le STIF, il s'élève contractuellement à 4 M€/jour. A Strasbourg où une tarification spéciale existe, son coût est évalué à 20.000 €/jour.

⁴⁸ Par émissions unitaires, on entend les émissions rapportées au nombre de mouvements d'avions ou au nombre de passagers.

Au final, la mission estime que les efforts effectifs de réduction lors des pics de pollution sont plutôt modestes, car les émissions de pollution sont très majoritairement dues au décollage et au vol et qu'il n'est pas réaliste, sauf circonstance exceptionnelle, de prendre des mesures de restriction des mouvements d'avions. En revanche, cela plaide pour accélérer les efforts sur les mesures de fond telles que les systèmes de roulage électriques.

La mission recommande donc:

- de remplacer les trois mesures de fond prévues par l'arrêté du 26 mars 2014 par les deux mesures d'interdiction (essais moteurs et tours de piste d'entraînement) ;
- d'actualiser l'arrêté du 27 juillet 2012 en l'étendant aux principales plate-formes aéroportuaires françaises ;
- d'aligner la notion de persistance prévues dans le plan d'action de la DGAC sur les conditions prévues à l'article 1 de l'arrêté du 26 mars 2014.

3.3. Recommandations sur les mesures temporaires

Au final, les mesures pour améliorer la qualité de l'air peuvent être réparties en plusieurs catégories :

- des mesures de fond ; une part significative renvoie à des comportements des usagers, souvent à bénéfices multiples (moins de dépenses, moins d'émission de CO₂, moins de bruit, moins d'accidents...), mais difficiles à infléchir, tel le respect des recommandations de température des pièces ; la normalisation permet d'améliorer les performances des produits mis sur le marché ; les incitations au renouvellement d'équipement permettent d'accélérer les évolutions spontanées (ex fond air-bois dans la vallée de l'Arve) ;
- des mesures saisonnières, dont la palette mérite d'être enrichie ; leur vecteur juridique est à préciser, les BCAE par exemple pour l'agriculture ;
- des mesures temporaires, dont l'emploi doit être adapté au type de pollution, au contexte géographique et socio-politique.

Afin de contribuer à éclairer les décideurs, la mission recommande la tenue d'un tableau de bord des mesures, spécifique à chaque zone, dont elle propose un exemple ci-après

Gain en fond Gain en station trafic	NOx	PM10	COV	avantages	Inconvénients	Anticipation nécessaire*	Rapidité d'effet
Détournement grand transit PL	ε à 2 % trafic 0- 5 %	ε à 1 %	-	Signal médiatique signalétique possible PMV contrôle simple	N'est pas généralisable Nécessite une présence des forces de sécurité intérieure amende 35€	24 à 36 h	oui

Vitesse réduite de 20 km/h sur les grands axes (130, 110 et 90 km/h)	De <1 à 2 % trafic 5 %	<0,5 à 2%	oui	réduit les bouchons réduit les accidents modulable selon ville/rural, selon les saisons, ou pendant les pics	Contrôle exclusif par radars mobiles présence forces de sécurité intérieure	17 h	oui
Circulation alternée plaques paires / impaires	7 % trafic : 10-30 %	2 à 3 % trafic : 6 à 12 %		Simplicité : baisse 18 % du trafic en 2014 IdF réduction des bouchons les sites de covoiturage apportent une réponse à la restriction de mobilité	Compréhension par le public moyenne contrôle forces de sécurité intérieure nécessaire faible sélectivité sur les véhicules les plus contributeurs Nombreuses dérogations nécessaires	17 h	oui
Certificat de couleur modulé selon la classe euro et l'ampleur des pics	Pas d'expérience en vraie grandeur, mais résultats potentiellement supérieurs à ceux de la circulation alternée, sous réserve du niveau de certificat retenu			Meilleure compréhension du public Réduction des bouchons les sites de covoiturage apportent une réponse à la restriction de mobilité restriction ajustable en périmètre géographique et performance des véhicules	Risque de dérogations importantes, voisines de celles de la circulation alternée Dérogations à expertiser contrôle par forces de sécurité intérieure nécessaire à privilégier sur agglomération à ZCR	17 h	oui
Baisse des émissions ICPE	%	%		progrès par actions de fond Déjà pratiqué renforcement nécessaire dans certaines régions	Limité au différé de maintenance, de redémarrage, à des réductions volontaires de production	17 h	oui
Recommandation de report d'usage des peintures et solvants par les particuliers	-	-	3 à 10 %	Mesure de report impact peu connu des particuliers	Non contrôlable	17 h	1 jour
Interdiction des flambées d'agrément au bois	1 %	1 à 3 %	1 %	Concerne aussi les centres anciens. Peut être différé	Non contrôlable tradition aux impacts trop méconnus Impact plus élevé en petites et moyennes aggl., vallées	24 h	oui
Réduction du chauffage d'appoint au bois	< 0,5 %	3 à 6 %	2 à 4 %	Existence de solutions principales de chauffage	Non contrôlable, Hypothèse de résultat basée sur une adhésion de 50 %	24 h	
Combustion des déchets verts des particuliers		0-1 % Méconnu mais réel	0-1 % Méconnu mais réel	Existence d'une réglementation, police mal connue 450€ d'amende	Proximité des déchetteries variable	permanent	oui
Combustion des déchets verts, de l'écobuage en agriculture		Non chiffré	Non chiffré			18 h	oui
Réduire les émissions de NH ₃ agricoles au mois de mars	0	jusqu'à -15 %	0	La réduction ne nécessite pas de réduction de la fertilisation, ni de report de pratique	La cinétique de formation implique une mesure de fond saisonnalisée, à une échelle nationale	10 jours si décision locale sur pic	3 jours si décision locale sur pic

* délai entre l'alerte lancée par l'AASQA et l'applicabilité de la mesure, souvent le lendemain 5 h

Effets sanitaires de la pollution de l'air : bilan de 15 ans de surveillance en France et en Europe

Laurence Pascal¹ (laurence.pascal@ars.sante.fr), Sylvia Medina², Mathilde Pascal², Magali Corso², Aymeric Ung², Christophe Declercq²

1/ Cire Sud, Institut de veille sanitaire, Marseille, France
2/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

En 1997, l'Institut de veille sanitaire a mis en place le Programme de surveillance air et santé (Psas) et a coordonné ou contribué à plusieurs projets européens qui se sont développés depuis cette période. Cet article fait un bilan des connaissances apportées par ces différents projets et études depuis 15 ans et envisage des pistes d'amélioration pour la mise en œuvre des mesures de protection de la santé publique.

Depuis les années 1990, différentes études épidémiologiques ont mis en évidence la persistance d'effets sanitaires de la pollution de l'air aux niveaux rencontrés actuellement. Les évaluations d'impacts sanitaires de la pollution atmosphérique ont donné une estimation objective quantifiée des impacts sanitaires et des bénéfices qui pourraient résulter de l'amélioration de la qualité de l'air sur la santé d'une population. Toutes ces études ont illustré le poids du fardeau sanitaire et économique représenté par les effets néfastes de la pollution de l'air. Elles ont également contribué au changement de perceptions concernant l'impact sanitaire de la pollution de l'air : une amélioration de la santé des populations ne peut être obtenue qu'à condition de parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air.

Mots-clés / Keywords

Pollution de l'air, effet sanitaire, surveillance / Air pollution, health effects, surveillance

Contexte

La prise de conscience d'un effet néfaste de la pollution de l'air sur la santé, suite à des épisodes exceptionnels de pollution atmosphérique comme celui de Londres pendant l'hiver 1952, a incité les États à mettre en place des mesures de contrôle des émissions industrielles et domestiques, conduisant à une diminution de la pollution dans les villes européennes. On a pu alors penser, dans les années 1980, que la pollution de l'air n'était plus un danger pour la santé dans les pays industrialisés. Cependant, le développement de nouvelles méthodes épidémiologiques et la mobilisation de spécialistes de la santé publique ont permis de montrer que, même à des niveaux faibles, la pollution de l'air représentait toujours un problème de santé publique majeur, en lien notamment avec l'accroissement des niveaux des polluants liés au trafic routier. Ainsi, l'épisode de pollution de l'hiver 1989 en région parisienne a conduit l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France à mettre en place le programme Erpurs (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé). Celui-ci a montré l'existence d'effets sanitaires aux niveaux de pollution atmosphérique observés dans l'agglomération parisienne et l'intérêt d'améliorer la qualité de l'air [1].

Le contexte politique et social dans lequel la surveillance des effets sanitaires de la pollution atmos-

phérique a été mise en place en France est retracé par Boutaric [2] et Quénel [3]. L'introduction de la dimension sanitaire dans la réflexion sur la pollution de l'air dans notre pays a soulevé de nombreux débats au sein de la communauté scientifique sur les risques faibles et les particularités de l'épidémiologie environnementale. Il a fallu plusieurs années pour que ces études soient reconnues et trouvent leur place dans le paysage de la santé publique. C'est ainsi que la « Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie¹ » (Laure) du 30 décembre 1996 a admis explicitement l'existence d'effets sanitaires de la pollution atmosphérique. Cette disposition réglementaire a marqué un changement dans la surveillance de la qualité de l'air en replaçant la santé des populations au cœur des préoccupations et des actions des différentes parties prenantes. Depuis, plusieurs études et programmes se sont développés pour contribuer à mieux comprendre et mieux communiquer sur les impacts sanitaires de la pollution de l'air en France et en Europe.

Dans cet article, nous faisons le bilan de 15 ans de surveillance des impacts sanitaires de la pollution de l'air à l'Institut de veille sanitaire (InVS), dans le cadre du Programme de surveillance air et santé (Psas) [4], et au travers de plusieurs projets euro-

Health effects of air pollution: assessment of 15 years of surveillance in France and Europe

In 1997, the French Institute for Public Health Surveillance (InVS) set up the Air and Health Surveillance Program and coordinated or contributed to several European projects which were developed since then. The present article summarizes the main outcomes achieved by these projects over the last 15 years and explores future challenges to implement public health prevention measures.

Since the 1990s, several epidemiological studies have outlined the health effects of air pollution observed even at current levels. Health impact assessment methods contributed to quantify the impact of air pollution on mortality and morbidity, and the benefits resulting from the improvement of air quality for the population. All these studies illustrated the health and economic burden of the negative effects of air pollution. They also contributed to a change in perceptions regarding the impacts of air pollution. Improving population's health can only be achieved through a sustainable improvement in air quality.

peens que l'InVS a coordonné ou auxquels il a participé. L'objet de ce bilan n'est pas d'analyser les évolutions des perceptions sociales ou politiques vis-à-vis de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique, mais de faire le point sur l'état des connaissances actuelles et d'envisager certains des enjeux futurs qui permettraient d'améliorer la mise en œuvre des mesures de protection de la santé publique.

Les programmes européens et français de surveillance des effets sanitaires de la pollution atmosphérique

En préambule, nous présentons les programmes auxquels il sera fait référence dans ce bilan, en montrant de quelle manière ils se sont articulés au cours du temps pour aborder de façon complémentaire les questions relatives à l'estimation (à court et long termes), l'évaluation d'impact et la communication des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique urbaine.

L'étude européenne multicentrique Aphea (*Air Pollution and Health: a European Approach*) [5], initiée en 1992, est à l'origine du développement en Europe des méthodes d'analyse statistique ayant permis de mettre en évidence la persistance d'un impact sanitaire de la pollution atmosphérique

¹ <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005622536&dateTexte=20091103>

urbaine à court terme, aux niveaux ambiants mesurés. En France, le programme Erpurs a joué un rôle pionnier et, en participant au projet Aphea dès 1993, a pu bénéficier de l'expertise de l'étude européenne [1]. Puis, l'InVS a initié en 1997 le Psas, qui a aussi largement participé aux différents projets européens [4], avec pour mission de surveiller les effets sanitaires de la pollution de l'air en France. Les interconnexions entre les programmes français Psas et Erpurs et les projets européens ont été multiples pendant cette période, chacun bénéficiant des avancées méthodologiques et des outils créés par les autres.

Sur les effets à long terme, les études de cohortes américaines ont constitué la référence, notamment la *Harvard Six Cities study* [6] et l'*American Cancer Society study* [7]. Une étude trinationale (France, Suisse, Autriche) a d'ailleurs utilisé des relations exposition-risques issues de ces études américaines [8]. Cependant, dans les années 2000, quelques études de cohortes ont été menées en Europe [9]. Elles sont, depuis 2008, intégrées au projet européen ESCAPE (*European Study of Cohorts for Air Pollution Effects*), qui a pour objectif d'estimer les effets à long terme sur la santé humaine d'une exposition chronique à la pollution atmosphérique en Europe, à partir des données disponibles d'une trentaine de cohortes européennes. En France, les premiers résultats publiés ont été ceux de la cohorte PAARC (Pollution atmosphérique affections respiratoires chroniques) [10].

Ces différents programmes ont utilisé des méthodes novatrices et produit des résultats en termes de risque relatifs faibles qui, s'ils étaient importants sur le plan scientifique, étaient peu parlants pour les non spécialistes. Pour mesurer l'impact en termes de santé publique et faciliter la communication de ces résultats, les épidémiologistes ont eu recours aux évaluations de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EIS-PA), qui permettent de traduire les résultats en nombre de cas attribuables à la pollution urbaine. En France, dès 1999, le Psas a coordonné la mise en œuvre de cette démarche en publiant un guide méthodologique pour la réalisation d'EIS-PA à un niveau local [11]. À la même période, le projet Apheis (*Air Pollution and Health: A European Information System*) a conduit cette démarche dans 26 villes européennes [12] et établi un programme épidémiologique de surveillance pluriannuel des impacts sanitaires de la pollution urbaine de 1999 à 2006. Les résultats obtenus ont été actualisés et complétés à partir de 2008 par le projet Aphekom (*Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe*), mené dans 25 villes de 12 pays européens [13]. Ce projet a, par exemple, apporté un nouvel éclairage en termes de coût des effets sanitaires, mais son objectif central était de promouvoir une stratégie de communication adaptée à chacune des parties prenantes.

Ainsi, ce sont l'articulation au cours du temps et la complémentarité de ces programmes qui en font toute la richesse et ont, sans doute, finalement eu un réel impact sur les politiques publiques en termes de prévention et de contrôle.

Bilan de la surveillance des effets sanitaires à court terme de la pollution de l'air

Les différents programmes européens et français ont conduit des études épidémiologiques visant à établir si un excès de risque relatif (ERR) de mortalité ou de morbidité pouvait être associé à différents indicateurs de pollution. En parallèle, la recherche aux niveaux toxicologique et expérimental a permis d'établir les mécanismes physiologiques par lesquels pouvaient agir les polluants atmosphériques, notamment les particules fines en suspension sur la santé animale et humaine [14].

Les principales études européennes : Aphea et Aphen

Au début des années 1990, Aphea a fourni une contribution majeure à l'amélioration des connaissances sur les relations à court terme entre différents indicateurs de pollution de l'air et la mortalité ou la morbidité hospitalière. Ainsi, les travaux ont montré une association à court terme entre la mortalité et les concentrations de particules PM₁₀ (particules de diamètre inférieur à 10 µm) [15], d'ozone [16] et de dioxyde d'azote (NO₂) [17]. Les excès de risque de mortalité totale et cardiovasculaire associés aux particules sont respectivement de 0,5% et 0,7%. Ils sont du même ordre de grandeur pour l'ozone en période estivale, et un peu plus élevés pour la mortalité respiratoire (1,1%). Le projet Aphen (*Air Pollution and Health: a Combined European and North American Approach*), qui a été mené ensuite, avait pour objectif de comparer les résultats obtenus, selon un protocole commun d'analyse, sur 124 villes aux États-Unis, au Canada et en Europe, et d'évaluer les facteurs d'hétérogénéité concernant les effets de la pollution de l'air entre les différents continents. Les augmentations estimées de la mortalité associée aux PM₁₀ étaient similaires en Europe et aux États-Unis, mais étaient deux fois plus élevées au Canada [18]. L'effet modificateur des autres polluants a mis en évidence qu'un niveau élevé de NO₂ majorait l'effet des PM₁₀ en Europe mais pas aux États-Unis, et inversement pour l'ozone. L'effet modificateur du climat est observé en Europe mais pas aux États-Unis.

Le programme de surveillance air et santé en France métropolitaine

Le Psas, qui s'appuyait initialement sur 9 agglomérations, inclut maintenant 16 villes pour assurer une meilleure représentativité du programme en France. Au travers de ces différentes études, le Psas a montré l'existence, à l'échelle nationale, d'une association à court terme entre différents indicateurs de pollution, la mortalité et les hospitalisations, en utilisant une méthodologie validée au plan européen [19;20].

Sur la période 2000-2004, les excès de risque relatif (ERR) associés à une augmentation de 10 µg/m³ des différents indicateurs de pollution, PM₁₀ et PM_{2,5} (particules de diamètre inférieur à 2,5 µm), NO₂ et ozone, étaient respectivement de 1,4%, 1,5%, 1,3% et 0,9% pour la mortalité toutes causes non accidentelles dans la population générale. L'augmentation du risque de décès associée à une augmentation des particules et du NO₂ était plus élevée pour les causes cardiovasculaires et chez les personnes âgées de 65 ans et plus (tableau 1). La dernière étude sur la période 2000-2006 retrouve des résultats similaires pour l'ozone en période estivale. Pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}, les ERR sont similaires pour la mortalité toutes causes (respectivement 0,8 et 1,7%) mais deux fois moins élevés en ce qui concerne la mortalité cardiovasculaire (tableau 2).

Sur la période 1998-2003, le système de surveillance a permis de montrer que l'augmentation du risque d'hospitalisation pour cause cardiovasculaire sur l'ensemble de la population était de 0,7% pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux de PM₁₀ ou des PM_{2,5}, et de 0,5% pour le NO₂ (tableau 3). Ces ERR étaient plus élevés pour les admissions pour causes cardiaques et pour les cardiopathies ischémiques. Le risque d'admission hospitalière pour causes respiratoires (tableau 4) augmentait de manière significative avec le niveau d'ozone (ERR=1,1%) chez les personnes âgées de 65 ans et plus. Le risque d'hospitalisation pour infections respiratoires était lié aux particules fines, et encore plus à la fraction grossière de ces particules. Contrairement

Tableau 1. Excès de risque combinés (%) et intervalle de confiance à 95% pour la mortalité toutes causes cardiovasculaire et cardiaque par âges, associés à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution par âge, Psas, période 2000-2004 / Table 1. Percent increase (% [95% CI]) in all causes, cardiovascular and cardiac mortality by age group associated with a 10 µg/m³ increase in PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{2,5-10}, NO₂ and ozone, PSAS, 2000-2004

	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM _{2,5-10}	NO ₂	O ₃ été
Mortalité toutes causes					
Tous âges	1,4 [0,7;2,0]	1,5 [0,8;2,2]	2,2 [0,9;3,4]	1,3 [0,6;1,9]	0,9 [0,4;1,5]
≥ 65 ans	1,4 [0,6;2,2]	1,5 [0,7;2,4]	1,8 [0,3;3,3]	1,3 [0,5;2,1]	1,0 [0,4;1,6]
Mortalité cardiovasculaire					
Tous âges	2,4 [0,9;3,9]	2,8 [0,9;4,7]	4,1 [1,3;7,0]	2,0 [0,7;3,3]	1,1 [0,2;2,0]
≥ 65 ans	2,9 [1,3;4,5]	3,4 [1,4;5,4]	5,1 [1,7;8,6]	2,2 [0,9;3,6]	1,4 [0,5;2,2]
Mortalité cardiaque					
Tous âges	2,0 [0,7;3,4]	2,0 [0,4;3,7]	4,0 [1,1;6,9]	1,6 [0,5;2,7]	1,3 [0,4;2,1]
≥ 65 ans	2,5 [1,0;3,9]	2,9 [1,0;4,8]	4,9 [1,7;8,2]	2,7 [0,4;5,4]	1,3 [0,6;2,1]

Été = avril-septembre.
Source : Programme de surveillance air et santé. Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité dans neuf villes françaises, Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2008, 41 p.

à la mortalité, l'analyse du lien pollution de l'air et hospitalisations n'a pas été renouvelée, pour l'instant, en raison de la difficulté à obtenir des données journalières en routine.

Enfin, suite à la vague de chaleur de l'été 2003, le Psas s'est aussi intéressé aux relations entre polluants et températures et leur impact conjoint sur la mortalité (voir M. Pascal et coll., p. 12 de ce numéro).

Bilan de la surveillance des effets sanitaires à long terme de la pollution de l'air

Les études de cohorte ont permis de montrer des effets sanitaires plus importants à la suite d'expositions à long terme à la pollution atmosphérique. Trois études américaines menées dans les années 1990 ont mis en évidence des liens entre l'exposition

chronique aux particules ou au dioxyde de soufre, et la mortalité toutes causes, cardio-pulmonaire et par cancer du poumon [6;7;21].

Toutefois, compte tenu des différences de caractéristiques des populations, des expositions et du mélange de polluants entre les deux continents, il a semblé important de conduire des études en Europe sur des expositions récentes et actuelles. En Norvège, chez les hommes, l'exposition chronique au NO₂ augmente le risque de décès respiratoire et par cancer du poumon notamment [9]. Aux Pays-Bas, l'exposition chronique à la pollution liée au trafic augmente la mortalité cardio-pulmonaire [9]. Mais les résultats les plus attendus sont ceux du projet ESCAPE, qui a développé une méthode standardisée basée sur des modèles *Land use regression* pour estimer l'exposition chronique aux particules et au NO₂ des sujets inclus dans les cohortes européennes utilisées. L'étude calcule ensuite des ERR pour différents indicateurs de morbidité (pathologies prénatales, asthme de l'enfant, maladies respiratoires et cardiovasculaires), de mortalité et d'incidence de cancer pour chaque cohorte. La méta-analyse de ces résultats permettra de calculer des ERR pour la population européenne, utilisables dans les futures EIS-PA à long terme. En France, après l'étude PAARC, qui a montré des résultats similaires aux études américaines, le Psas mène actuellement des travaux fondés sur l'utilisation de la cohorte Gazel, en modélisant de façon rétrospective l'exposition des personnes incluses dans cette cohorte, en partenariat avec la Fédération Atmo France². Les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) participant au projet ont en charge la reconstitution des données historiques de qualité de l'air depuis 1989 par des méthodes de modélisation. Enfin, une équipe pluridisciplinaire française a constitué, en 2006, la première cohorte d'enfants Elfe (étude longitudinale française depuis l'enfance³), qui comporte un volet sur les effets de l'exposition à la pollution de l'air dans l'enfance, et dont les résultats seront connus à plus long terme, les premiers sujets ayant été inclus en 2011.

Bilan des évaluations d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'évaluation d'impact sanitaire (EIS) est « une combinaison de procédures, méthodes et outils utilisés pour évaluer les effets potentiels sur la santé d'une politique, d'un programme ou d'un projet. Utilisant des techniques qualitatives, quantitatives et participatives, l'EIS vise à produire des recommandations pour aider les décideurs et autres parties prenantes à faire des choix sur des solutions et améliorations pour prévenir les maladies et promouvoir activement la protection de la santé ». Nous faisons référence ici à une des composantes de l'EIS, l'estimation quantitative de l'impact sur la santé de la pollution atmosphérique.

Tableau 2. Exces de risque combinés (%) et intervalle de confiance à 95% pour la mortalité toutes causes et la mortalité spécifique associées à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution, Psas, période 2000-2006 / Table 2. Percent increase (%; 95% CI) in all causes, cardiovascular and cardiac mortality associated with a 10 µg/m³ increase in PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, NO₂ and ozone, PSAS, 2000-2006

	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM _{10-2.5}	O ₃	O ₃ été
Mortalité totale non-accidentelle	0,8 [0,2;1,5]	1,7 [0,4;3,0]	0,7 [-0,1;1,6]	0,6 [0,4;0,8]	0,8 [0,5;1,2]
Mortalité cardiovasculaire	0,9 [0,2;1,7]	0,7 [-0,2;1,6]	3,2 [1,3;5,1]	0,7 [0,4;1,0]	1,3 [0,6;1,9]
Mortalité cardiaque	0,9 [0,0;1,8]	0,6 [-0,5;1,7]	3,9 [1,7;6,2]	0,8 [0,5;1,1]	1,1 [0,3;1,9]

* Été = juin-août
Source : [20]

Tableau 3. Exces de risque combinés (%) et intervalle de confiance à 95% pour les hospitalisations pour causes cardiovasculaires, cardiaques, cardiopathies ischémiques par âges, associées à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution, Psas, période 1998-2003 / Table 3. Percent increase (%; 95% CI) in hospitalizations for cardiovascular, cardiac and ischemic diseases by age group associated with a 10 µg/m³ increase in PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, NO₂ and ozone, PSAS, 1998-2003

	Pathologie cardiovasculaires	Pathologies cardiaques	Cardiopathies ischémiques
PM₁₀			
Tous âges	0,7 [0,1;1,2]	0,8 [0,2;1,4]	1,9 [0,8;3,0]
65 ans et plus	1,1 [0,5;1,7]	1,5 [0,7;2,2]	2,9 [1,5;4,3]
PM_{2.5}			
Tous âges	0,7 [-0,1;1,5]	1,4 [0,4;2,4]	2,3 [-0,1;4,7]
65 ans et plus	1,8 [0,8;2,8]	2,3 [1,0;3,7]	4,4 [2,2;6,7]
PM_{10-2.5}			
Tous âges	0,5 [-1,2;2,3]	0,1 [-1,9;2,1]	2,8 [-0,8;6,6]
65 ans et plus	1,0 [-1,0;3,0]	1,6 [-0,8;4,1]	6,4 [1,6;11,4]
NO₂			
Tous âges	0,5 [0,1;1,0]	1,0 [0,5;1,5]	1,7 [0,9;2,6]
65 ans et plus	1,2 [0,7;1,7]	1,6 [1,0;2,2]	2,4 [1,4;3,5]
O₃ été*			
Tous âges	0,0 [-0,3;0,4]	0,2 [-0,3;0,7]	0,4 [-0,3;1,1]
65 ans et plus	0,2 [-0,3;0,8]	0,4 [-0,4;1,2]	0,9 [-0,1;1,8]

* Été = avril-septembre
Source : Programme de surveillance air et santé (Psas). Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises, Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2006, 66 p.

Tableau 4. Exces de risque combinés (%) et intervalle de confiance à 95% pour les hospitalisations pour causes respiratoires par âge et pour infections respiratoires tous âges, associées à une augmentation de 10 µg/m³ du niveau de l'indicateur de pollution, Psas, période 1998-2003 / Table 4. Percent increase (%; 95% CI) in hospitalizations for all respiratory and respiratory infection diseases by age group associated with a 10 µg/m³ increase in PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, NO₂ and ozone, Psas, 1998-2003

	Pathologies respiratoires			Infections respiratoires
	0-14 ans	15-64 ans	65 ans et plus	
PM ₁₀	0,8 [-0,1;1,8]	0,8 [-0,2;1,7]	1,0 [-0,8;2,9]	1,5 [0,4;2,7]
PM _{2.5}	0,6 [-0,9;2,2]	1,1 [-0,4;2,6]	0,6 [-1,7;2,9]	2,5 [0,1;4,8]
PM _{10-2.5}	6,2 [0,4;12,3]	2,6 [-0,5;5,8]	1,9 [-1,9;5,9]	4,4 [0,9;8,0]
NO ₂	0,6 [-0,4;1,7]	0,7 [-0,1;1,4]	0,4 [-1,2;1,9]	0,8 [-0,3;1,9]
O ₃ été*	-0,2 [-1,1;0,7]	-0,1 [-1,1;0,8]	1,1 [0,4;1,8]	0,6 [-0,2;1,5]

* Été = avril-septembre
Source : Programme de surveillance air et santé (Psas). Relations à court terme entre les niveaux de pollution atmosphérique et les admissions à l'hôpital dans huit villes françaises, Saint-Maurice, Institut de veille sanitaire, 2006, 66 p.

² <http://www.atmo-france.org/>
³ <http://www.elfe-france.fr/>

En s'appuyant sur la démonstration de la plausibilité biologique de la relation, les EIS utilisent les relations ERR dérivées des études épidémiologiques décrites précédemment pour quantifier de façon objective les bénéfices d'une réduction de la pollution pour une population donnée. Les EIS-PA ont pour vocation d'apporter un éclairage chiffré (nombre de cas évitables, gain d'espérance de vie, coût) pour aider les parties prenantes à mettre en œuvre des mesures permettant de protéger plus efficacement la santé des populations.

En France, depuis la publication du premier guide méthodologique en 1999, une soixantaine d'EIS-PA ont été réalisées dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants, selon les préconisations de la loi de santé publique de 2004. Elles ont permis d'apporter des informations au niveau local lors de l'élaboration des Plans régionaux pour la qualité de l'air prévus par la Laure et, plus récemment, pour les Schémas régionaux climat air énergie prévus par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010. Le guide EIS-PA a été actualisé régulièrement pour prendre en compte les avancées des programmes européens et du Psas, en complétant l'évaluation de l'impact à court terme avec celle de l'impact à long terme. La dernière version, publiée en 2012, contient les avancées d'Aphekom en termes d'espérance de vie et de coûts [22]. Ces EIS-PA ont montré que la plupart des décès ou hospitalisations attribuables à court terme à la pollution étaient dus à une exposition à des concentrations inférieures aux valeurs limites et aux objectifs de qualité pour la santé (figure 1). Elles ont aussi souligné l'importance des effets à long terme d'une exposition chronique à la pollution particulaire.

En Europe, la démarche d'EIS a été largement développée en utilisant les relations exposition-risque issues d'études épidémiologiques comme Apeha et d'autres études sur l'exposition à long terme, permettant ainsi de mesurer l'impact sanitaire de

la pollution atmosphérique à une large échelle. Les premiers résultats d'Apehis sur les fumées noires [12], puis les particules PM_{10} [23] ont été actualisés dans Aphekom. Ce dernier projet a permis de développer des méthodes pour le calcul des gains d'espérance de vie ou pour la monétarisation des impacts, d'explorer l'impact de certaines réglementations et de la pollution liée au trafic routier.

Les résultats d'Aphekom publiés en 2011 [13] ont illustré le bénéfice non négligeable pour la santé qui serait obtenu par une diminution des niveaux de particules fines $PM_{2,5}$. Ainsi, l'espérance de vie pourrait augmenter jusqu'à 22 mois pour les personnes âgées de 30 ans et plus (de 4 à 8 mois dans les neuf villes françaises du Psas), si les niveaux moyens annuels de particules fines étaient ramenés au seuil de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur guide préconisée par l'OMS (figure 2). D'un point de vue économique, le respect de cette valeur se traduirait par un bénéfice d'environ 31,5 milliards d'euros pour l'ensemble des 25 agglomérations.

Les EIS peuvent également souligner rétrospectivement l'intérêt de la mise en œuvre de réglementations efficaces dans le domaine de la pollution atmosphérique. Ainsi, Aphekom a estimé que l'application de la législation européenne réduisant le niveau de soufre dans les carburants avait permis de prévenir près de 2 200 décès prématurés, dont le coût a été évalué à 192 millions d'euros dans les 20 villes étudiées.

Ce projet a aussi montré qu'habiter à proximité du trafic routier est un facteur majorant dans le développement de pathologies chroniques qui pourrait être responsable d'environ 15% des asthmes de l'enfant et de proportions similaires ou plus élevées de pathologies respiratoires et cardiovasculaires chez les adultes de 65 ans et plus, dans les 10 villes étudiées.

Enfin le constat, lors de la 3^e phase du programme Apehis, que la réussite de la mise en œuvre de poli-

tiques publiques d'amélioration de la qualité de l'air passe aussi par une meilleure sensibilisation de la population et des parties prenantes, a conduit Aphekom à élaborer des outils de communication à l'attention des décideurs, pour les aider à formuler des politiques plus efficaces, à celle des professionnels de santé, pour qu'ils puissent mieux conseiller les personnes vulnérables, ainsi qu'à l'ensemble des citoyens, afin qu'ils puissent mieux protéger leur santé⁴.

Discussion

Les principaux enseignements de ces programmes de surveillance

Les programmes français et européens ont démontré la persistance d'effets sanitaires à court terme de la pollution de l'air, et ceci même à de faibles niveaux de pollution, car il n'existe pas de seuil en deçà duquel aucun impact n'est observé. Ils ont conforté les résultats publiés dans d'autres pays, en prenant en compte les spécificités de la population et de la pollution atmosphérique locale. Ces programmes ont mis en lumière le rôle particulièrement néfaste des particules fines ($PM_{2,5}$) émises principalement par le trafic routier, et leur implication dans l'aggravation, voire l'apparition de pathologies chroniques respiratoires et cardiovasculaires.

La mise en place de programmes nationaux, parallèlement à l'échelon européen, est une réelle plus-value, car les résultats publiés sont plus parlants pour les acteurs locaux et ainsi mieux compris et utilisés. Des programmes similaires, largement inspirés du projet Apeha et du Psas, se sont ainsi développés en Espagne [24] et en Italie [25]. L'intérêt d'un programme de surveillance pluriannuel est de s'adapter aux plus près des évolutions dans le domaine en prenant en compte de nouveaux

⁴ <http://aphekom.kertechno.net>

Figure 1. Distribution des niveaux d'exposition aux PM_{10} et décès anticipés associés, Paris, 2004. / Figure 1. Distribution of PM_{10} exposure levels and premature associated deaths, Paris, 2004.

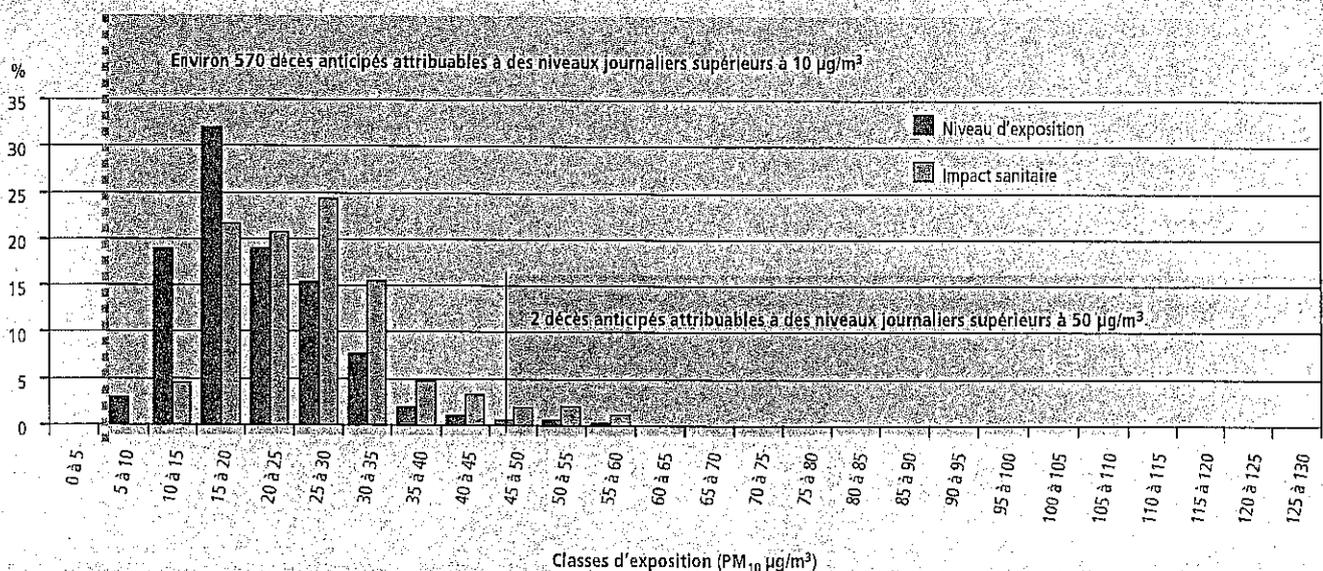
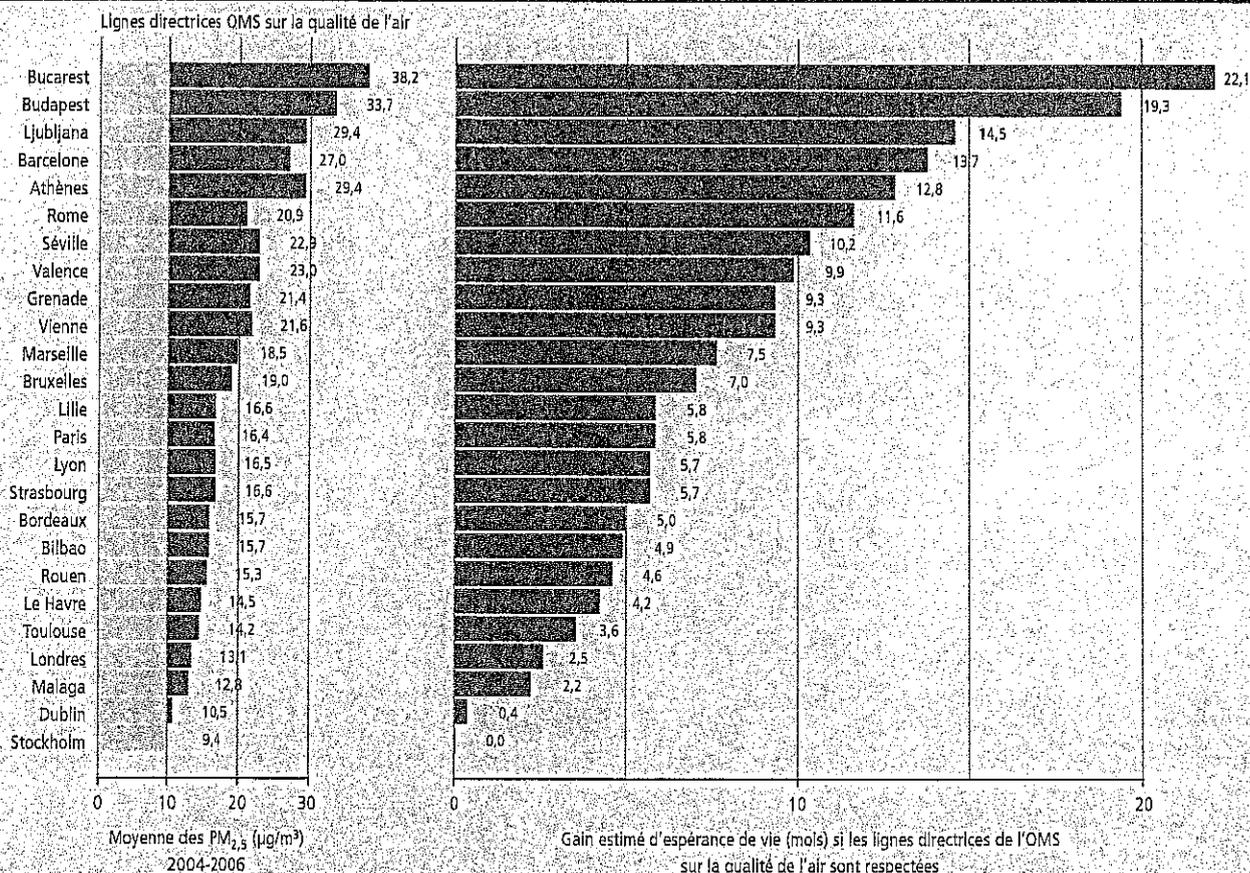


Figure 2. Gain estimé d'espérance de vie (mois) pour les personnes de 30 ans dans les 25 villes Aphekom si les niveaux moyens annuels de $PM_{2.5}$ étaient ramenés à $10 \mu g/m^3$ / Figure 2. Predicted average gain in life expectancy (months) for 30 years old persons in 25 APHEKOM cities for a decrease in average annual level of $PM_{2.5}$ to $10 \mu g/m^3$



Source: [13]

polluants, comme les particules fines, ou les améliorations successives apportées aux méthodes d'analyses, afin de donner une estimation plus précise de l'impact sanitaire pour des périodes différentes. Cependant, la comparaison des résultats dans le temps, qui était l'un des objectifs du Psas, est rendue difficile par les changements d'indicateurs et de méthodes d'analyses qui ne permettent pas de juger d'une évolution des effets.

En étant partie intégrante de ces programmes, les EIS-PA ont permis d'illustrer le poids du fardeau sanitaire et économique que représente la pollution. Comme souligné par F. Boutaric [2] « la portée décisionnelle des EIS-PA est susceptible d'être à terme plus importante que les études ». L'exposition aux polluants atmosphériques échappant en grande partie au contrôle individuel, la réduction des expositions nécessite que les autorités publiques prennent des mesures à tous les niveaux, local, national et international. Cela s'est traduit dans les faits, en France, par la mise en œuvre du plan particules⁵ en 2009, ainsi que par les dispositions prévues par la loi Grenelle 2. En Europe, le programme CAFE (*Clean Air for Europe*)⁶ a conduit à la révision, en 2005, des lignes directrices de l'OMS qui préconisaient des objectifs de qualité de

l'air permettant de réduire fortement les risques sanitaires. Ces deux programmes sont en cours d'actualisation en vue de la révision des directives de qualité de l'air prévue en 2013. Les résultats d'Apheis et d'Aphekom vont sûrement jouer un rôle important au niveau européen dans la détermination des nouvelles lignes directrices des directives de qualité de l'air.

Toutes ces études ont également contribué au changement de perceptions concernant l'impact sanitaire de la pollution de l'air, et ont concouru à faire admettre qu'une amélioration de la santé des populations ne peut être obtenue qu'à la condition d'une amélioration durable de la qualité de l'air. Toutefois, les efforts pour une meilleure sensibilisation des différentes parties prenantes et de la population doivent se poursuivre.

Les enjeux futurs

Alors que les gaz d'échappement des moteurs diesel ont été classés cancérigènes certains par le Centre international de recherche contre le cancer en 2012, le besoin de connaissances nouvelles et de recherche reste évident dans le domaine des mécanismes d'action des polluants et de la toxicité des particules.

Depuis 2006, quelques études américaines ont publié des résultats concernant les effets sanitaires des particules fines en fonction des différentes sources d'émissions et des éléments chimiques composant ces particules (voir l'article de F. Kelly,

p. 9 de ce numéro). Ces études ont montré des variations importantes de la composition chimique en fonction du lieu d'exposition, de la saison et des sources. Les particules liées au trafic semblent plus nocives, entraînant une augmentation du risque de décès et d'hospitalisations [26]. La présence, dans le mélange particulaire, d'un niveau élevé de carbone élémentaire, de nickel et de vanadium serait liée à un risque augmenté d'hospitalisations à court terme.

Cependant, compte-tenu des fortes variations de composition observées aux États-Unis, au sein d'une même agglomération parfois, il semble difficile de transposer les résultats aux pays européens et à la France. Des études devraient être menées pour compléter les connaissances sur la toxicité et la composition des particules, de manière à pouvoir évaluer les effets sanitaires spécifiques à tel ou tel élément. L'étude MED-PARTICLES⁷, incluant les principales villes du sud de l'Europe, et qui a pour objectif d'améliorer les connaissances sur les caractéristiques des particules ainsi que leur lien avec la santé, est une première étape.

Un autre point de connaissance à améliorer concerne la caractérisation des populations les plus exposées et des populations vulnérables, et notamment la prise en compte des inégalités sociales (voir l'article de S. Deguen, p. 18 de ce numéro). Ainsi, les relations

⁵ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-particules-dans-l-air-qu-est,17702.html>

⁶ http://europa.eu/legislation_summaries/other/128026_en.htm

⁷ http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3974

pollution de l'air, situation sociale défavorisée et état de santé font encore débat. Certains soulignent que les personnes les plus défavorisées seraient aussi les plus exposées à la pollution de l'air, d'autres pensent que les personnes défavorisées, ayant un état de santé dégradé, sont plus sensibles aux effets néfastes de cette pollution [27].

Enfin, une approche pluridisciplinaire, quantitative et qualitative, de l'évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique et du coût associé, intégrant la biologie, la toxicologie, l'écologie, l'épidémiologie, l'ingénierie, la géologie, les statistiques et les sciences économiques et sociales, devrait être développée. Les EIS-PA menées actuellement prennent en compte une petite partie des déterminants de la santé et de l'environnement des populations, et une telle approche intégrée permettrait de les enrichir pour une meilleure caractérisation des risques sanitaires de la pollution, pour une participation plus active des populations concernées et pour une plus grande portée des résultats d'EIS en matière de mesures de gestion efficaces.

Références

[1] Medina S, Le Tertre A, Quenel P, Le Moulec Y. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé en Île-de-France : résultats 1987-1992. Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé, Erpurs. Paris : ORS Île-de-France, 1994, 103 p.

[2] Boutaric F, Lascoumes P. L'épidémiologie environnementale entre science et politique. Les enjeux de la pollution atmosphérique en France. *Sciences Sociales et Santé*. 2008;26(4):5-38.

[3] Quenel P. L'épidémiologie d'intervention : une pratique professionnelle entre science et politique revendiquée et assumée. Le cas de la pollution atmosphérique. *Sciences Sociales et Santé*. 2008;26(4):39-50.

[4] Le Tertre A, Quenel P, Eilstein D, Medina S, Prouvost H, Pascal L, et al. Short term effects of air pollution on mortality in nine French cities: a quantitative summary. *Arch Environ Health*. 2002;57(4):311-9.

[5] Anderson HR, Quenel P, Katsouyanni K, Zanobetti A, Sunyer J, Schouten JP, et al. Recommendations for the monitoring of short-term health effects of air pollution: lessons from the APHEA Multi Centre European Study. *Zentralbl Hyg Umweltmed*. 1999;202(6):471-88.

[6] Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al. An association between air pollution and

mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med*. 1993;329(24):1753-9.

[7] Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama*. 2002;287(9):1132-41.

[8] Künzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*. 2000;356(9232):795-801.

[9] Pelucchi C, Negri E, Gallus S, Boffeta P, Tramacere I, Cantagrel A, Annesi-Maesano I, et al. Twenty five year mortality and air pollution: results from the French PAARC survey. *J Occup Environ Med*. 2005;62:453-60.

[10] Filleul L, Rondeau V, Vandentorren S, Le Moual N, LaVecchia C. Long-term particulate matter exposure and mortality: a review of European epidemiological studies. *BMC Public Health*. 2009;9:453-60.

[11] Glorennec P, Quenel P, Nourry L, Cassadou S, Eilstein D, Filleul L, et al. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Guide méthodologique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 1999. 94 p. Disponible à : http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=5834

[12] Medina S, Plasencia A, Artazcoz L, Quenel P, Katsouyanni K, Mücke HG, et al. and the contributing members of the APHEIS group. APHEIS Air Pollution and Health: a European Information System. Final scientific report, 1999-2000. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2001. 136 p. Disponible à : http://www.apheis.org/Pdf/Apheis_Report.pdf

[13] Pascal M, Medina S. Résumé des résultats du projet Aphemom 2008-2011. Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 6 p. Disponible à : http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=10949

[14] Brook RD, Franklin B, Cascio W, Hong Y, Howard G, Lipsett M, et al. Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation*. 2004;109(21):2655-71.

[15] Samoli E, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, Anderson HR, Sunyer J, et al. Estimating the exposure-response relationships between particulate matter and mortality within the APHEA multicity project. *Environ Health Perspect*. 2005;113(1):88-95.

[16] Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, et al. Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170(10):1080-7.

[17] Samoli E, Aga E, Touloumi G, Nisiotis K, Forsberg B, Lefranc A, et al. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. *Eur Respir J*. 2006;27(6):1129-38.

[18] Katsouyanni K, Samet JM, Anderson HR, Atkinson R, Le Tertre A, Medina S, et al. Air pollution and health: a European and North American approach (APHEA). *Res Rep Health Eff Inst*. 2009;142:85-90.

[19] Pascal L, Blanchard M, Fabre P, Larrieu S, Borelli D, Host S, et al. Liens à court terme entre la mortalité et les admissions à l'hôpital et les niveaux de pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. *Bull Épidémiol Hebd*. 2009;5:41-4.

[20] Pascal M, Falq G, Wagner V, Chatignoux E, Corso M, Declercq C. Influence de la saison et des épisodes de fortes chaleurs sur les liens entre ozone, particules et mortalité dans neuf villes françaises. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012. 4 p. Disponible à : <http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Environnement-et-sante/2012/Influence-de-la-saison-et-des-episodes-de-fortes-chaleurs-sur-les-liens-entre-ozone-particules-et-mortalite-dans-neuf-villes-francaises>

[21] Beeson WL, Abbey DE, Knutsen SF. Long-term concentrations of ambient air pollutants and incident lung cancer in California adults: results from the AHSMOG study. *Adventist Health Study on Smog. Environ Health Perspect*. 1998;106(12):813-22.

[22] Ung A, Pascal M, Chanel O, Corso M, Blanchard M, Pascal L, et al. Comment réaliser une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine ? Guide méthodologique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire. À paraître.

[23] Medina S, Le Tertre A, Saklad M; on behalf of the Apheis Collaborative Network. The Apheis project: Air Pollution and Health – A European Information System. *Air Qual Atmos Health*. 2009;2(4):185-98.

[24] Saez M, Ballester F, Barceló MA, Pérez-Hoyos S, Bellido J, Tenías JM, et al. A combined analysis of the short-term effects of photochemical air pollutants on mortality within the EMECAM project. *Environ Health Perspect*. 2002;110(3):221-8.

[25] Faustini A, Stafoggia M, Berti G, Bisanti L, Chiucchiolo M, Cernigliaro A, et al. The relationship between ambient particulate matter and respiratory mortality: a multi-city study in Italy. *Eur Respir J*. 2011;38(3):538-47.

[26] Bell ML, Ebisu K, Peng Rd, Samet JM, Dominici F. Hospital admissions and chemical composition of fine particle air pollution. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179(2):1115-20.

[27] Deguen S, Zmirou-Navier D. Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality – A European review. *Eur J Public Health*. 2010;20(1):27-35.

Pourquoi cette note et pour qui ?

La pollution atmosphérique urbaine, constitue une des préoccupations premières de santé publique, de par son impact considérable sur la population. La prise de conscience des impacts sanitaires de la pollution de l'air a conduit à la mise en place d'une réglementation dans le cadre de loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 [1]. Les principaux polluants de l'air sont suivis quotidiennement dans les grandes agglomérations françaises, et la population est informée de la pollution mesurée et prédite pour les jours suivants. La réglementation prévoit pour certains polluants des seuils d'information et de recommandations et des seuils d'alerte. Lorsque les concentrations journalières dépassent ces seuils, des procédures d'information de la population sont activées, et dans le cas des seuils d'alertes, des mesures sont prises pour limiter la pollution. Ces seuils concernent le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃) et les particules de diamètre inférieur ou égal à 10 µm (PM₁₀).

L'InVS est régulièrement interrogé par les Agences régionales de santé (ARS) sur l'intérêt de surveiller temporairement l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique lorsque les niveaux mesurés dépassent les valeurs habituelles pendant quelques jours (situation des « pics » de pollutions), correspondant ou non à des dépassements des valeurs réglementaires.

Cette note fait le point sur les impacts attendus de la pollution atmosphérique urbaine et sur les actions de santé publique possibles en cas de pics de pollution.

Impact sur la santé - Etat des connaissances

Plusieurs études épidémiologiques documentent les impacts sanitaires à court-terme de la pollution atmosphérique. On entend par là des effets survenant quelques jours après une exposition à la pollution. Ils sont évalués via des études multicentriques utilisant des méthodes statistiques d'analyse des séries temporelles pour mettre en évidence un lien entre niveaux de polluant et santé. Ces études nécessitent plusieurs années de données et prennent en compte de nombreux facteurs de confusions comme par exemple la température ou les tendances temporelles. Des études nationales et internationales menées ainsi avec des méthodes robustes et comparables s'accordent sur un impact significatif de l'ozone sur la mortalité et les hospitalisations pour cause respiratoires [2-5]. Les PM₁₀ sont également associées à une augmentation de la mortalité toutes causes et une augmentation des hospitalisations pour causes respiratoires et cardiovasculaires [2,4,6].

Toutes ces études ont mis en évidence, à l'échelle de la population, l'absence de seuil protecteur en deçà duquel aucun impact sanitaire ne serait observé. Autrement dit, les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont observés dès les concentrations les plus faibles, en l'absence même de pics de pollution. Sur une année, l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est donc essentiellement dû aux niveaux moyens de pollution atmosphérique, en dehors des pics.

De plus, il a été montré par plusieurs études de cohorte qu'une exposition chronique à la pollution de l'air peut contribuer au développement de pathologies chroniques (cancer du poumon, pathologies cardiaques...). Ainsi, l'impact à long-terme de l'exposition chronique aux PM_{2,5} sur la mortalité, notamment cardiovasculaire, a été clairement établi [7-9]. Les résultats sont moins concluants en ce qui concerne le lien entre exposition chronique à l'ozone et mortalité respiratoire [10]. En termes de santé publique, le poids de ces impacts à long-terme est largement supérieur à celui des impacts à court-terme.

Ceci est illustré par les résultats des évaluations de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine réalisées dans le cadre du projet Aphekom (www.aphekom.org). Ce projet portait sur 25 villes européennes dont neuf villes françaises : Lille, Le Havre, Rouen, Paris, Strasbourg, Bordeaux, Lyon, Toulouse et Marseille, totalisant 12 millions d'habitants.

Sur ces neuf villes, pour la période 2004-2006, en considérant les effets à court-terme, une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de la moyenne annuelle des PM_{10} aurait conduit à différer 230 décès, et à éviter 330 hospitalisations cardiaques et 630 hospitalisations respiratoires chaque année. Une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des maxima journaliers sur 8h de l'ozone aurait conduit à différer 120 décès et à éviter 200 hospitalisations respiratoires. En considérant les effets à long-terme, une diminution de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux moyens annuels de $\text{PM}_{2,5}$ aurait conduit à un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans de l'ordre de 4 à 5 mois, soit un gain annuel total de plus de 71 000 années de vie. Cela aurait été équivalent à l'évitement de plus de 2 200 décès en moyenne par an, dont près de 1 200 de causes cardiovasculaires.

Ces résultats montrent que la pollution de l'air a un impact important sur la santé des français, y compris lorsque les concentrations sont inférieures aux seuils réglementaires. Ils confirment également que l'impact à long-terme de la pollution est beaucoup plus important en termes de santé publique que l'impact à court-terme.

Implications pour l'InVS en termes de surveillance

Les concentrations des polluants dans l'air sont mesurées en routine par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Aasqa). Il faut noter à ce sujet une évolution récente dans la mesure des particules fines en France (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$). Depuis 2007, conformément à la législation européenne (directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008), les mesures sont corrigées afin de mieux prendre en compte la part semi-volatile des particules, qui est la plus délicate à mesurer. Ces mesures corrigées aboutissent à des niveaux plus élevés que les concentrations mesurées antérieurement à 2007, qui ne prenaient pas en compte la part semi-volatile des particules.

Les procédures d'information et d'alerte sont mises en places par les préfetures sur la base des informations transmises par les Aasqa. Dans le cadre du plan particules, la procédure d'information et d'alerte pour les PM_{10} a été modifiée en octobre 2010 (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010); le seuil d'information est désormais fixé à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et le seuil d'alerte à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière (contre 80 et $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ précédemment). La modification de la méthode de mesure des particules et l'abaissement des seuils concourent « mécaniquement » à une augmentation du nombre de jours de dépassements des seuils.

Concernant le volet sanitaire, en France, les effets à court-terme de la pollution atmosphérique sont surveillés depuis 1997 dans le cadre du programme de surveillance air et santé (Psas) de l'InVS (www.invs.sante.fr). Les résultats du Psas, comme l'ensemble des études réalisées dans le monde, montrent que l'augmentation de la pollution atmosphérique (ozone et particules fines) conduit à une augmentation de la mortalité et des hospitalisations, notamment pour causes cardiovasculaires et respiratoires. A partir de 2012, le Psas qui intégrait historiquement neuf villes va s'étendre à 18 villes. Ceci permettra d'avoir une meilleure estimation des impacts de la pollution de l'air en France et des facteurs de risques associés. Un premier objectif de ce Psas étendu sera de documenter les effets des particules en utilisant les nouvelles mesures prenant en compte la part des polluants semi-volatils dans les particules. L'InVS mène également une étude à partir de la cohorte Gazel pilotée par l'INSERM afin de mieux caractériser l'impact à long terme de la pollution à long-terme dans la population française. Il contribue également à des projets européens comme Escape (www.escapeproject.eu), qui vise à analyser les données de plusieurs cohortes européennes, ou comme Med-Particles qui analyse l'impact des particules sur la santé en tenant compte des spécificités propres à la région méditerranéenne (<http://www.epidemiologia.lazio.it/medparticles/index.php/en/>).

Les connaissances scientifiques sur les effets de la pollution atmosphérique, notamment des risques associés, sont désormais considérées comme assez solides pour permettre une quantification de l'impact sanitaire au niveau de la population, en termes de nombre de décès attribuables ou de perte d'espérance de vie par exemple. Pour cela, l'InVS a développé des outils pour faciliter la réalisation d'évaluations de l'impact sanitaire (EIS) en zone urbaine [11]. Les EIS s'appuient sur les études épidémiologiques et sur des données locales de pollution pour estimer l'impact à court et long-terme de la pollution. Des EIS ont déjà été réalisées dans de nombreuses agglomérations en France.

Il n'est par contre pas souhaitable de mettre en place un suivi sanitaire particulier pendant les pics de pollution. D'une part, l'impact ainsi mesuré sur des épisodes particuliers sous-estimerait l'impact total de la pollution, puisque les pics ne représentent en général qu'une faible partie de cet impact total. D'autre part, l'impact sur une courte période est trop faible pour être mesurable directement par les outils de surveillance syndromique: par exemple, en se fondant sur les estimations des risques établies en France dans le cadre du Programme de surveillance air et santé, une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des concentrations d'ozone ou de PM_{10} un jour donné se traduit par une augmentation de

moins de 1 % du nombre de décès et de moins de 3 % du nombre d'hospitalisations. La mise en place d'un suivi spécifique de l'impact d'un épisode de pollution atmosphérique ne pourrait donc se justifier que dans le contexte d'un épisode massif et très inhabituel de pollution, par exemple dans les suites d'un incendie de forêt de grande ampleur ou d'un accident industriel majeur.

En pratique que faire :

En cas de pic de pollution, il est inutile de mettre en place une surveillance sanitaire à partir des données de surveillance syndromique, sauf en cas d'un épisode de pollution accidentel très important.

En cas de dépassement des seuils réglementaires, et conformément à la réglementation, il faut communiquer sur les impacts de la pollution de l'air en s'appuyant sur les connaissances existantes, et en particulier sur les recommandations du Haut Conseil de Santé Publique sur les comportements à adopter en cas de pics de pollution (www.hcsp.fr).

Par ailleurs, il est important de communiquer sur les impacts sanitaires de la pollution de l'air dans leur globalité que ce soit au niveau local, régional ou national, afin de promouvoir la mise en place de politiques ambitieuses et durables d'amélioration de la qualité de l'air. Les évaluations d'impact sanitaire sont à ce jour l'outil de référence pour cette communication.

Bibliographie

- [1] Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie LAURE - loi n° 96 – 1236. 30/12/1996.
- [2] Larrieu S, Jusot JF, Blanchard M, Prouvost H, Declercq C, Fabre P *et al.* Short term effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular diseases in eight French cities: the PSAS program. *Sci Total Environ* 2007 387(1-3):105-12.
- [3] Pascal L, Blanchard M, Fabre P, Larrieu S, Borrelli D, Host S *et al.* Liens à court terme entre la mortalité et les admissions à l'hôpital et les niveaux de pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. *Bull Epidemiol Hebd* 2009 (5):41-4.
- [4] Anderson HR, Atkinson R, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time series studies of particulate matter (PM) and ozone (O3). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2004. 80 p. [consulté le 28/09/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/74731/e82792.pdf
- [5] Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J *et al.* Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med* 2004 170(10):1080-7.
- [6] Atkinson R, Anderson HR, Medina S, Iniguez C, Forsberg B, Segerstedt B *et al.* Analysis of all-age respiratory hospital admissions and particulate air pollution within the APHEIS programme. APHEIS Health Impact Assessment of Air Pollution and Communication Strategy. Third year report.; 2005.
- [7] Krewski D, Jerrett M, Burnett RT, Ma R, Hughes E, Shi Y *et al.* Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst* 2009 (140):5-114.
- [8] Pope CA, III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K *et al.* Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002 287(9):1132-41.

[9] Pope CA, III, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D *et al.* Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 2004 109(1):71-7.

[10] Jerrett M, Burnett RT, Pope CA, III, Ito K, Thurston G, Krewski D *et al.* Long-term ozone exposure and mortality. *N Engl J Med* 2009 360(11):1085-95.

[11] Blanchard M, Borrelli D, Chardon B, Declercq C, Fabre P, Host S *et al.* Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Concepts et méthodes. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2008. 35 p.

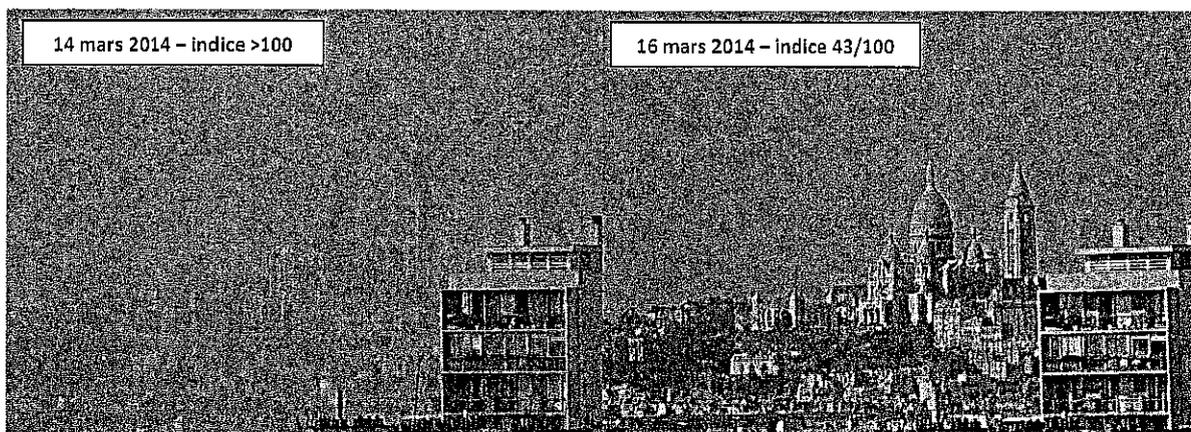
Bilan de l'épisode de pollution et de la circulation alternée

Durant le mois de mars 2014, l'agglomération parisienne a traversé un épisode de pollution long et intense. Airparif, en tant qu'association de surveillance de la qualité de l'air, participe au dispositif d'alerte mis en place par les préfets d'Ile-de-France en cas d'épisode de pollution de l'air. Grâce à ses outils de calcul et de modélisation ainsi qu'à ses prévisionnistes, Airparif a pu prévoir un certain nombre de dépassements qui ont permis aux autorités de mettre en place des mesures de réduction des émissions.

Le lundi 17 mars 2014, les autorités ont décidé la mise en place d'une circulation alternée à Paris et dans la vingtaine de communes limitrophes dans le cadre d'un épisode aux particules PM10. Cette décision fait suite à la persistance des niveaux élevés enregistrés par les stations d'Airparif et à la gratuité des transports en commun dans la région. Une telle procédure avait déjà été mise en place en 1997 mais pour un épisode de pollution au dioxyde d'azote. C'est la première fois qu'elle s'appliquait pour les particules.

Le dimanche 16 mars et le lundi 17 mars, Airparif n'a pas constaté d'épisode de pollution. Des questions se posent donc : Quel a été l'impact de cette mesure ? Cette baisse de pollution est-elle due à la baisse de trafic ou aux conditions météorologiques ? Que retenir de ces circonstances exceptionnelles ?

Description de l'épisode de pollution du 5 au 17 mars 2014



La qualité de l'air dépend en grande partie de l'intensité des émissions polluantes mais aussi de la météorologie qui conditionne la dispersion des polluants ou au contraire leur accumulation. Prévoir la qualité de l'air est donc un exercice difficile puisqu'il doit prendre en compte l'ensemble de ces facteurs.

Ainsi, vent et pluie favorisent la dispersion, le brassage et le lessivage des polluants. En revanche, les situations anticycloniques persistantes (pression atmosphérique élevée, ciel dégagé et limpide, fortes températures) accompagnées d'une absence de vent au sol (inférieur à 2 m/s) et de situation dite d'inversion de température (voir encadré) se traduisent par une accumulation progressive des polluants émis au-dessus de l'agglomération.

Les seuils de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte ont été abaissés fin 2011 pour les particules PM10. Ils sont ainsi passés de 80 à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le premier seuil (information), et de 125 à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le deuxième seuil (alerte).

Depuis l'abaissement des seuils de déclenchement, le nombre d'épisode de pollution en Ile-de-France a sensiblement augmenté. Ces nouveaux seuils sont en lien avec les valeurs limites de la réglementation européenne (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM10 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an). En dehors des épisodes de pollution, ce sont les niveaux élevés de pollution chronique de particules respirés tout au long de l'année qui restent problématiques en Ile-de-France. Chaque année entre 1 et 4 millions de Franciliens sont

potentiellement exposés à des niveaux de pollution qui ne respectent pas la réglementation, principalement le long du trafic et dans le cœur de l'agglomération. Les valeurs limites étant notamment dépassées de manière récurrente en Ile-de-France, pour les particules PM10 et pour le dioxyde d'azote, une procédure de contentieux est en cours entre la France et l'Union européenne pour les premières et pourrait suivre pour le second. Seize autres Etats membres sont également concernés.

Le déroulement de l'ensemble de l'épisode sur la région francilienne est illustré par les cartes suivantes.

Conditions météorologiques durant l'épisode :

Les premiers jours de l'épisode étaient dus à des conditions anticycloniques caractéristiques de l'hiver avec de fortes inversions de température, notamment aux heures de pointes du trafic avec un vent très faible et une hauteur de couche de mélange très basse. La part de production locale s'est accumulée au dessus de l'agglomération parisienne provoquant des dépassements du seuil d'information.

Les mardi 11 et mercredi 12 mars, le vent s'est levé légèrement (faible à modéré) mais chargé en polluants qui ont rajouté un import important aux niveaux locaux déclenchant les premiers dépassements du seuil d'alerte.

Puis les jeudi 13 et vendredi 14 mars, les conditions anticycloniques de blocage, empêchant la dispersion des particules, se sont mises en place de nouveau. Le matin une inversion de température était observée sur l'agglomération avec un vent très faible et une hauteur de couche de mélange très basse. Une part importante de production locale s'est ajoutée aux niveaux déjà très élevés. Airparif prévoyait une persistance des dépassements du seuil d'alerte sur ces journées.

Un vent d'ouest (faible à modéré) s'est installé à partir de la mi-journée du samedi 15 mars et a permis une dispersion des particules. Une légère « réplique » a eu lieu lundi 17 mars au matin avec un vent faible mais une hauteur de couche de mélange basse. Une inversion de température n'ayant pas eu lieu était prévue ce jour-là laissant penser un possible dépassement du seuil d'information.

Durant cet épisode, les dépassements de seuils ont d'abord commencé avec une pollution locale, renforcée par un import en milieu d'épisode puis un ajout de pollution locale en fin de semaine.

L'inversion de température	
En situation normale	En présence d'un couvercle d'air chaud

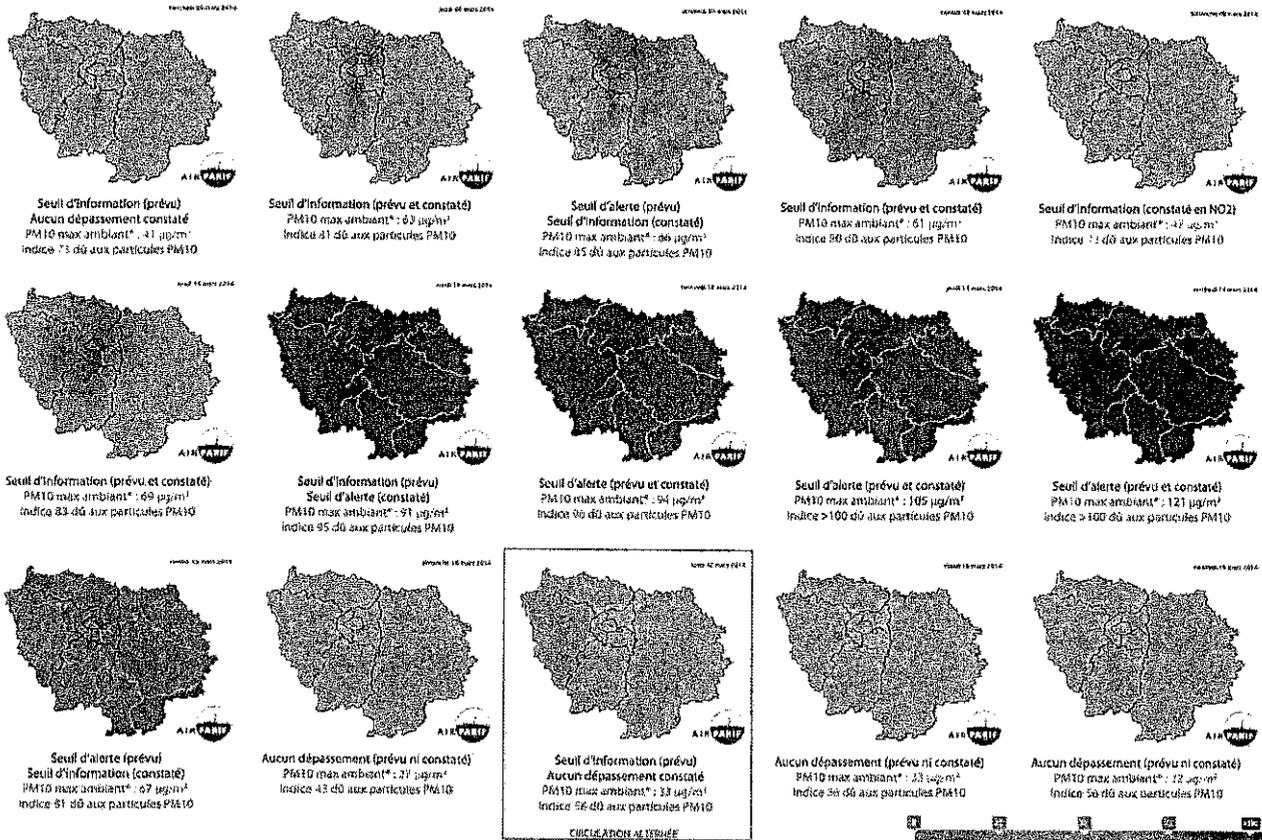
Les anticyclones avec un refroidissement du sol pendant la nuit, associés à des vents faibles contribuent à la formation d'un couvercle d'air chaud au-dessus de l'agglomération, phénomène appelé inversion de température. Il empêche la dispersion des polluants et favorise la stagnation et l'accumulation des polluants essentiellement primaires tels que les oxydes d'azote et les particules dans les bases couches de l'atmosphère.

Perspectives : Le suivi du Black Carbon

Les particules regroupent de nombreux composés sous différentes formes chimiques : nitrate d'ammonium, matière organique, carbone suie.... Ce dernier, autrement appelé carbone élémentaire ou black carbon, est produit par des combustions incomplètes, issues du trafic routier notamment. Ses sources sont moins diverses et plus locales que pour l'ensemble des particules d'après l'Organisation Mondiale de la Santé, c'est un bon indicateur de la toxicité des particules issues de la combustion.

Le carbone suie semble donc un indicateur pertinent de la pollution particulaire pour suivre des actions de réduction envisagées notamment sur le trafic routier. Le LSCE et Airparif travaillent en collaboration sur deux projets de recherche sur le carbone suie (projet Prequalif et Rebecca). L'idée étant d'améliorer les connaissances sur la composition des particules à travers la mesure et la modélisation du carbone suie en Ile-de-France. L'analyse des concentrations en carbone suie durant cet épisode sera publiée prochainement.

Cartes journalières de la qualité de l'air en Ile-de-France du 5 mars 2014 au 19 mars 2014



* 9. Valeur de la concentration maximale sur le réseau en moyenne annuelle de fond

Source de la qualité de l'air européen Ozone

Impact de la circulation alternée



Les outils de calculs et de modélisation d'Airparif permettent de réaliser des analyses de scénarii et des évaluations de l'impact des mesures prises par les autorités. Surveiller la qualité de l'air, informer, comprendre les phénomènes de pollution et évaluer l'efficacité de mesures sont les missions d'Airparif.

L'ampleur de l'impact de mesures locales telle que la circulation alternée dépend des conditions météorologiques du jour, de la situation de la pollution et du polluant concerné. Le scénario optimum pour la mise en place d'une circulation alternée serait la mise en place lors d'un jour où la production locale liée

au trafic est majoritaire et dans des conditions anticycloniques avec une inversion de température et sans vent.

Afin de pouvoir évaluer l'impact de la mesure de circulation alternée prise le 17 mars 2014, il convient de comparer la situation observée à cette date avec une situation de référence, représentative du trafic qu'il y aurait eu sans cette mesure. L'évaluation de l'impact de la circulation alternée présente aussi certaines limites techniques, nous manquons d'éléments précis quant au parc roulant circulant ce jour. Les véhicules n'étant pas clairement identifiés, nos estimations trafic sont basées sur des analyses moyennes de flotte roulante et des boucles de comptage réelles. Sans cette identification précise des véhicules, nous ne pouvons connaître exactement quels véhicules ont circulé.

Pour évaluer l'impact de la circulation alternée sur le trafic routier, la journée du lundi 10 mars 2014 est utilisée comme référence : c'est également un lundi, du même mois. Les conditions climatiques de cette date n'étaient pas dégradées (pas de pluie ou de neige qui impacterait le trafic) et ce lundi ne constituait pas un lundi de retour de congés.

Impact sur le trafic routier :

Les données utilisées sont celles issues du système HEAVEN¹, recalé toutes les heures à partir de 400 points de comptages à Paris et environ 100 sur le reste de l'Île-de-France. Ainsi les données de trafic utilisées intègrent toutes les mesures de restriction prises le 17 mars 2014, soit la réduction de vitesse sur les grands axes franciliens, le contournement des poids lourds en transit ainsi que la circulation alternée sur Paris et les 22 communes limitrophes. L'effet de ces différentes mesures ne peut pas être examiné séparément.

Le tableau suivant montre l'écart de trafic entre le lundi 10 mars et lundi 17 mars. La mise en place de la circulation alternée a un impact variable suivant les zones géographiques avec **-18 % de trafic sur Paris, -13 % sur Petite Couronne et -9 % sur Grande Couronne.**

Zones	Heure Pointe du Matin	Heure Pointe du Soir	Durée de la Circulation alternée
Paris	-9 %	-21 %	-18 %
Petite Couronne	-6 %	-15 %	-13 %
Grande Couronne	-4 %	-10 %	-9 %

Tableau : Evolution du trafic le 17 mars en regard du trafic du 10 mars 2014 par secteur géographique.
HPM = de 7 à 9 heures locales et HPS = de 18 à 20 heures locales

Impact sur les émissions :

Les émissions de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère. Les émissions permettent d'évaluer les actions de réduction sur la source de la pollution. Le tableau ci-dessous montre le pourcentage de réduction des émissions évalué durant la journée du 17 mars. En moyenne sur la durée de la circulation alternée (5h30-24h), cette mesure a contribué à la **baisse de 15 % des émissions liées au trafic routier en particules PM10 et de 20 % des émissions d'oxydes d'azote.**

En prenant en compte la journée de référence du 10 mars, on note un effet contrasté suivant les périodes de la journée. En cohérence avec les données de trafic, la baisse sur les émissions durant les heures de pointe du soir a été plus importante que celles du matin. Pour les particules PM10, la baisse des émissions est estimée à -3 % sur les heures du pointe du matin et -19 % sur celles du soir et respectivement -9 % et -23 % pour les émissions d'oxyde d'azote. Airparif ne possède pas d'assez d'éléments pour expliquer ce phénomène (temps de mise en place ? Effet comportemental ? Choix de la journée de référence ? etc.).

¹ source HEAVEN : modèle de trafic routier exploité par Airparif et développé en collaboration avec la Ville de Paris et la DRIEA et alimenté par des données horaires de la Ville de Paris et de la DIRIF.

Zonse	Emissions de Particules PM10	Emissions de Oxyde d'azote (NOx)
Circulation Alternée (CA)	-15 %	-20 %
Petite Couronne hors CA	-8 %	-13 %
Grande couronne	-4 %	-9 %

Tableau : Evolution des émissions le 17 mars avec et sans mesures de restriction de circulation par secteur géographique.

Impact sur les concentrations :

Les concentrations de polluants caractérisent la qualité de l'air que l'on respire (et s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)). La qualité de l'air dépend des émissions, même s'il n'y a pas de lien simple et direct entre les deux. En effet, la qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre la quantité de polluants rejetée dans l'air et toute une série de phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère sous l'action de la météorologie : transport, dispersion sous l'action du vent et de la pluie, dépôt ou réactions chimiques des polluants entre eux ou sous l'action des rayons du soleil. Ainsi à partir d'émissions de polluants équivalentes en lieu et en intensité, les niveaux de polluants dans l'environnement peuvent varier d'un facteur cinq suivant les conditions météorologiques plus ou moins favorables à la dispersion, ou au contraire à la concentration de ces polluants.

Afin de mettre en avant l'impact de la circulation alternée sur les niveaux de pollution, Airparif a réalisé des cartes de « différence » entre les concentrations durant la journée de la circulation alternée et celles attendues ce jour-là sans mise en place de l'action (carte du jour avec le trafic de référence du 10 mars). Sur les cartes suivantes, une amélioration liée à la circulation alternée apparaît en bleu et une dégradation apparaîtrait en rouge.

Il est à noter qu'avec des conditions météorologiques différentes, telles qu'avec un anticyclone, peu de vent et une forte inversion de température, une amélioration plus importante aurait pu être escomptée.

Malgré tout, les cartes du 17 mars montrent un bilan global positif :

- **En situation éloignée des axes routiers, une amélioration de presque 2 % (soit $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules PM10 a pu être constatée en moyenne sur la journée dans la zone de la mise en place de la circulation alternée.**
- **Mais comme l'illustrent les cartes suivantes, c'est à proximité du trafic et notamment sur les grands axes parisiens que la circulation alternée a eu le plus grand impact, notamment sur le Boulevard Périphérique. Pour les particules PM10, la diminution induite par la mise en place de la mesure est estimée à plus de 6 % (soit $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de baisse) sur l'ensemble de la journée (5h30-24h). Certaines heures de la journée sont cependant marquées par des baisses plus importantes, notamment l'heure de pointe du soir avec des diminutions supérieures à 10 % sur l'ensemble du Boulevard Périphérique.**

L'impact de cette action est encore plus important sur le dioxyde d'azote avec en moyenne sur la journée, une baisse de 10 % sur l'ensemble du Boulevard Périphérique. A l'heure de pointe du soir sur ce même axe routier, ces diminutions ont ponctuellement pu atteindre 30 %.

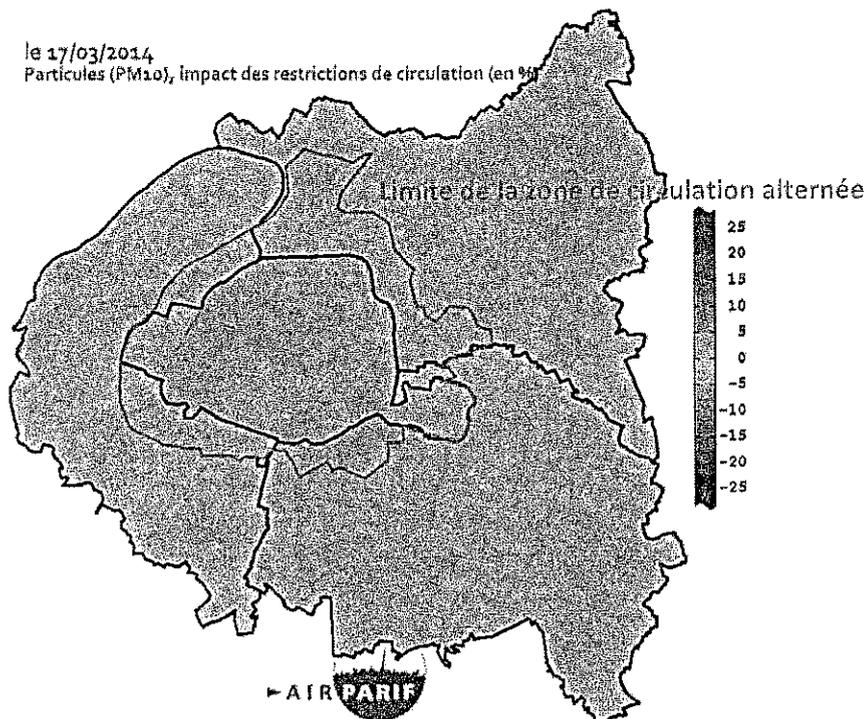
Le tableau et les cartes ci-dessous illustrent ces résultats :

	Concentration Particules PM10	Concentration Dioxyde d'azote (NO2)
Loin des axes routiers	- 2 %	- 7 %
A proximité du trafic (exemple du Boulevard Périphérique)	- 6 %	- 10 %

Impact moyen de la circulation alternée pour les particules PM10 en Ile-de-France
(en % de diminution de concentration sur la durée de l'opération : 05h30-minuit)

le 17/03/2014

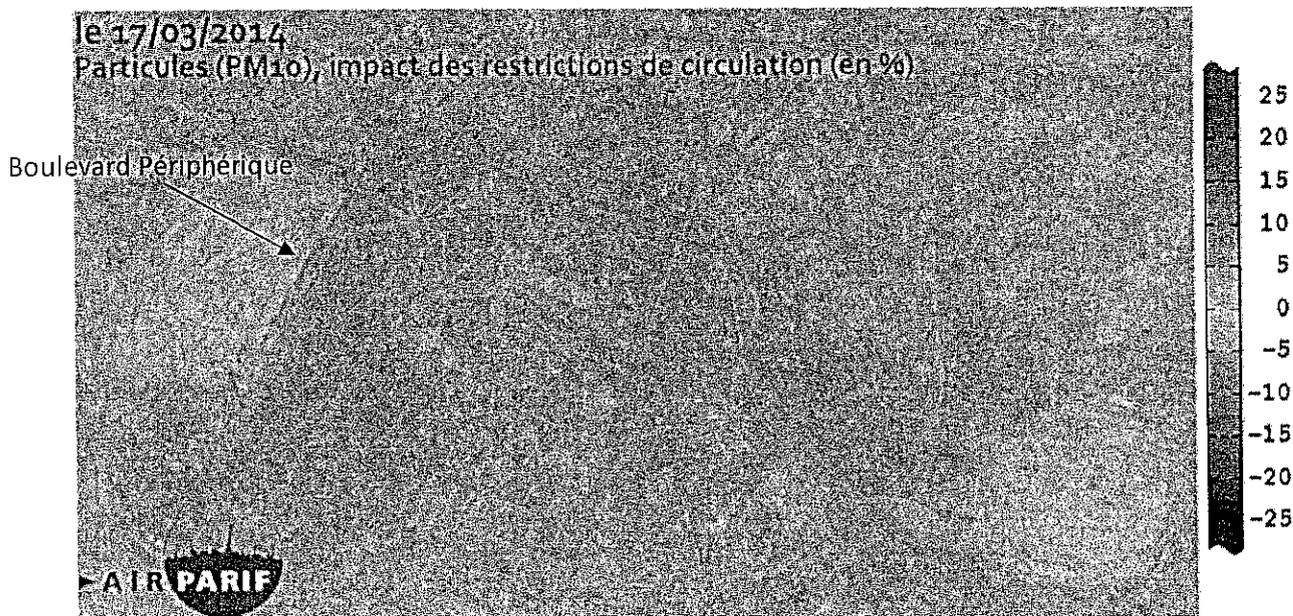
Particules (PM10), impact des restrictions de circulation (en %)



Zoom sur Paris

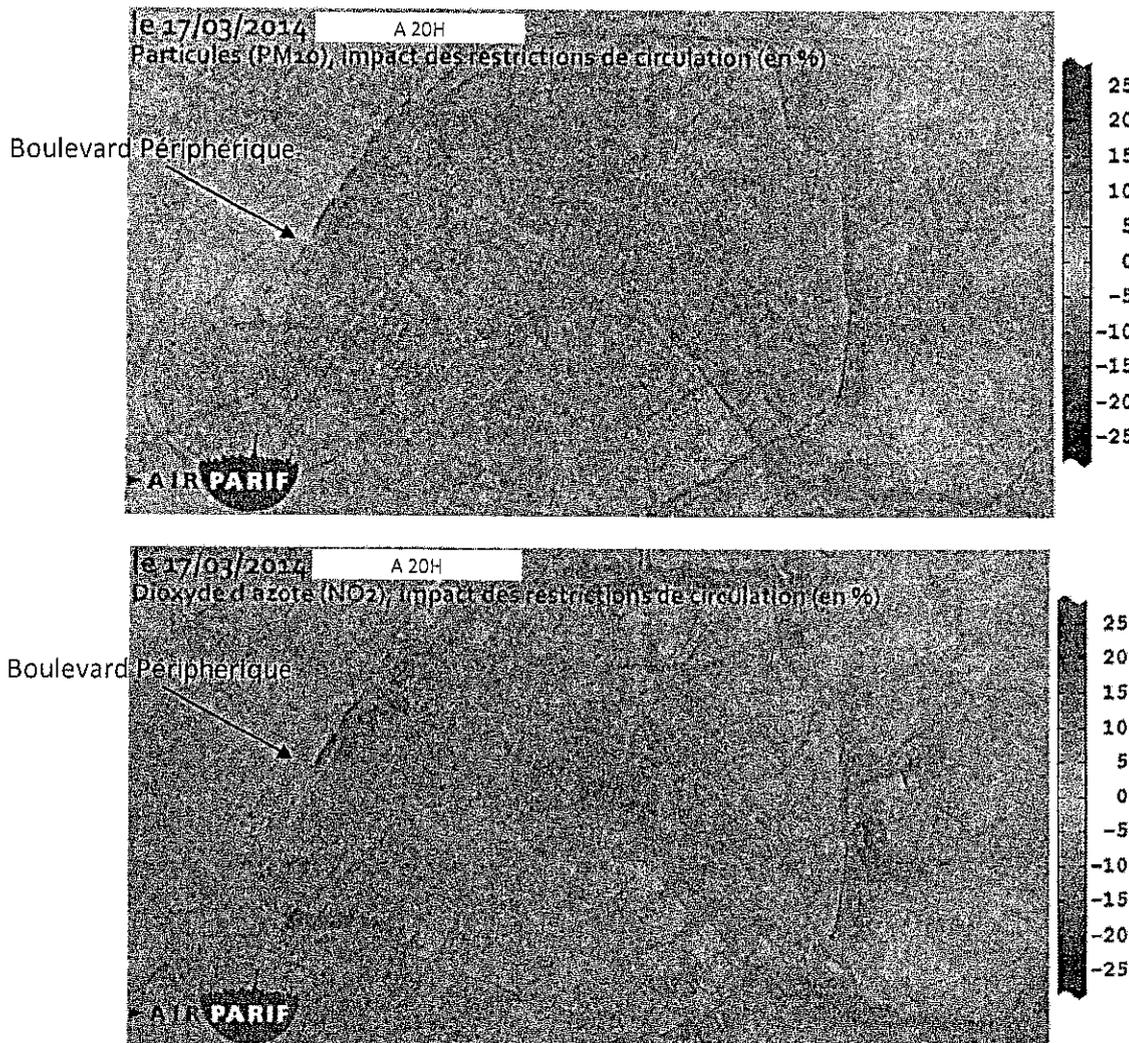
le 17/03/2014

Particules (PM10), impact des restrictions de circulation (en %)



Maximums de baisse atteints en particules PM10 et en dioxyde d'azote à 20h,

lors de la pointe de trafic du soir



Circulation alternée : Evaluation de l'efficacité de la mesure

En fonction des conditions météorologiques et de la part des émissions liées au trafic routier, l'efficacité d'une circulation alternée est plus ou moins grande. Toutes les conditions météorologiques ne sont pas propices à la mise en place d'une telle mesure. Les meilleurs résultats peuvent être attendus lorsqu'il y a un anticyclone, peu de vent et une forte inversion de température. Ces conditions n'étaient pas complètement réunies lors de la journée du 17 mars. Malgré tout, une réelle diminution de l'exposition aux particules et une diminution encore plus forte de l'exposition au dioxyde d'azote liée à la mise en place de l'action a pu être relevée lors de cette journée.

De même, la mise en place de la circulation alternée a permis de diminuer le volume de trafic mais, dans ses modalités actuelles de mise en œuvre, en visant les véhicules de plaque paire ou impaire, elle ne permet pas de cibler de façon sélective les véhicules les plus polluants. De ce fait, des véhicules très émetteurs aux plaques impaires ont circulé ce jour et des véhicules moins émetteurs aux plaques paires ont été interdits dans la zone.

L'évaluation de la mesure doit aussi s'inscrire dans le contexte de la région Ile-de-France, région densément peuplée et fortement urbanisée. Plus de 85 % de la population francilienne vit dans le cœur de

l'agglomération parisienne soit 2600km² et le poids du trafic routier y est important. Les valeurs limites sont dépassées de manière récurrente en Île-de-France pour les particules PM10 depuis plusieurs années, chaque année entre 1 et 4 millions de franciliens sont exposés à des niveaux de particules dépassant les limites réglementaires et une procédure de contentieux est en cours entre la France et l'Union européenne. Afin d'abaisser les niveaux globaux sur le long terme, une action pérenne de grand envergure sur le trafic devrait être appliquée, telle que celle initiée dans le cadre des zones de basse émission. Des discussions sur ces zones de basse émission sont en débat dans de nombreuses agglomérations européennes.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC), l'agence spécialisée de l'Organisation Mondiale de la Santé, a annoncé qu'elle classifiait la pollution de l'air extérieur comme cancérigène. Les particules fines, un composant majeur de la pollution ambiante, ont aussi été évaluées séparément et ont également été classifiées comme cancérigène.

Le rapport de l'IARC montre qu'il existe une relation entre l'augmentation du risque de cancer du poumon et l'augmentation du niveau d'exposition aux particules et à la pollution de l'air.

La pollution de l'air est déjà connue pour augmenter les risques de nombreuses maladies, telles que respiratoires et cardiovasculaires.

C'est pourquoi pour les particules, toute diminution d'exposition représente une réelle amélioration en termes de santé publique.

La circulation alternée n'est bien sûr pas la seule mesure pour réduire la pollution mais cette étude lui est spécifiquement consacrée. La circulation alternée est certes une mesure ponctuelle sur le trafic mais elle constitue une action de réduction qui a un impact quantifiable et visible. Elle apporte ainsi des enseignements sur l'impact d'autres actions chroniques pour abaisser la pollution due au trafic routier et plus généralement due à l'ensemble des sources de l'agglomération, telles que les mesures et les recommandations prévues par Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) approuvé le 25 mars 2013.

En ce sens elle s'inscrit dans l'esprit de la loi sur l'Air qui énonce que chacun dans son domaine et ses activités a une responsabilité pour réduire la pollution de l'air.

Extraits de la Loi sur l'Air et l'utilisation rationnelle de l'Energie - 30 décembre 1996.

Article 1 (Code de l'environnement - art. L220-1)

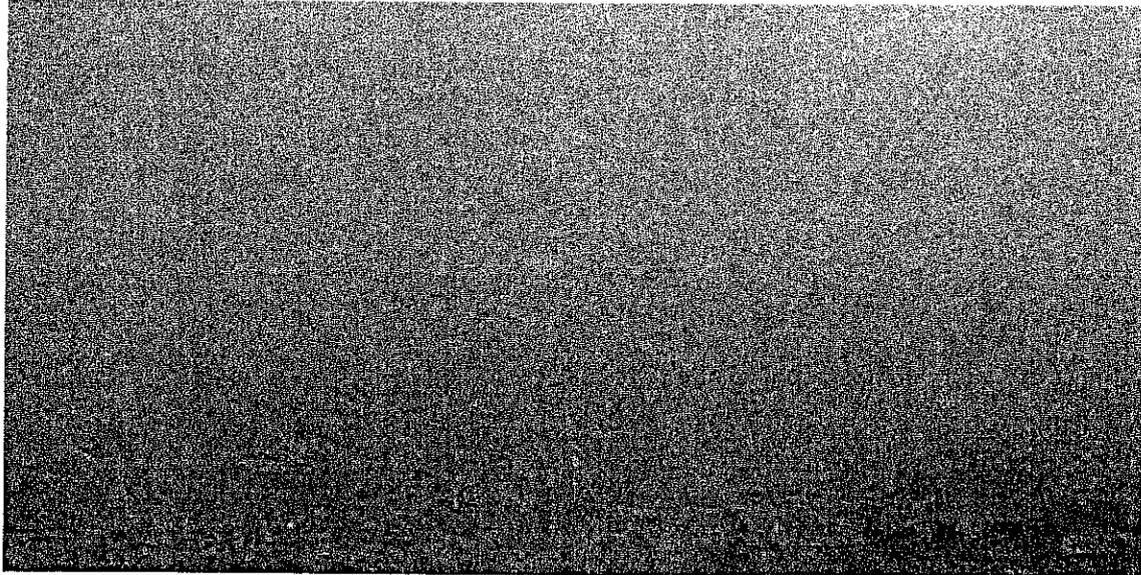
L'Etat et ses établissements publics, les collectivités territoriales et leurs établissements publics ainsi que les personnes privées concourent, chacun dans le domaine de sa compétence et dans les limites de sa responsabilité, à une politique dont l'objectif est la mise en oeuvre du droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé.

Cette action d'intérêt général consiste à prévenir, à surveiller, à réduire ou à supprimer les pollutions atmosphériques, à préserver la qualité de l'air et, à ces fins, à économiser et à utiliser rationnellement l'énergie. La protection de l'atmosphère intègre la prévention de la pollution de l'air et la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre.

Document 7

Pollution à Paris : la circulation alternée a eu un « impact visible »

Le Monde.fr avec AFP | 14.05.2014 à 06h39 • Mis à jour le 14.05.2014 à 08h44



Nuage de pollution à Paris, le 11 mars 2014. AFP/PATRICK KOVARIK

Le bilan de la circulation alternée instaurée le 17 mars en plein pic de pollution en région parisienne est enfin dressé : la concentration de particules a été réduite de 6 %, mais il faut revoir la méthode des plaques d'immatriculation et mieux choisir son moment.

« Une réelle diminution de l'exposition aux particules et une diminution encore plus forte de l'exposition au dioxyde d'azote liée à la mise en place de l'action a pu être révélée », constate Airparif (<http://www.airparif.asso.fr/>), l'agence de surveillance de l'air en Ile-de-France, dans un rapport publié mercredi 14 mai.

Une telle mesure, déjà existante à Athènes ou dans les grandes villes italiennes, avait été mise en place en 1997 pour lutter contre le dioxyde d'azote. Mais il s'agissait d'une première pour lutter contre une pollution aux particules PM10, matières microscopiques en suspension déclarées cancérigènes par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Lire : Pollution de l'air : quels sont les risques pour la santé ? ([/planete/article/2014/03/14/pollution-de-l-air-quels-risques-pour-quels-niveaux-de-protection_4383192_3244.html](http://planete/article/2014/03/14/pollution-de-l-air-quels-risques-pour-quels-niveaux-de-protection_4383192_3244.html))

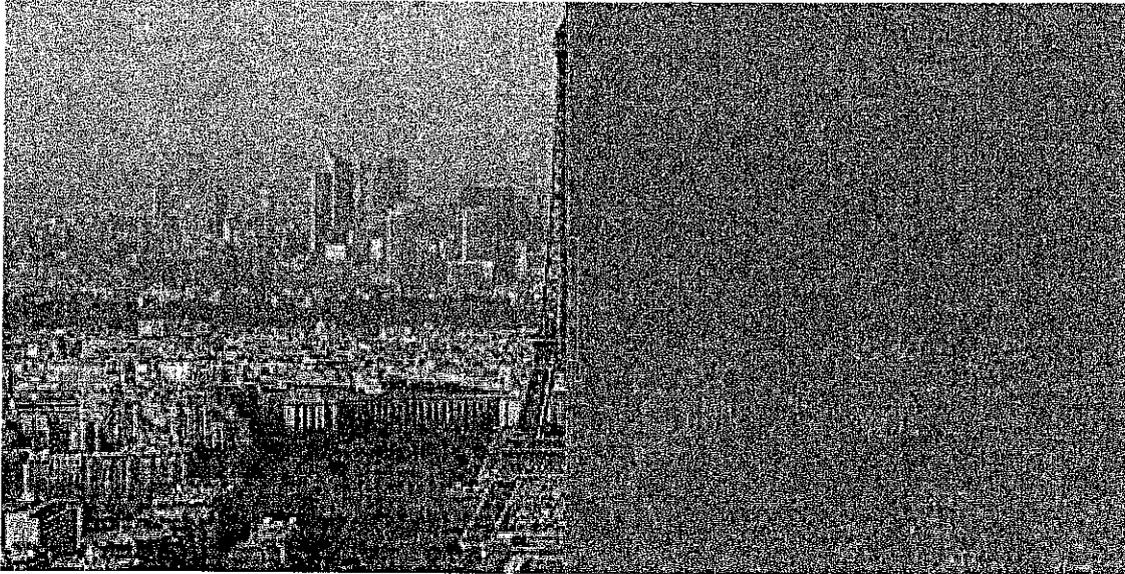
– 6 % DE PARTICULIERS PM10

Entre 5 h 30 et minuit, la diminution induite par la mesure est estimée à plus de 6 %, soit une baisse de 4 microgrammes par mètre cube de PM10, à proximité du trafic et notamment sur les grands axes parisiens. Le chiffre atteint les 10 % pour le dioxyde d'azote en journée sur le périphérique. Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches formé lors des processus de combustion des moteurs de voiture. Dans les zones éloignées, « l'impact est moins perceptible » avec une amélioration de 2 % pour les PM10.

Pour réaliser ce calcul, Airparif a modélisé et comparé les émissions polluantes des véhicules circulant le 17 mars avec celles d'un lundi de trafic « normal », en l'occurrence celui du 10 mars. Ce jour-là, le seuil d'information avait été dépassé (concentration de plus de 50 microgrammes par mètre cube d'air).

La mesure de circulation alternée a été prise par le gouvernement samedi 15 mars, dix jours après le début d'un épisode de pollution allant crescendo qui affectait particulièrement la région

parisienne. La photo de la tour Eiffel à peine visible derrière un voile grisâtre a fait le tour du monde.



La tour Eiffel prise dans la pollution, le 13 mars. AFP & AP

Lire : Tout comprendre à la pollution de l'air aux particules fines ([/planete/article/2013/12/12/tout-comprendre-a-la-pollution-de-l-air-aux-particules-fines_3529330_3244.html](http://planete/article/2013/12/12/tout-comprendre-a-la-pollution-de-l-air-aux-particules-fines_3529330_3244.html))

Le 17 mars, le dépassement du seuil d'information étant attendu, les véhicules aux immatriculations impaires ont été interdits de circulation. En échange, tous les transports en commun étaient gratuits. A Paris, la circulation s'est révélée de 18 % inférieure à celle du lundi précédent, de 13 % en petite couronne et de 9 % sur la grande couronne, selon Airparif, et le seuil d'information n'a pas été atteint.

Mais, pour l'agence, viser les véhicules en fonction de leur plaque d'immatriculation n'est pas la bonne méthode. « Elle ne permet pas de cibler de façon sélective les véhicules les plus polluants », souligne-t-elle, précisant : « Des véhicules très émetteurs, de plaques impaires, ont circulé ce jour. »

Lire : Quelle est la responsabilité de la voiture dans la pollution de l'air ?

([/planete/article/2014/03/17/quelle-est-la-responsabilite-de-la-voiture-dans-la-pollution-de-l-air_4384198_3244.html](http://planete/article/2014/03/17/quelle-est-la-responsabilite-de-la-voiture-dans-la-pollution-de-l-air_4384198_3244.html)).

« CONDITIONS PAS COMPLÈTEMENT RÉUNIES »

Autre problème : le moment choisi. La circulation alternée a le plus d'impact quand la pollution est forte et stagnante, soit une situation anticyclonique, peu de vent et une forte inversion de température, phénomène typique en hiver quand le sol se refroidit durant la nuit et qu'un grand soleil chauffe l'air en altitude, provoquant un couvercle empêchant la dispersion des polluants.

Or, selon Airparif, « ces conditions n'était pas complètement réunies lors de la journée du 17 mars ». Un vent d'ouest avait commencé à souffler deux jours avant, et l'inversion de température, pourtant prévue, n'a pas eu lieu.

La circulation alternée a un « impact quantifiable et visible », conclut Airparif, mais il faut « une action pérenne de grande envergure sur le trafic » pour s'attaquer à la pollution chronique, et pas seulement aux pics, qui touche entre 1 et 4 millions de Franciliens chaque année.

Lire : Paris passe à l'attaque contre la pollution de l'air ([/planete/article/2014/05/09/paris-passe-a-l-attaque-contre-la-pollution-de-l-air_4414436_3244.html](http://planete/article/2014/05/09/paris-passe-a-l-attaque-contre-la-pollution-de-l-air_4414436_3244.html))

En Ile-de-France, 30 % des émissions de PM10 sont émises par l'industrie, 25 % par le

Pollution à Paris : la circulation alternée a eu un « impact visible »
transport routier, 25 % par le secteur résidentiel et tertiaire (chauffage au bois) et 15 % par
l'agriculture (labourage, engins agricoles).

Voir aussi la vidéo : Circulation alternée : opportunité écologique ou contrainte ?

(economie/video/2014/03/17/circulation-alternee-opportunite-ecologique-ou-contrainte_4384718_3234.html)



PREV'AIR

PREV'AIR, plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air, est l'une des composantes du dispositif français de surveillance et de gestion de la qualité de l'air, en complément des informations fournies par les réseaux de mesure et d'observation « physiques » gérés par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

Origine et sources de pollution

Les polluants que l'on retrouve dans l'atmosphère peuvent être d'origine anthropique, c'est-à-dire produits par les activités humaines ou d'origine naturelle (émissions par la végétation, l'érosion du sol, les volcans, les océans, etc). Tous les secteurs d'activité humaine sont susceptibles d'émettre des polluants atmosphériques : les activités industrielles, les transports (routiers et non routiers), les activités domestiques (chauffage en particulier), l'agriculture, la sylviculture.....

Les polluants observés dans l'atmosphère ne sont pas tous émis directement par ces sources. Ils résultent aussi de réactions physico-chimiques entre composants chimiques (polluants primaires et autres constituants de l'atmosphère) régies par les conditions météorologiques.

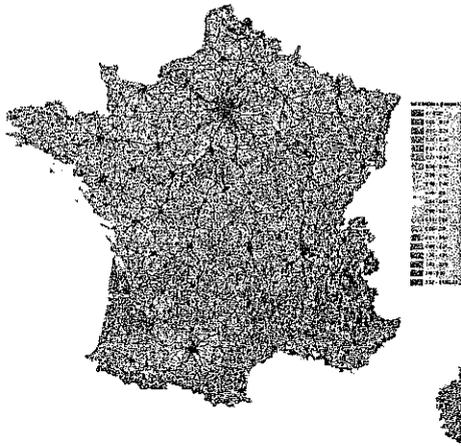
La compréhension des phénomènes de pollution et leur prévision nécessite une bonne connaissance des sources de polluants, de leur répartition géographiques, et des quantités de polluants émises au long de l'année. Celles-ci peuvent varier nettement en fonction des périodes de l'année, voire du moment de la journée.

Les modèles numériques de qualité de l'air tels que ceux utilisés par le système PREV'AIR intègrent les données d'émissions au travers d'inventaires spatialisés. Ces inventaires recensent sur une grille recouvrant le domaine d'étude de résolution plus ou moins fine, maille par maille, les quantités de polluants émises par les différents secteurs d'activité. Différentes approches existent pour réaliser ce travail d'inventorisation qui repose sur la connaissance parfaite des activités émettrices et de facteurs d'émissions permettant de qualifier les rejets générés par ces activités. Il est possible de raisonner sur des statistiques annuelles et nationales et de les désagréger à l'échelle voulue en utilisant des clefs de distribution spatio-temporelle. Cette approche est généralement qualifiée de « top-down ». Par opposition, l'approche « bottom -up » raisonne sur la base de données locales, collectées au plus près des activités par des enquêtes, des statistiques locales etc...

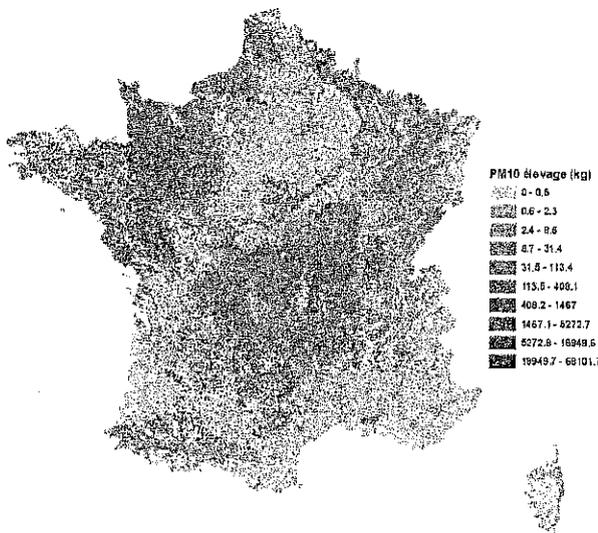
Dans la pratique, les inventaires disponibles résultent généralement d'un mix entre les deux approches, en fonction de la résolution spatiale envisagée, du degré de détail voulu pour la description des activités émettrices, et des données disponibles.

En France le Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) est l'organisme de référence en charge de la réalisation des inventaires d'émissions atmosphériques nationaux qui sont rapportés dans les Conventions internationales (CLRTAP, UNFCCC notamment).

Les inventaires régionaux sont réalisés sous la responsabilité des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air, et un inventaire national spatialisé (INS), réalisé par le Ministère en charge de l'environnement a vu le jour en 2013. L'INS recense les émissions de plus d'une cinquantaine de polluants atmosphériques avec des résolutions spatio-temporelles pouvant aller jusqu'à l'heure et au km² respectivement.



Emissions des oxydes d'azote issus du trafic routier en France en 2004. Source : INS



Emissions des PM10 issues des activités d'élevage en France en 2004. Source : INS

Les descriptions précises des émissions de polluants en France et de leurs évolutions sont disponibles sur les sites internet du [CITEPA](#), des [AASQAs](#) et de l'[INS](#). Dans la suite, un bref rappel des principales sources de polluants atmosphériques réglementés et surveillés est proposé.

Principaux polluants réglementés :

O₃ (Ozone)

L'ozone est un polluant secondaire, formé dans la basse atmosphère à partir d'un mélange de précurseurs gazeux composé d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils. Ces polluants nécessaires pour produire l'ozone sont principalement émis par les activités humaines et aussi par la végétation. Le rayonnement solaire contrôle l'intensité de la production d'ozone.

Les fortes concentrations en surface apparaissent donc en période estivale lorsque l'ensoleillement est important et lorsque les conditions climatiques sont peu dispersives et favorisent l'accumulation. Généralement c'est lors d'une situation météorologique sous influence anticyclonique que sont observés les épisodes de pollution à l'ozone. L'épisode sera d'autant plus important si la situation anticyclonique persiste.

L'ozone a une durée de vie de quelques jours dans les basses couches de l'atmosphère, de sorte qu'il peut être transporté loin de sa zone de production : cette pollution s'observe en général de manière plus intense dans les régions périurbaines et rurales sous le vent des agglomérations.

L'ozone de la basse atmosphère affecte les écosystèmes et la santé humaine. Il a donc un effet toxique qui est à opposer au rôle de l'ozone stratosphérique dont les concentrations importantes se situent à plus de 10 km d'altitude et qui filtre une partie nocive des ultra-violets du rayonnement solaire. L'ozone est un gaz agressif qui pénètre profondément dans l'appareil pulmonaire et peut réagir sur les composants cellulaires et affecter les capacités respiratoires. Ces effets sont accentués par la présence d'autres polluants tels les oxydes de soufre et d'azote, ou lors d'efforts physiques et d'expositions prolongées. L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (le rendement des cultures par exemple) et sur certains matériaux.

La production chimique d'une molécule d'ozone (O_3) est toujours issue d'une réaction entre une molécule de dioxygène (O_2) et un atome d'oxygène (O). C'est la photodissociation du dioxyde d'azote (NO_2) qui produit l'atome d'oxygène requis (O), à condition que le monoxyde d'azote (NO) réagisse en priorité avec un radical hydroperoxyde (HO_2) plutôt qu'avec O_3 , ce qui aurait un bilan nul. Dans les zones peu polluées, le HO_2 est issu de l'oxydation du monoxyde de carbone (CO) et du méthane (CH_4) présents dans l'atmosphère naturelle. Mais dans les zones polluées, la production d'ozone est favorisée, car l'oxydation de composés organiques volatils (COV) est plus rapide que celle du CO ou CH_4 . Dans les zones fortement polluées, et sous certaines conditions d'insolation, les fortes concentrations de NOx, peuvent conduire à la destruction nocturne d'ozone (effet de titration).

NOx (Oxydes d'azote)

La famille des oxydes d'azote regroupe principalement le dioxyde d'azote (NO_2) et le monoxyde d'azote (NO). Les NOx sont principalement émis lors de combustion à haute température ; que ce soit par l'oxydation de l'azote présent dans le combustible ou par fixation de l'azote présent dans l'air à très haute température. La combustion émet généralement du NO, dont une partie est oxydée en NO_2 directement dans la chambre de combustion, et une autre partie poursuit son oxydation dans l'atmosphère. Les NOx sont des précurseurs de l'ozone, ainsi que de certains acides forts, responsables des phénomènes de pluies acides. Parmi les principaux secteurs émetteurs de NOx le secteur routier est prépondérant (56% des émissions nationales en 2011), suivi par l'industrie manufacturière (14% en 2011) puis de l'agriculture/sylviculture (10% en 2011). Les grandes installations de combustion ainsi que le secteur résidentiel/tertiaire sont également de gros contributeurs.

COV (Composés Organiques Volatils)

Les COV sont des gaz composés d'au moins un atome de carbone, combiné à un ou plusieurs des éléments suivant: hydrogène, halogènes, oxygène, soufre, phosphore, silicium ou azote. On distingue souvent le méthane (CH_4) qui est le COV le plus présent dans l'atmosphère mais qui n'est pas directement nuisible pour la santé ou l'environnement tout en étant, en revanche, un gaz à effet de serre. Le reste des COV, est communément nommé COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques). Les COV sont des précurseurs de l'ozone et de fine particules (les aérosols organiques secondaires).

Les COVNM anthropiques sont émis lors de phénomènes de combustion mais aussi par l'évaporation de solvants (contenus dans les peintures par exemple), de carburants, etc. Il existe un très grand nombre de COV qui peuvent être soit directement émis, soit produit dans l'atmosphère. Les principaux secteurs émetteurs de COV sont le secteur résidentiel (38% des émissions en 2011) du fait de l'utilisation de solvants à usage domestique ou dans le bâtiment, l'industrie manufacturière (peintures), puis le transport, la transformation de l'énergie puis l'agriculture/sylviculture. Une partie des COV présents dans l'atmosphère est également d'origine naturelle et provient de l'émission par les feuilles des arbres sous l'effet du rayonnement solaire. L'isoprène et la famille des terpènes, en particulier, sont des composés émis par le couvert végétal.

PM (particules en suspension)

Le terme de PM regroupe un ensemble très hétérogène de composés, par leur composition chimique, leur état (solide ou liquide) et leur dimension. Les particules sont différenciées suivant leur taille. On distingue généralement :

Les Particules Totales en Suspension (TSP pour l'acronyme anglais communément utilisé) qui regroupent l'ensemble des particules.

- Les PM10 : particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm.
- Les PM2.5 : particules dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm
- Les PM1.0 : particules dont le diamètre est inférieur à 1.0 µm

Les particules dont le diamètre est compris entre 2.5 et 10 µm sont dites grossières, alors que celles dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm sont nommées particules fines.

Les particules peuvent être directement émises dans l'atmosphère, ce sont les particules dites primaires. Mais il existe aussi des particules d'origine secondaire, formées dans l'atmosphère par des réactions photo-chimiques à partir de précurseurs gazeux. Les particules peuvent également être remises en suspension dans l'atmosphère après s'être déposées, et ce généralement sous l'action du trafic routier ou du vent.

Les particules ont des compositions chimiques différentes selon leur origine. Leur composition chimique fait généralement apparaître des composés inorganiques (sulfates, nitrates, ammonium), des composés organiques, des éléments traces tels que les métaux lourds, du carbone suie (couramment appelé « Black carbon »). Le carbone suie fait l'objet d'une attention particulière du fait de ses effets néfastes sur la santé humaine et sur le changement climatique (il s'agit d'un composé à pouvoir réchauffant de l'atmosphère).

Parmi les principales sources d'émissions de particules primaires anthropiques de type PM10 et PM2.5, on notera le chauffage résidentiel (29 et 43 % des émissions en 2011 respectivement), l'industrie manufacturière, l'exploitation des carrières, les chantiers et BTP ainsi que les labours qui génèrent de grandes quantités de grosses particules. Le secteur routier est également une source non négligeable de particules fines (PM2.5), particulièrement du fait de l'utilisation du diesel comme combustible (8,4% des émissions de PM2.5 en 2010).

L'érosion éolienne, les feux de forêt ou l'émission de pollens et des débris végétaux, constituent les principales sources primaires biogéniques.

SO2 (dioxyde de soufre)

Les émissions de SO2 sont dues principalement à l'utilisation de combustibles soufrés (charbon, fioul, gazole, etc.). Les émissions de dioxyde de soufre ont spectaculairement baissé depuis 20 ans. Il est aujourd'hui principalement émis par le secteur industriel (l'industrie du raffinage et la chimie représentaient près de 35 % des émissions totales en 2011), suivi par le secteur de transformation d'énergie.

CO (monoxyde de carbone)

Le CO provient principalement de combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois). Le CO est aussi un gaz précurseur de l'ozone et du dioxyde de carbone (CO2), gaz à effet de serre. Les principales sources d'émissions sont le secteur industriel (métallurgie des métaux ferreux pour 38 % des émissions totales en 2011), et le chauffage résidentiel (34% des émissions en 2011). La contribution du secteur routier est désormais relativement faible (5% en 2011).

Métaux lourds

Les métaux lourds réglementés sont les suivants : le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Ils proviennent principalement d'activités industrielles (métallurgie, chimie, procédés, ...), mais aussi pour certains du chauffage résidentiel et du trafic routier (véhicules diesel catalysés).

NH3 (Ammoniac)

Ce polluant est surtout lié aux activités agricoles (rejets organiques de l'élevage, épandage de fertilisants). C'est un précurseur de particules. Plus de 90% des émissions d'ammoniac ont pour origine l'agriculture. Une petite part des émissions totales est imputable au trafic routier du fait de l'usage des véhicules équipés de catalyseurs.

Évaluation à minima du coût de la pollution atmosphérique pour le système de soin français

CHRISTOPHE RAFENBERG^{1,2}
GILLES DIXSAUT^{3,4}
ISABELLA ANNESI-MAESANO^{1,2}

¹ INSERM
U1136
IPLESP : EPAR
27, rue de Chaligny
75012 Paris
France
<christophe.rafenberg@gmail.com>
<isabella.annesi-maesano@inserm.fr>

² Université Pierre et Marie Curie
Sorbonne Universités
UMRS 1136
IPLESP : EPAR
27, rue de Chaligny
75012 Paris
France

³ Centre de pneumologie
Cochin Hôtel Dieu
H.I.A. du Val de Grâce
74, boulevard de Port Royal
75005 Paris
France
<gilles.dixsaut@free.fr>

⁴ Fondation du souffle
contre les maladies
respiratoires
66, boulevard Saint-Michel
75006 Paris
France

Tirés à part :
C. Rafenberg

Résumé. Les évaluations réalisées en matière de coûts de la pollution de l'air se fondent le plus souvent sur une approche socio-économique et sur les coûts intangibles (valeur de la vie ou de la souffrance par exemple). Ce type d'évaluations est un sujet de controverses tant il est délicat de fixer ces valeurs en dehors d'un sujet de recherche ponctuel et particulier. Ces évaluations abordent peu les données relatives aux coûts sanitaires réellement engagés par le système de soin, pour les maladies attribuables à la pollution de l'air.

Dans un contexte de réponse à un impact sanitaire majeur (risque individuel faible mais touchant la totalité de la population) et d'obligations réglementaires en matière de qualité de l'air (directives européennes transposées en droit français), une meilleure connaissance des coûts induits par la pollution de l'air pour le système de soin français peut représenter une donnée importante dans l'élaboration d'une politique de santé publique.

L'objet de cette étude est d'approcher au plus près les coûts de la part attribuable à la pollution de l'air dans le montant de prise en charge par le système de santé de cinq maladies respiratoires les plus répandues, des hospitalisations pour ces pathologies, ainsi que des hospitalisations liées aux pathologies cardiovasculaires. Ces coûts sont générés à l'occasion de la prise en charge du patient par le système de soin (coûts de consultations, de traitements, d'exams ou encore d'hospitalisation). L'étude a aussi tenté d'approcher les coûts des prestations sociales versées aux malades et liées aux arrêts de travail en relation avec ces pathologies.

L'évaluation est réalisée soit pour les nouveaux cas déclarés dans l'année soit, lorsque cela n'est pas possible, en affectant un pourcentage (la fraction attribuable à l'environnement) à l'ensemble des coûts annuels de prise en charge d'une pathologie par le système de soin. Certains coûts unitaires de prise en charge, en rapport avec une pathologie ont été reconstitués en tenant compte des pratiques médicales actuelles. **Résultats :** Le coût total est compris dans un intervalle allant de 1 milliard à environ 2 milliards d'euros/an. Soit 15 % à 31 % du déficit 2012 (de - 5,5 milliards d'euros) pour la branche assurance maladie du régime général de la sécurité sociale. Ces valeurs sont très supérieures aux valeurs généralement admises.

Mots clés : pollution de l'air ; coût de la maladie ; coûts des soins de santé ; santé publique.

Abstract

Evaluation of the cost of air pollution to the French health care system

The costs of the air pollution are most often estimated by a socioeconomic approach that uses intangible costs (statistical value of human lives or pain and suffering, for example). It is difficult to set these values, except in specific cases for specific topics. Accordingly, these very general evaluations are the object of substantial debate and they provide only

Pour citer cet article : Rafenberg C, Dixsaut G, Annesi-Maesano I. Évaluation à minima du coût de la pollution atmosphérique pour le système de soin français. *Environ Risque Sante* 2015 ; 14 : 1-16. doi : 10.1684/ers.2015.0769

sparse useful data about the true costs to the French health care system of the diseases attributable to air pollution. These costs are, however, important information that is essential for developing policy solutions to pollution. This study calculates the attributable costs of air pollution for the French health care system for the five most common respiratory diseases overall, including hospital admissions for them, as well as for hospitalizations for cardiovascular diseases. These costs are generated by the management and provision of care for patients in the French health care system (costs of consultations, treatments, examinations, and hospitalization). We have also tried to assess the costs of daily disability allocations paid for sick leaves. This assessment is based on all new cases of these diseases reported in 2011 and, when that was not possible, by allocating a percentage (the fraction attributable to air pollution) to all annual costs of these diseases. Some unitary costs by disease were reconstructed while taking usual medical practices into account. Results: The total cost is in the range of € 1 to 2 billion/year. This value is 15% to 31% of the total 2012 deficit of the health insurance branch of the general social security system (€ 5.5 billion). These figures are much higher than the generally accepted values.

Key words: air pollution; cost of illness; health care costs; public health.

Durant les dernières décennies, une évolution globalement favorable des émissions de polluants a été constatée en France. Malgré cela, la pollution de l'air reste un facteur de risque sanitaire important, identifié dans de nombreuses études toxicologiques et épidémiologiques. La pollution atmosphérique entraîne une augmentation de l'incidence et de la prévalence des maladies respiratoires ou cardio-vasculaires et des décès qui leur sont liés, aussi bien à l'occasion des pics de pollution que du fait de la pollution de fond.

Ces pathologies ne sont pas uniquement attribuables à la pollution de l'air extérieur : la pollution peut provenir de l'air intérieur, d'une surexposition professionnelle, ou être induites par une association d'expositions (air intérieur, extérieur, exposition professionnelle, tabac, etc.). Nous avons principalement pris en compte les études relatives à la pollution de l'air extérieur et les associations à d'autres facteurs de risques.

Les principales maladies respiratoires que nous avons considérées sont l'asthme (As), les bronchites aiguës (BA) ou les bronchites chroniques (BC), les cancers des voies respiratoires et les broncho-pneumopathies obstructives chroniques (BPCO).

Les coûts engendrés pour le système de soin restent mal connus et très approximatifs dans les études sur la pollution de l'air. L'objet de cette étude est d'affecter des valeurs au coût unitaire de prise en charge de chacune des maladies et des hospitalisations, puis de préciser le pourcentage de maladies ou de dépenses attribuables à la pollution de l'air afin d'obtenir un coût pour le système de soin.

Des études et des modèles existants imparfaits

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes particulièrement intéressés aux valeurs de l'étude Ademe-PREDIT [1] (étude réalisée en 1996 avant les résultats d'APHEKOM en 2013). Cette étude reposait sur l'étude APHEA¹ dans 15 villes européennes. Elle modélisait l'exposition des populations à la pollution de l'air sur l'ensemble du territoire. Depuis cette époque, les résultats publiés en 1999 font référence en matière d'évaluation et de méthodologie d'évaluation des impacts sanitaires de la pollution de l'air.

Dans les travaux cités ci-dessus, des simplifications dont il faut tenir compte ont pu être faites en ce qui concerne :

– La définition des groupes de pathologies : confusion entre BC et BPCO et donc sur l'évolution en termes de mortalité² (l'une étant irréversible et à évolution invalidante, l'autre non) ;

¹ L'étude APHEA sur 15 villes européennes représentait 25 millions d'habitants (ERPURS pour l'île de France en 1994). PREDIT a réalisé une extrapolation sur l'ensemble de la Suisse, la France et l'Autriche à partir des villes de chaque pays. APHEA s'appelle aujourd'hui APHEKOM et évalue l'exposition dans 26 grandes villes d'Europe.

² A. Garric s'interroge sur la réalité d'un tel chiffre dans un article publié le 06 mars 2013 sur www.lemonde.fr, *Les particules fines causent-elles vraiment 42 000 morts par an en France ?*

- Les coûts de soins unitaires pour ces pathologies : en confondant certaines pathologies, les coûts qui leur sont affectables ont aussi été confondus ;
- Les restrictions de populations étudiées : les études qui permettent de déduire les fractions attribuables à l'environnement (FAE) semblent restrictives en termes de populations étudiées (individus habitant en zone exclusivement urbaine ?).

Nous avons donc cherché à nous rapprocher des chiffres les plus récents. Cela nous a contraints à réaliser une ventilation par population et par pathologie la plus précise possible, à confronter ces données et les modèles de protocoles thérapeutiques aux pratiques des médecins sur le terrain.

Le périmètre étudié : le système de soin français

Le système de soin est défini comme l'ensemble des intervenants publics ou privés, des opérateurs de soins, des prestataires de services physiques ou financiers contribuant à la prise en charge du patient, de ses séquelles ou de son accompagnement. Dans l'étude, nous avons pris en compte les indemnités journalières pour arrêt de travail, ce qui dépasse les limites strictes de l'offre de soin mais reste dans le périmètre que nous avons choisi de la prise en charge par le système de santé.

Certaines entités qui participent à l'offre de soin ont des activités multiples. Par exemple, les assurances complémentaires peuvent verser des prestations en cas d'arrêt de travail, mais elles offrent aussi des assurances traditionnelles. Le même problème se pose pour le transport des malades qui peuvent avoir recours à une société de taxi qui ne participe pas à l'offre de soin mais en assure en partie la logistique (figure 1).

Les indemnités journalières du malade en cas d'arrêt de travail : un coût pour les caisses d'assurance maladie et les assurances complémentaires santé

Les pathologies liées à la pollution de l'air touchent tous les individus sans distinction (chômeur, retraité, actifs, inactifs). Il faudrait donc catégoriser ces populations par activité, par niveau de revenu, par niveau de protection des mutuelles, affecter un nombre de cas par tranche d'âge et par pathologie, etc.

Ces données semblent ne pas exister. Nous avons donc retenu la valeur 2011 de 48,43 euros (voir encadré 1)

qui implique certaines sous- ou surévaluations qu'il est nécessaire de préciser :

- Les calculs incluant la valeur à 48,43 euros sans carence sont surévalués pour les personnes au SMIC, « moins » surévalués pour les personnes gagnant moins de deux fois le SMIC (souvent affiliés à une mutuelle ou assurance complémentaire), et sous-évalués pour les personnes gagnant au moins deux fois le SMIC (dont les ressources permettent l'accès aux assurances complémentaires et mutuelles).

- Les calculs surévaluent la durée d'arrêt prise en charge par l'assurance maladie car nous avons considéré que la carence des trois jours est globalement prise en charge par les mutuelles pour les salariés du privé.

- Pour la fonction publique, il existe une sorte « d'invisibilité » des indemnités journalières puisque les arrêts courts n'ont pas d'impact sur les revenus pour l'année 2011, qui est notre année de référence.

- Hormis le coût de compensation de salaire du patient, ce montant est aussi inférieur au coût réel des jours d'arrêt, car il ne prend pas en compte d'autres frais comme la garde du malade, frais de garde d'enfants et d'autres coûts tangibles.

Cette valeur moyenne d'une journée d'arrêt toutes populations confondues de 48,43 euros est probablement sous-évaluée par rapport à la réalité du coût global d'une journée d'arrêt. Certains coûts sont sous-évalués dans la comptabilité des caisses comme les coûts administratifs de traitement des arrêts. La valeur de 48,43 euros est une approche par coût des dépenses de soin, plus proche d'une certaine réalité du système de soin que la valeur du PIB par habitant et par jour qui se rapporte à la perte de productivité.

La FAE ou fraction attribuable à l'environnement : un outil simple et délicat à construire

La fraction attribuable à l'environnement se définit comme la part de chacune des maladies étudiées, attribuable à l'environnement sur l'ensemble des cas connus. Elle est le plus souvent exprimée en pourcentage. Elle peut être connue par une étude épidémiologique ou être obtenue en déduisant la part du tabac et des expositions professionnelles (valeurs publiées dans la littérature scientifique, avec une marge d'incertitude liée aux effets additifs ou multiplicatifs). Une fois cette part connue, elle est appliquée à l'ensemble des cas dénombrés pour connaître le nombre de cas attribuables à l'environnement. Certaines FAE ainsi évaluées ont permis d'en déduire d'autres (par exemple celle de la BPCO permet d'approcher celle de la BC).

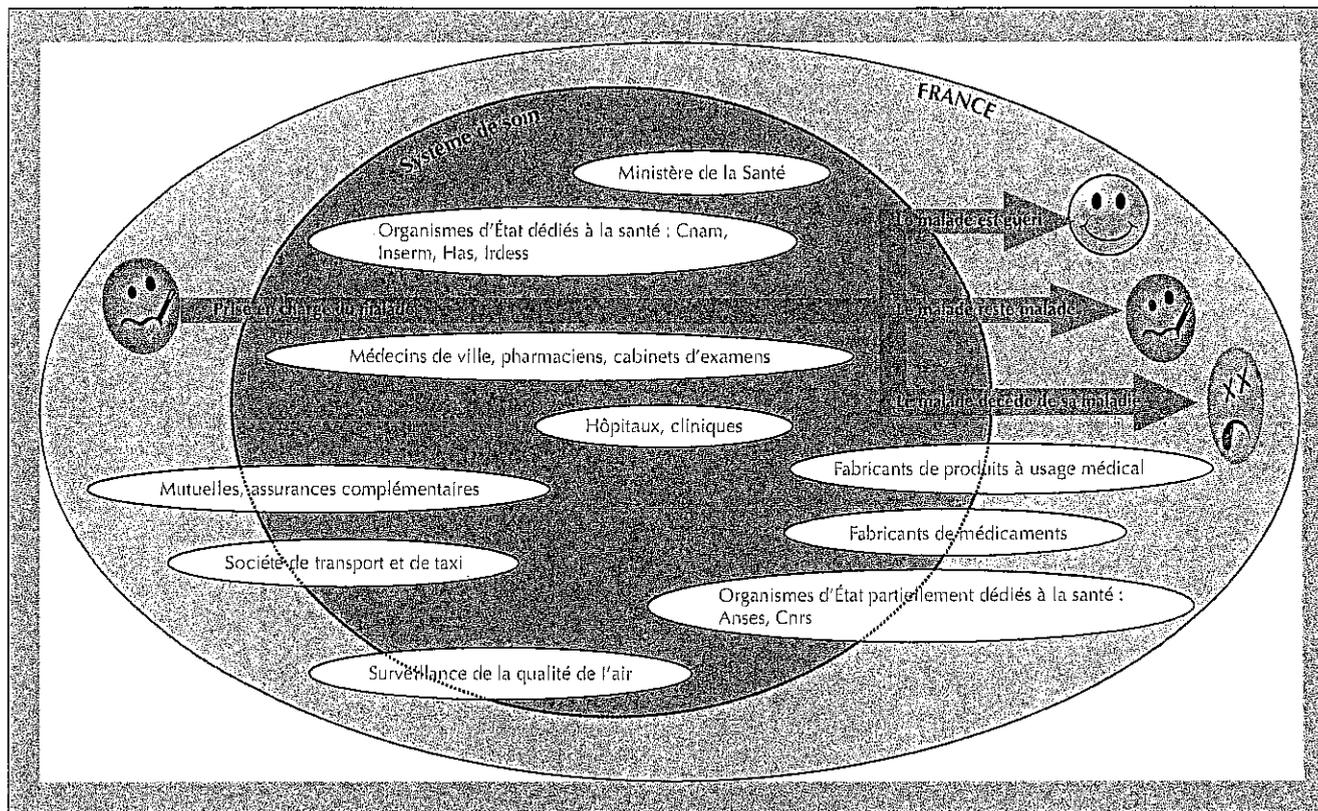


Figure 1. Périmètre de l'étude : le système de soin français.

Figure 1. Study scope: French health care system.

(Source: Rafenberg, Dixsaut, Annesi-Maesano).

Les hôpitaux et cliniques sont inclus dans le système de soin, la totalité de leurs activités s'inscrit dans celui-ci. Les fabricants de médicaments sont à cheval sur le système de soin, une partie de leurs activités est constituée de chimie fine pour l'industrie, compléments alimentaires, préparation vétérinaire, etc. Il en est de même pour une société de taxi qui a la charge de transport de malades mais dont l'activité principale est le transport de clients bien portant.

La contrainte du coût annuel pour les maladies évolutives ou chroniques

Pour les BPCO évolutives et les BC simples, nous avons pris le parti de calculer le coût induit dans l'année par les nouveaux cas attribuables à la pollution de l'air.

Théoriquement, pour connaître précisément la part qui est imputable à l'environnement durant une année, il faudrait imputer les coûts de soins des malades déclarés sur toute la durée de survie (prévalence). Dans le cas d'une BPCO, ces coûts sont à calculer selon la sévérité qui s'accroît dans le temps lors de l'évolution tout en réduisant l'espérance de vie : nous ne savons pas évaluer le coût de prise en charge des cas prévalents qui varient en coût au cours de l'évolution de la gravité de la pathologie.

Comme nous n'avons pris en compte que les nouveaux cas incidents de l'année, cette étude a

tendance à largement sous-estimer le coût réel de cette pathologie.

Pour l'As, le problème est identique, car sur une année complète, les asthmatiques dont la maladie s'est déclarée depuis de nombreuses années, sont encore en traitement sur l'année considérée. Pour cette pathologie nous avons pris le parti de calculer le coût attribuable à l'environnement sur l'année, quelle que soit l'ancienneté du malade dans sa pathologie mais en tenant compte de sa gravité.

Cette « photographie » annuelle des coûts pour le système de soin français est donc imparfaite et globalement très sous-estimée.

Estimer les impacts et leurs coûts

Pour chacune des maladies étudiées, l'étude s'est attachée à estimer le nombre de cas puis les coûts affectables à cette maladie (figure 2 et encadré 2).

Encadré 1

Le chiffrage des indemnités a été réalisé sur la base des éléments suivants (en 2011) :

- 15% de la population active française gagne le SMIC. L'indemnité journalière est de 35,16 euros.

- 52% de la population active gagne entre un SMIC et moins de deux fois le SMIC. L'indemnité journalière est entre 35,16 euros et 48,43 euros.

- 33% gagne au moins deux fois le SMIC ou plus. L'indemnité journalière est de 48,43 euros. (source Insee - Institut national de la statistique et des études économiques).

Les indemnités pour arrêt maladie sont versées aux demandeurs d'emplois, elles ne sont toutefois pas compatibles avec l'allocation chômage qui est "gelée" durant le versement de ces indemnités. Il s'agit d'un transfert de charge entre l'assurance chômage et l'assurance maladie.

Les personnes bénéficiant d'un revenu de solidarité et/ou d'autres aides à caractère social continuent de recevoir des aides, même malades. Si ces sommes ne transitent pas par le système de soin, elles restent à la charge de l'Etat.

Les assurances et mutuelles compensent une partie du manque à gagner lié à la carence des trois jours dans le privé (2011), surtout pour les arrêts de courte durée. Ce type de remboursement constitue un produit d'appel dans la concurrence qu'elles se livrent. Le délai de carence n'existe pas dans le secteur public jusqu'en 2011 (il a été supprimé en 2012 et 2013, puis est de nouveau appliqué depuis fin 2013) soit pour environ 25% de la population active qui travaille dans les fonctions publiques (Etat, territoriale, hospitalière).

Pour réaliser une estimation fine du nombre de cas, il est nécessaire de connaître la gravité de chaque cas, les évolutions possibles dans le temps et dans l'échelle de gravité.

Il est possible, soit de connaître le nombre de patients pris en charge par le système de soin sur l'année (As, BC, BPCO) soit le nombre cas déclarés dans l'année (BA). Les cas de cancers, bien que nécessitant une prise charge à long terme, sont estimés à partir des cas déclarés dans l'année et pris en charge pour la première fois (prise en charge de première intention).

L'estimation des coûts unitaires de chaque maladie constitue la seconde partie. Elle nécessite :

- Soit l'identification des protocoles thérapeutiques pour les rapprocher de leurs coûts (soin/traitement/hospitalisation) qui sont ensuite sommés ;
- Soit l'obtention d'une donnée globale *ad hoc* dans une publication scientifique représentant le coût total de prise en charge du patient.

Il est parfois nécessaire de réaliser les deux approches pour confronter les données et choisir la donnée la plus fiable.

La multiplication du nombre de cas annuels par le coût unitaire permet l'obtention d'un coût global par maladie ou pour les hospitalisations.

Évaluation du coût des broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO)

La BPCO est une maladie respiratoire chronique progressive et non réversible. Cette maladie se caractérise par une réduction progressive de la fonction respiratoire (obstruction), par une hypersécrétion des muqueuses prenant l'apparence d'une BC permanente (toux, expectoration, dyspnée).

Mais la BPCO n'est pas une BC ! Il existe une confusion entre BC et BPCO dans les études sur les impacts de la pollution de l'air. Cette confusion est à l'origine d'une évaluation erronée des coûts de la BPCO dans l'étude Ademe-PREDIT. La lecture attentive montre une agrégation³ des deux pathologies dans une valeur unique « BC » dont la valorisation des traitements médicaux est très faible par rapport aux broncho-pneumopathies chroniques obstructives. Cette confusion est répétée dans les modélisations des impacts sanitaires de la pollution de l'air (NEEDS, EXTERNE, CAFE, etc.).

La valeur avancée dans l'étude Ademe-PREDIT de 1999 pour les « bronchites chroniques » est de 3 300 euros/15 ans, avec un coût annuel de 220 euros par an. Le fait d'affecter une durée de 15 ans pour la BC n'est pas fondé, une telle durée de 15 ans étant plutôt celle de la durée de survie moyenne des patients atteints de BPCO. En parallèle, nos estimations sur le coût annuel des BPCO légères, que nous avons rapproché en termes de coûts de traitements des BC, sont trois fois supérieures à la valeur de 220 euros (voir chapitre Évaluation du coût des bronchites chroniques simples (BC)).

Cette différence ne peut pas être expliquée par l'actualisation du coût entre 1999 et 2011, mais certainement par une sous-estimation des protocoles thérapeutiques dans les études précédentes (confusion BPCO/BC) et/ou en raison de l'évolution thérapeutique.

Si toutefois la catégorie « BC » de l'étude Ademe-PREDIT recouvrait des BPCO, la valeur de 3 300 euros pour la durée de 15 ans serait alors très fortement inférieure aux valeurs attendues sur cette même période. À titre d'ordre de grandeur, en considérant arbitrairement une évolution progressive sur 15 ans de la BPCO, que le patient passe 6 ans au stade léger, 6 ans au stade moyen et 3 au stade sévère avant son décès, le coût sur cette

³ L'agrégation est en réalité faite dans les modèles utilisés par l'étude.

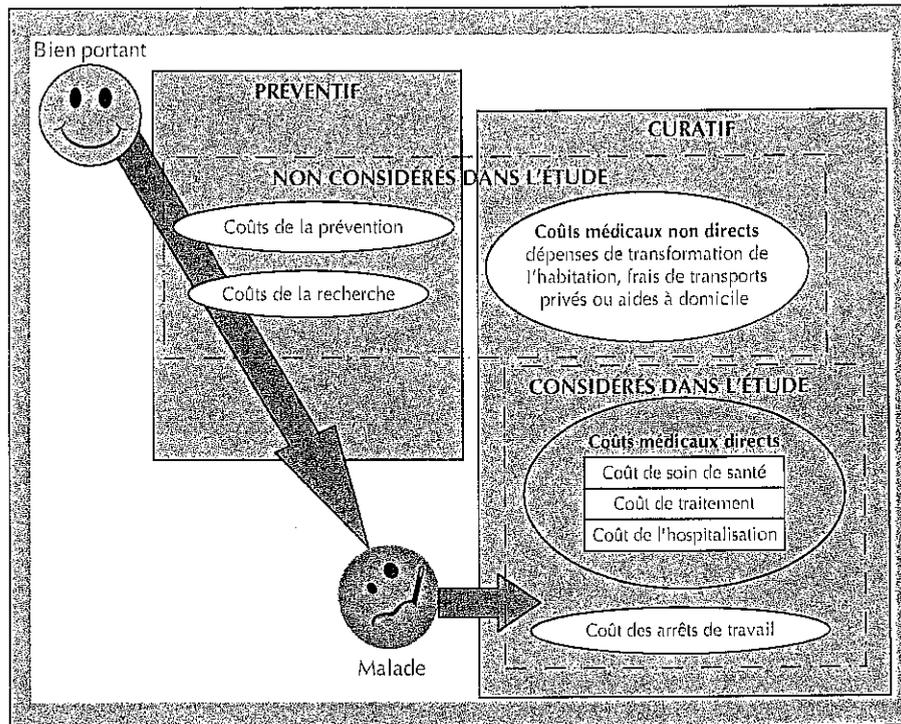


Figure 2. Périmètre de l'étude : les coûts.

Figure 2. Study scope: Costs.

(Source : Rafenberg, Dixsaut)

Encadre 2

Les inconnues : coûts d'examen et coûts de transports

Les coûts d'examen complémentaires hors hôpital (radios, analyses, etc.) ne sont pas toujours visibles mais ils sont pourtant pris en charge. Les examens prescrits en médecine de ville en dehors des cancers et affections de longue durée ne sont pas connus et ne peuvent être pris en compte. Cela occasionne une sous-estimation notable.

Le coût du transport des malades, qui représente une part importante des dépenses de santé, n'est pas connu pour les différentes maladies (As invalidant, cancer, BPCO). Nous ne disposons pas des données nécessaires pour estimer les coûts occasionnés mais le fait de ne pas les estimer contribue à une autre sous-estimation notable. Le transport pris en charge par l'assurance maladie représente 3,5 milliards d'euros en 2010 pour plus de 65 millions de trajets effectués et plus de cinq millions de bénéficiaires.

période de 15 ans est compris entre 20 000 et 25 000 euros (au lieu de 3 300 euros). Le fait de ne pas avoir défini de catégorie spécifique BPCO dans l'étude Ademe-PREDIT est aussi un élément supplémentaire qui plaide en faveur d'un amalgame entre les BC et BPCO, avec la conséquence de masquer une partie des (vraies) BC et une large part des BPCO très coûteuses en soins.

Il n'a pas été possible de déterminer avec précision le nombre de nouveaux cas annuels de BPCO tous stades confondus. La seule donnée annuelle connue est constituée par environ 40 000 nouveaux cas diagnostiqués BPCO admis en ALD⁴ 14 « insuffisance respiratoire grave » (2009), selon le ministère de la Santé. Ces 40 763 cas correspondent tous à des stades sévères, selon les critères de reconnaissance de l'affection de longue durée. Cette population semble sous-estimée car de nombreux malades de BPCO « s'ignorent », d'autres ne rentreront pas dans une classification ALD « maladie respiratoire chronique » car ils souffriront aussi d'affec-

⁴ ALD = affection de longue durée.

tions cardiaques ou circulatoires en relation ou non avec leur BPCO.

En utilisant les modèles de répartition par niveau de gravité [2], appliqués au total des nouveaux cas de BPCO pris en charge en ALD dans l'année, nous obtenons : 40 763 nouveaux cas sévères (8,5 %), 64 741 nouveaux cas modérément sévères (13,5 %), 134 278 nouveaux cas modérés (28 %) et 239 782 nouveaux cas considérés comme légers (50 %). Le total annuel de nouveaux cas de BPCO est ainsi, et selon ce mode d'estimation, d'environ 479 500 cas incidents sur l'année considérée.

Hollander et Mesle du RIVM (*Netherlands National Institute for Public Health and the Environment*) [3] évaluent la FAE des maladies respiratoires chroniques entre 5 et 15 % dans les pays développés. Nous pouvons aussi approcher la FAE en considérant que 80 % des BPCO sont attribuables au tabac et 10 % attribuables à une exposition professionnelle (Institut national de recherche et de sécurité - INRS). Il reste donc 10 % attribuables à l'environnement soit 47 900 cas. Nous avons choisi de considérer les valeurs hautes, 10 % à 15 %, ce qui indique qu'entre 47 900 et 72 000 nouveaux cas par an de BPCO sont attribuables à l'environnement.

Le coût des BPCO attribuables à l'environnement doit être évalué en tenant compte de la sévérité.

En matière de coûts, nous nous fondons sur l'étude SCOPE [4]. En appliquant ces valeurs au nombre de cas ventilés par gravité, nous obtenons un coût pour le système de soin compris entre 124 millions d'euros/an et 186 millions d'euros/an (tableau 1).

Évaluation du coût des bronchites chroniques simples (BC)

La BC est la plupart du temps provoquée par le tabagisme, la pollution de l'air ou une exposition

professionnelle (les causes s'associent ou se cumulent). Ces bronchites sont réversibles, par exemple si le patient est éloigné des sources de pollution ou arrête de fumer.

Il n'a pas été possible de trouver des données relatives au nombre annuel de cas de BC. Notre étude a donc réalisé une estimation des cas attribuables à l'environnement et des coûts médicaux directs.

Nous savons que les symptômes de la BC ne prédisent pas la survenue d'une BPCO (apparition d'un trouble ventilatoire obstructif irréversible), mais environ 20 % des patients atteints de BC présenteront une BPCO. Nous avons estimé que l'évolution se faisait de BC à BPCO légère.

Le nombre total de nouveaux cas de BPCO légère par an étant estimé à environ 239 782, en appliquant la valeur de 20 % de BC évoluant en BPCO à ces 239 782 cas, le nombre de nouveaux cas de BC simple peut être estimé à environ 1 200 000 nouveaux cas par an.

Pour déterminer la FAE, nous utiliserons le raisonnement suivant : 80% pour le tabac, 10 % pour les expositions professionnelles. Il reste 10 % du total des BC attribuables à l'environnement. Le nombre de nouveaux cas annuels de BC simples attribuables à l'environnement est ainsi estimé à environ 120 000 cas.

La seule pathologie pouvant se rapprocher de la BC simple par ses symptômes est la BPCO légère. L'étude de l'InVS (Institut de veille sanitaire) [5] n'a pas pu faire la part entre les recours aux soins directement liés à la maladie et ceux liés à une co-morbidité (épisode de BA par exemple), mais les patients atteints de BPCO légère ont consulté au moins sept fois dans l'année.

En partant de la définition de la BC (trois mois de toux continue par an pendant au moins deux ans, phénomènes réversibles, etc.), il semble raisonnable de n'affecter que cinq consultations par an au lieu des sept de la BPCO légère : deux consultations pour des épisodes aigus (comptabilisés dans les BA), deux consultations de

Tableau 1. Coût annuel pour le système de soin des nouveaux cas de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) attribuables à l'environnement.

Table 1. Annual costs to the health care system of new cases of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) attributable to the environment.

	% par gravité	50 %	28 %	13,5 % de BPCO	8,5 %	Total des coûts pour le système de soin des BPCO attribuables à la pollution de l'air	
		de BPCO légères	de BPCO modérées	modérées sévères	de BPCO sévère		
Coût unitaire annuel de prise en charge €/an		600 €/an	3 861 €/an	3 922 €/an	7 914 €/an		
Nombre de nouveaux cas par an des BPCO attribuables à l'environnement	Valeur basse	47 900	23 950	13 412	6 467	123,7 millions €/an	
	Coût mini		14 370 000	51 783 732	25 361 613		32 221 851
	Valeur haute	72 000	36 000	20 160	9 720	6 120	186 millions €/an
	Coût maxi		21,6 millions €/an	77,8 millions €/an	38,1 millions €/an	48,5 millions €/an	

Tableau 2. Coût annuel pour le système de soin des bronchites chroniques simples (BC) attribuables à l'environnement.

Table 2. Annual costs to the health care system of cases of simple chronic bronchitis attributable to the environment.

Nombre total de nouveaux cas de BC par an	Fraction attribuable à l'environnement 10 %	Coût annuel des traitements et des consultations	Coût des arrêts pour BC	Total
1 340 000 cas	134 000 cas	600 €/an	30 jours à 48,43 €	113,4 millions €
		80,4 millions €	33 millions €	

traitement de fond et une spécifique à la maladie (pneumologue, spirométrie, etc.) ou après un épisode aigu.

Il existe un flou dans le parcours de soin de ces patients. L'estimation du nombre de consultations hors épisodes aigus n'est pas réellement connue et se trouve probablement entre une et trois consultations par an et par patient. Mais un traitement de fond ne peut être dispensé que pour six mois maximum. Une année complète nécessite donc au moins deux visites chez le médecin. De plus, il est certain que les patients atteints de BC simples développent des co-morbidités, mais en l'absence d'étude, nous n'avons rien pu associer. Trois consultations annuelles semblent donc être une estimation assez proche de la réalité.

Nous ne disposons pas d'étude spécifique sur le coût de traitement et de consultation d'une BC, nous l'estimons par analogie. Nous affectons à l'ensemble des malades atteints de BC le même parcours de soin que pour une BPCO légère (il n'est pas possible de faire une analogie avec la BA car les traitements inhérents à la maladie sont spécifiques de la chronicité et s'étalent sur l'année, leurs coûts sont donc beaucoup plus élevés que dans une BA).

La H.A.S (Haute autorité de santé) recense les différentes classes de médicaments utilisés [6] :

- Les broncho-dilatateurs qui se déclinent en de multiples classes⁵ avec des coûts très variables⁶. Ils sont souvent prescrits sous formes d'inhalateurs à actions rapides ou prolongées et leurs coûts sont de l'ordre de plusieurs dizaines d'euros (de 20 euros à plus de 40 euros par inhalateur, dont le volume couvre en général 1/2 mois à 1 mois au maximum).

- Des corticoïdes inhalés peuvent être associés. Le prix, de 20 euros à plus de 40 euros, est tout aussi élevé pour des durées de traitements équivalentes (1/2 mois à 1 mois).

En l'absence d'information précise sur le coût moyen annuel du traitement des BC simples, nous reprendrons la

valeur moyenne des coûts des traitements associés aux BPCO moyennes que propose l'étude SCOPE, soit 600 euros par an. Nous associons à ce coût les trois consultations médicales à 23 euros.

La BC et les comorbidités associées sont responsables d'arrêts maladie. Il est difficile d'estimer précisément la durée de ces arrêts et la population concernée. Cependant, une étude indique que 16,9 % [5] des personnes atteintes de BC ont au moins un mois d'arrêt maladie dans l'année.

Nous retiendrons cette valeur en l'absence d'une ventilation du pourcentage d'arrêt par durée. En appliquant la valeur de 48,43 euros, le coût des arrêts peut être estimé à environ 33 millions d'euros (tableau 2).

Évaluation du coût des bronchites aiguës (BA)

La BA est la plupart du temps provoquée par une infection virale des voies aériennes (80 % - 90 % des cas) et survient brusquement sur une courte période, par opposition à une BC qui s'étale sur plusieurs mois. La BA peut aussi être liée à une exacerbation d'une pathologie chronique. Les phénomènes peuvent être intenses et nécessiter une hospitalisation, notamment chez les personnes âgées et les enfants. Il n'y a pas de compte double pour les hospitalisations qui font l'objet d'un compte particulier (voir chapitre Évaluation du coût des hospitalisations).

On estime à 10 millions le nombre annuel de cas de bronchites aiguës en France [7]. Elles seraient aussi à l'origine de plus de 20 millions de consultations médicales par an. C'est la première cause de consommation d'antibiotiques et elle représente environ un tiers de la consommation totale d'antibiotiques en France [8]⁷. Dans le PMSI (Programme de médicalisation des systèmes d'information), on dénombre 34 149 hospitalisations pour

⁵ Bêta 2 stimulant, ou anticholinergiques.

⁶ Dictionnaire VIDALTM.

⁷ Le coût des antibiotiques est estimé à environ 800 millions à 1 milliard d'euros par an selon les années. Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM). *Dix ans d'évolution des consommations d'antibiotiques en France*. Juin 2012.

Tableau 3. Coût annuel pour le système de soin des bronchites aiguës (BA) des adultes et des enfants attribuables à l'environnement.

Table 3. Annual cost to the health care system of cases of acute bronchitis attributable to the environment in adults and children.

	Nombre de cas de BA attribuables à l'environnement	Coût de soin et traitements	Coût des arrêts de travail	Total
Enfants	450 218	52 €	-----	23,4 millions €
Adultes	500 000	52 €	5 x 48,43 € = 242 €	147 millions €
Total du coût attribuable à l'environnement pour les bronchites aiguës des adultes et des enfants				170,4 millions €

BA en 2003, réparties par tranche d'âges : 24 % pour les moins de 25 ans, 6 % pour les 25-44 ans, 13 % pour les 45-64 ans et 57 % pour les 65 ans et plus. Ces indices de morbidité sont plus élevés aux extrêmes de la vie (moins de 25 ans et plus de 65 ans). On retrouve ici la sensibilité accrue à la pollution de l'air de ces tranches d'âges.

L'étude de Chanel *et al.* [1] propose un nombre annuel de BA attribuables à la pollution de l'air de 450 218 cas mais uniquement pour les enfants de moins de 15 ans (environ 4,5 % du total des 10 millions de cas, ce qui est dans l'ordre de grandeur de la FAE). Nous retiendrons cette valeur de 4,5 % pour les enfants de moins de 15 ans. Il reste 9,5 millions de cas dont une part peut être attribuée à la pollution de l'air chez les adultes [9].

Comme il n'est pas possible d'évaluer la fraction attribuable à la pollution de l'air applicable aux 9,5 millions de cas de BA des adultes, notre étude a pris le parti d'approcher cette valeur par d'autres moyens.

La littérature scientifique recense de nombreuses études sur le tabac. Nous savons que 80 % des BPCO [2], 80 % à 90 % des cancers bronchiques [10] et des BC lui sont imputables. En l'absence de donnée de la littérature sur le pourcentage de BA chez les adultes attribuables à l'environnement, nous avons donc extrapolé empiriquement aux BA les valeurs de cette répartition. Nous proposons d'affecter 80 % des 10 millions de cas de bronchites au tabagisme (actif ou passif⁸) et/ou à la sensibilité naturelle des individus (génétique ou épigénétique, ce qui revient à dire qu'avec ou sans tabac, avec ou sans pollution, ces personnes auraient « attrapé » une bronchite). Une autre part, restreinte, est affectable aux expositions professionnelles (fumées, poussières, gaz, variations de températures brusques, diverses expositions, etc.), estimé à environ 10 % par analogie aux BPCO après correction des effets du tabac [11].

⁸ Un total de 24 % des cas de BA et de pneumonie seraient attribuables à la fumée de tabac dans l'environnement. Actes du colloque. *Fumeur : mode d'emploi*. Conseil québécois sur le tabac et la santé, Société canadienne du cancer. Septembre 1999.

La part attribuable à l'environnement des BA des adultes de plus de 15 ans (plus de 65 ans compris) se situe aux environs de 5 %, soit presque la même valeur que pour les moins de 15 ans. Le nombre de cas de BA des adultes annuellement attribuable à l'environnement est ainsi d'environ 500 000.

La durée de l'arrêt de travail pour une BA est estimée par la H.A.S [12]. Elle propose une valeur variable selon le type d'emploi, mais nous retiendrons la valeur moyenne de 5 jours avec un coût d'une journée d'arrêt plafonné à 48,43 euros⁹.

Nous avons cherché à décomposer les coûts médicaux directs des BA. Le prix d'une consultation sans dépassement chez le généraliste est de 23 euros (remboursé 22). Le coût de l'antitussif le moins cher sur le marché est d'environ 5 euros (source H.A.S, produit encore prescrit en 2011), une boîte d'antalgique coûte environ 2 euros, et le moins coûteux des antibiotiques à visée pulmonaire coûte environ 4 euros/boîte (si nécessaire). Cependant, le coût total moyen de l'ordonnance en 2007 est estimé par l'Irdes (Institut de recherche et documentation en économie de la santé) à 29,40 euros pour les prescriptions des BA, de la grippe, de la toux et des affections aiguës des voies respiratoires supérieures [13]. Nous préférons additionner la valeur de l'Irdes aux 23 euros de la consultation. Le montant est d'environ de 52 euros (tableau 3).

Évaluation du coût de l'asthme (As)

L'enquête GINA 2006 [14] estimait que six asthmatiques sur dix présentaient des symptômes de la maladie insuffisamment contrôlés. En 2008, la Cnam (Caisse nationale d'assurance maladie) indiquait qu'environ un quart des personnes atteintes d'As persistant n'étaient pas soignées correctement. Depuis, la prise en charge des As intermittents et persistants s'est améliorée grâce à de nouveaux traitements et une généralisation des traitements

⁹ Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM), règles de calcul des indemnités journalières des arrêts maladie. www.ameli.fr

Tableau 4. Ventilation par gravité et par coûts des cas d'asthmes attribuables à l'environnement.

Table 4. Breakdown of asthma cases attributable to the environment, by severity and by costs.

Nombre de cas d'asthmes attribuables à l'environnement	Très léger à léger 39 %	Modéré 43 %	Sévère 18 %	Total
Valeur basse (10 %)	156 000 cas	172 000 cas	72 000 cas	400 000 cas
Valeur haute (35 %)	546 000 cas	602 000 cas	252 000 cas	1 400 000 cas
Coût de traitement	443 €	764 €	1536 €	
Valeur basse	69,1 millions €	131,4 millions €	110,6 millions €	311,1 millions €
Valeur haute	242 millions €	460 millions €	387 millions €	1089 millions €
Passages aux urgences imputables à l'environnement	191 € par passage			
	Valeur basse	20 000		3,8 millions €
	Valeur haute	70 000		13,4 millions €
Valeur basse du coût total de l'asthme	315 millions €			
Valeur haute du coût total de l'asthme	1102,4 millions €			

préventifs de l'As intermittent pris en charge comme l'As persistant : les traitements préventifs permettent de réduire la fréquence des crises et la mortalité [15]. Nous avons pu estimer le coût annuel de traitement pour un As intermittent léger à environ 800 euros en 2012 contre 443 euros en 2006 [14, 15]. L'évolution de ces coûts tient aux nouveaux traitements apparus depuis 2006 et à la prise en charge des asthmatiques persistants et intermittents, généralement pris en charge de façon continue en médecine de ville. Faute d'avoir pu évaluer les coûts pour les autres niveaux de gravité, nous retiendrons les valeurs de l'enquête ESPS 2006, exhaustive sur la prévalence, le contrôle et les déterminants de l'As en France.

Il n'est pas possible de déterminer le nombre de nouveaux cas d'As déclarés, avec une gravité connue, durant une année pleine. Par contre, il est possible de déterminer l'impact de l'environnement sur l'ensemble des soins, des traitements et des hospitalisations associables aux asthmatiques durant une année (c'est-à-dire des nouveaux cas déclarés dans l'année ou les cas plus anciens encore en traitement).

En 2006, Delmas *et al.* [16] estiment qu'il y aurait plus de 4 millions d'asthmatiques en France (6,7 % de la population totale et 9 % des enfants - première maladie chronique de l'enfant [14]). En ce qui concerne la FAE, nous retenons que de 10 % à 35 % des cas d'As sont attribuables à l'environnement (Afsset [17])¹⁰. La ventilation retenue par gravité et par coût de soin est celle proposée par l'étude Com-Ruelle *et al.* en 2002. Nous appliquerons cette ventilation à l'ensemble des As (persistants ou intermittents) (tableau 4).

La prise en charge de l'As aigu dans les services d'urgences hospitalières représente environ 200 000

passages dans les services d'accueil des urgences hospitalières chaque année en France (Salmeron [18]). Nous appliquerons la fraction attribuable de 10 % à 35 % à ces passages aux urgences hospitalières pour estimer qu'entre 20 000 et 70 000 passages aux urgences hospitalières sont imputables à la pollution de l'air. La valeur d'un passage aux urgences hospitalières est estimée à 191 euros [19].

Évaluation du coût des cancers des voies respiratoires

En 2011, l'INCa (Institut national du cancer) recensait 40 205 nouveaux cas [20] de cancers de l'appareil respiratoire inférieur (poumons, bronches, plèvre) et 7 600 cas de l'appareil respiratoire supérieur (lèvre, cavité orale, pharynx) sur 365 500 nouveaux cas de cancers estimés en 2011. Les cancers de l'appareil respiratoire inférieur représentent près de 11 % de tous les nouveaux cas de cancers détectés annuellement et ils sont responsables de près d'un décès sur cinq attribuables aux cancers. Ces cancers peuvent être induits par différentes expositions cumulées ou une succession d'expositions (air intérieur, extérieur, exposition professionnelle, tabac, etc.).

Selon l'Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) [17], 1 à 5 % des cancers sont généralement d'origine environnementale. Pour ce qui concerne les cancers des voies respiratoires, Mesle et Hollander [3] précisent que les différentes causes n'ont pas les mêmes effets : le radon naturel représenterait 3 à 10 % de l'incidence, le tabagisme passif de 1 à 5 % de l'incidence, le tabagisme actif de 80 % à 90 % de l'incidence. Pour la pollution atmosphérique, ils attribuent un intervalle de 4 % à 10 % aux particules fines. Le 1 % de l'Afsset semble minimiser l'impact de la pollution.

¹⁰ 26 à 53% pour l'OMS mais pour tous les pays et avec l'air intérieur.

Tableau 5. Cancers respiratoires imputables à l'environnement.

Table 5. Respiratory cancers attributable to the environment.

Type de cancer : voies respiratoires basses (poumons, bronches, plèvre)			
Nombre de cas 2004	FAE	Intervalle	
40205 cas	De 4 % à 10 %	Valeur basse	1 608
		Valeur haute	4 020
Type de cancer : voies respiratoires hautes (lèvre, cavité orale, pharynx)			
Nombre de cas 2004	FAE	Intervalle	
7 600 cas	De 1 % à 5 %	Valeur basse	76
		Valeur haute	380
Total des cancers toutes localisations confondues		Valeur basse	1 684
		Valeur haute	4 400

FAE = fraction attribuable à l'environnement

L'intervalle retenu est un composite des intervalles de l'Afsset et du RIVM (tableau 5).

Le taux de survie des cancers des voies respiratoires nous est fourni par l'INCa. Il décroît très notablement dans les deux premières années après diagnostic et est estimé à 12,3 % à $n + 5$ [21], le cancer du poumon reste un cancer dont le taux de survie est faible.

En prenant en compte ces paramètres, nous avons ventilé les patients vivants et décédés sur les années précédentes. Le taux de survie global a peu varié durant les dernières années. Cette ventilation nous permet de déterminer : les patients pris en charge dans un suivi post-thérapeutique sur l'année observée sur une durée de cinq ans (de $n + 1$ à $n + 5$), les patients atteints de cancers dans les années précédentes (jusqu'à $n + 5$) qui décèdent sur l'année observée et les patients qui déclarent une première fois un cancer sur cette même année observée.

Nous avons considéré que le nombre de cancers déclarés restait constant sur cette courte période de cinq ans (tableau 6).

L'INCa [22] indique un coût de prise en charge médicale pour la localisation « appareil respiratoire » d'environ 1 milliard d'euros (examens, hospitalisations, traitements, radiothérapie, chimiothérapie, médecine de ville inhérente à l'ALD elle-même, etc.). Ce coût prend en compte les soins curatifs (y compris les coûts de diagnostic, de suite du premier traitement et de réadaptation) mais pas les soins de support ou palliatifs¹¹. Le coût moyen d'un cancer de l'appareil respiratoire s'établit à 24 000 euros par an en 2004. Ce coût est très

éloigné de la réalité car il n'intègre pas les traitements améliorant la vie du patient hors hospitalisation.

Nous n'avons pas recensé d'étude donnant des informations exhaustives sur la durée des arrêts de travail, en particulier en France, pour les cancers des voies respiratoires. Une valeur moyenne de 120 jours référencée dans une étude qui ne porte pas sur les cancers des voies respiratoires [23] est utilisée par l'INCa (bien que la durée de 120 jours semble faible dans le cas des cancers de l'appareil respiratoire).

Pour le calcul, nous retiendrons 120 jours à 48,43 euros. Le coût de l'arrêt s'établit à 5 811 euros.

Les coûts de prise en charge secondaire d'un cancer suivie du décès du patient à $n + 1$, 2, 3, 4 ou 5 sont estimés équivalents au coût de première intention de l'année n , soit 24 000 euros. Ce coût comprend les coûts de soins de prise en charge secondaire du cancer, les hospitalisations et les soins de fin de vie, souvent très onéreux. Nous appliquons donc ces 24 000 euros aux 1 477 à 4 936 patients qui décèdent au cours de l'année considérée. Dans une approche restrictive nous ne considérons que la possibilité d'une reprise secondaire suivie d'une fin de vie. Il peut y avoir des délais importants entre la reprise secondaire et la fin de vie, voire une reprise tertiaire. La fin de vie devrait aussi être différenciée de la reprise car son coût peut être important. Le coût du cancer est donc minoré.

Nous avons affecté des arrêts de travail aux malades qui décèdent dans l'année étudiée. Au total, 39 % des décès par cancer du poumon surviennent avant 65 ans [24], soit avant l'âge de la retraite. Nous avons donc utilisé la valeur précédente de 120 jours (trois mois en phase terminale) à 5 811 euros pour 39 % des 1 477 à 4 936 décès.

Le suivi post-thérapeutique est plus complexe. Une planification d'examen peut être retrouvée dans la littérature mais elle reste peu exhaustive et n'indique que la fréquence des radios et des scanners thoraciques

¹¹ Soins de support : l'ensemble des soins et soutiens nécessaires aux personnes malades, parallèlement aux traitements spécifiques tout au long des maladies graves. Soins palliatifs : soulager les douleurs physiques et les autres symptômes, mais aussi prendre en compte la souffrance psychologique, sociale et spirituelle. (Source Société française d'accompagnement et de soins palliatifs).

Tableau 6. Nombre de patients atteints de cancers attribuables à l'environnement déclarés, en suivi ou qui décèdent dans l'année (toutes typologies confondues, localisations hautes et basses confondues).

Table 6. Number of cases of cancer attributable to the environment reported, in treatment, follow-up, or who died during the year (all types combined, upper and lower respiratory sites combined).

		Taux de survie						
		2011	2010	2009	2008	2007	2006	
		12,30%	15,20%	17,80%	24,30%	42,90%		
		n+5	n+4	n+3	n+2	n+1	n	
De 2005 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	541	669	783	1 069	1 888	4 400
		Valeur basse	207	256	300	409	722	1 684
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	128	114	286	818	2 512	
		Valeur basse	49	44	109	313	962	
De 2006 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	669	783	1 069	1 888	4 400	
		Valeur basse	256	300	409	722	1 684	
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	114	286	819	2 512		
		Valeur basse	44	109	313	962		
De 2007 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	783	1 069	1 888	4 400		
		Valeur basse	300	409	722	1 684		
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	286	819	2 512			
		Valeur basse	109	313	962			
De 2008 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	1 069	1 888	4 400			
		Valeur basse	409	722	1 684			
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	819	2 512				
		Valeur basse	313	962				
De 2009 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	2 414	5 628				
		Valeur basse	722	1 684				
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	3 214					
		Valeur basse	962					
Sur 2011	Patients déclarant un cancer en 2011 et en vie sur cette année	Valeur haute	4 400					
		Valeur basse	1 684					
Total 2011	Patients vivants	Valeur haute	9 876					
		Valeur basse	3 579					
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	4 561					
		Valeur basse	1 477					

ou des examens cliniques [25]. De nombreux coûts doivent être aussi pris en compte : les séances de réadaptation fonctionnelle, les traitements variés d'amélioration de la vie ou les traitements de la douleur, les actions visant à diminuer les conséquences de la maladie ou les effets secondaires des traitements, les analyses biologiques, les alimentations spécifiques. Le suivi post-thérapeutique est estimé à 25 % du coût de première intention ou de reprise¹², soit 6 000 euros/an sur les deux premières années de la maladie (n + 1, n + 2) pour les 1 132 patients à 3 782 patients. Pour les autres années (n + 3, n + 4, n + 5), l'espacement des contrôles (de six mois à un an), l'atténuation des effets de la maladie et la

diminution des traitements réduisent ces coûts à 25 % du coût de suivi des premières années, soit 1 500 euros (tableau 7).

Évaluation du coût des hospitalisations

Notre étude a été réalisée avant la publication des résultats de l'étude APHEKOM. Nous avons retenu le nombre annuel de cas proposé dans l'étude de Chanel et al. Les hospitalisations pour cause respiratoire sont estimées à 13 796 cas/an et les hospitalisations pour cause cardiovasculaire à 19 761 cas/an.

La durée moyenne d'hospitalisation du PMSI en 2010 est de 8,6 jours. L'estimation du nombre de jours de repos au domicile après hospitalisation est considérée comme équivalente à la durée d'hospitalisation, soit 8,6 jours d'arrêt au domicile, pour un coût par jour d'arrêt de 48,43 euros.

¹² Nous n'avons pas trouvé de valeur spécifique au suivi de ces cancers. Une évaluation des cancers de la tête et du cou évoque une valeur de 26% du montant global du coût. Cette valeur mérite certainement d'être précisée.

Tableau 7. Coût et nombre de patients atteints d'un cancer des voies respiratoires attribuable à l'environnement et pris en charge par le système de soin.

Table 7. Costs and number of patients with cancer of the respiratory system attributable to the environment and managed by the health care system.

	En nombre de patients		Coût unitaire	Coût en Euros	
	Haute	Basse		Haute	Basse
Prise en charge de première intention pour les cancers déclarés dans l'année en cours	4 400	1684	24 000 €	105 600 000 €	40 416 000 €
Prise en charge des patients qui décèdent dans l'année en cours	4 561	1477	24 000 €	109 464 000 €	35 448 000 €
Arrêts maladie des patients qui décèdent dans l'année en cours (39% du total des décès ont lieu avant 64 ans)	1 779	576	5 811 €	10 337 769 €	3 347 136 €
Suivi post-thérapeutique des patients qui sont atteints d'un cancer déclaré 1 an et 2 ans avant l'année en cours (patients encore vivants à n + 1 et n + 2)	3 483	1 131	6 000 €	20 898 000 €	6 786 000 €
Suivi post-thérapeutique des patients qui sont atteints d'un cancer déclaré 3 ans, 4 ans ou 5 ans avant l'année en cours (patients encore vivants à n + 3, n + 4, n + 5)	1 993	763	1 500 €	2 989 800 €	1 144 278 €
Total, sur une année, des patients atteints d'un cancer des voies respiratoires attribuable à l'environnement pris en charge par le système de soin.	14 437	5 055			
Total sur une année des coûts des cancer des voies respiratoires attribuable à l'environnement et pris en charge par le système de soin.				249 millions €	87 millions €

Le coût indiqué par le PMSI pour 2010 pour un séjour d'hospitalisation en rapport avec une affection de l'appareil respiratoire est de 3 654 euros et de 3 880 euros pour une affection de l'appareil circulatoire.

Les indemnités journalières de la Cnam ne sont pas incluses dans les coûts du PMSI (tableau 8).

Résultats

Le coût des maladies respiratoires et des hospitalisations pour maladies cardiovasculaires retenus dans cette

étude, attribuables à la pollution de l'air, est de l'ordre de 1 à 2 milliards d'euros/an (tableau 9).

Ces coûts sont financés par la société sous forme d'impôts, de contributions, de cotisations volontaires ou obligatoires qui permettent au système de soin de fonctionner et d'assurer l'ensemble des prestations médicales et sociales pour les malades.

Ce chiffrage est amélioré par rapport aux précédents. Même s'il est encore incomplet, il s'est attaché à améliorer et à actualiser ces valeurs, à éviter les doubles comptes, à prendre en compte les coûts des différents parcours du malade, à croiser les données avec les constats de terrain et à clarifier certaines données

Tableau 8. Coût annuel attribuable à l'environnement des hospitalisations pour cause respiratoire ou cardiovasculaire.

Table 8. Annual cost attributable to the environment of hospitalizations for respiratory or cardiovascular diseases.

Type d'hospitalisation	Nombre d'hospitalisations attribuables à l'environnement	Coût d'une hospitalisation	Coût des arrêts de travail	Total
Respiratoire	13 796	3 654 €	$(8,6 \times 2) \times 48,43 \text{ €} = 833 \text{ €}$	62 millions €
Circulatoire	19 761	3 880 €	$(8,6 \times 2) \times 48,43 \text{ €} = 833 \text{ €}$	93 millions €
Total du coût attribuable à l'environnement				155 millions €

Tableau 9. Coûts imputable à la pollution de l'air de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations pour maladies cardiovasculaires.

Table 9. Costs attributable to air pollution of five respiratory diseases and of hospitalizations for cardiovascular diseases.

Nature de la pathologie	Nombre annuel de nouveaux cas attribuables à l'environnement		Coût annuel pour le système de soin des nouveaux cas attribuables à l'environnement	
	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
Broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)	26 800	40 200	123,7 millions €	186 millions €
Bronchite chronique (BC)	134 000 cas		113,4 millions €	
Bronchite aiguë (BA)	Enfants 450 218/Adultes 500 000		170,4 millions €	
Asthme (As)	400 000 cas	1 400 000 cas	315 millions €	1 102,4 millions €
Cancers	Voies respiratoires basses	1 608	4 020	87 millions €
	Voies respiratoires hautes	76	380	
Hospitalisations	Causes respiratoires	13 796	155 millions €	
	Causes cardiovasculaires	19 761		
TOTAL			1 milliard €	2 milliards €

tant médicales qu'économiques. Malgré ces améliorations, les résultats sont sous-estimés pour différentes raisons :

- Des coûts ne sont pas pris en compte ou mal identifiés dans la comptabilité du système de soin (transport des malades, prescriptions annexes à la maladie considérée (biologie, explorations fonctionnelles, radiologie) ;
- Des coûts devraient être calculés en tenant compte des durées et des évolutions de la maladie, des aides à la vie ou à la fin de vie, et non en ne tenant compte que des nouveaux cas déclarés ou admis en ALD au cours de l'année (par exemple les BPCO en cours d'évolution devraient s'additionner aux coûts annuels des nouveaux cas, et ce sur toute la durée de vie des patients). On estime à 3,5 millions le nombre total de malades de BPCO en France (prévalence) et nous n'avons retenu que les cas incidents de l'année, c'est-à-dire 40 000 nouveaux cas incident (des cas sévères).

L'étude a aussi permis de constater que des raccourcis dans l'évaluation des coûts médicaux directs avaient pu être faits, induisant une sous-estimation de ces coûts dans les méthodologies d'évaluation des impacts sanitaires qui se sont succédés (NEEDS, EXTERNE, CAFE). Les valeurs proposées variaient de 70 à 600 millions d'euros/an, intervalle régulièrement évoqué, contre 1 milliard d'euros/an à 2 milliards d'euros/an dans notre étude.

Notre estimation du coût pour le système de soin français de ces pathologies et des hospitalisations, même incomplète et sous-estimée, présente l'avantage d'être facilement comprise et partagée par l'ensemble des citoyens (on peut qualifier en raccourci cette estimation

de « coût pour la sécurité sociale »). Ce type d'estimation est moins sujet à débats ou à controverses, plus accessible que les valeurs issues des méthodologies fondées sur les coûts intangibles et le consentement à payer (valeur de la vie et de la souffrance, DALY et QALY par exemple). Cette estimation peut être utile dans les décisions politiques.

Discussion

Les FAE que nous avons retenues pour les différentes pathologies étudiées sont issues de la littérature scientifique. Leurs calculs sont entourés d'incertitudes qui sont larges, et dans la plupart des cas, nous avons considéré l'intervalle d'incertitude le plus large. Ainsi, nos estimations doivent être considérées comme des ordres de grandeurs. Un prochain travail pourrait être d'affiner ces FAE, par exemple en les estimant région par région et en les appliquant à la seule population de la région considérée.

Il semble exister un manque notable de données sur les coûts ventilés par maladie, par âge ou encore par gravité de maladie. Nous avons donc été contraints à des estimations. Par exemple, les coûts moyens de suivi thérapeutique des cancers bronchiques sont estimés faute de données.

D'autre part, si l'évaluation de la durée et des coûts des arrêts maladie représente un bon proxy, plus fiable que les PIB généralement utilisés, elle reste cependant assez imprécise.

Enfin, d'autres pathologies, comme les rhinites, les sinusites, les conjonctivites pourraient aussi faire leur entrée dans ce florilège de coûts pour le système de soin que l'on peut attribuer à la pollution de l'air.

Malgré ces incertitudes, les données manquantes et certaines sous-évaluations, notre étude tente d'aller plus loin que les études précédentes fondées sur le PIB.

Il semble donc nécessaire, de préciser encore un certain nombre de données tant économiques que sanitaires pour améliorer ce calcul qui fournit cependant un ordre de grandeur du coût économique pour le système de soin.

Les coûts tangibles, généralement considérés comme portion congrue dans le coût global de la pollution, sont loin d'être négligeables. S'il en est ainsi, c'est que probablement les méthodologies d'évaluation des impacts sanitaires de la pollution de l'air n'ont pas, ou peu, tenu compte de réalités médicales et se sont focalisées sur des approches essentiellement économiques. NEEDS, EXTERNE, CAFE font peu de distinguo sur la morbidité et il semble même que des confusions importantes aient pu être faites sur l'évolution de certaines maladies : si on ne meurt que rarement d'une bronchite, cette pathologie a cependant un coût pour la société.

Il semble donc que d'éventuelles confusions entre différentes pathologies puissent laisser penser que l'estimation de 42 000 morts annuels en France attribuables à la pollution de l'air soit une valeur discutable (dans notre étude, nous en sommes loin sur les cancers par exemple). Malheureusement, ce nombre de mort et la valeur attribuée à chacun de ces décès ont éclipsé du débat les coûts de la morbidité pour notre société et notre système de soin. Les coûts intangibles (la valeur de la vie) sont des calculs encore incertains, alors que les 1 à 2 milliards d'euros de coût pour le système de soin représentent avec certitude 15 à 30 % du déficit 2012 de la branche maladie de la sécurité sociale.

Il est primordial de poursuivre notre effort d'évaluation de l'impact sur la santé des Français et de l'évaluation du coût sur notre système de soin. L'évaluation de ses impacts pourrait servir de base de réflexion à l'application du principe pollueur payeur, d'autant qu'il est difficile de nier aujourd'hui l'impact de la pollution de l'air sur la morbidité. ■

Remerciements

Financement : aucun ; **liens d'intérêts** : aucun.

Références

1. Chanel O, Masson S, Scapecchi P. *Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : une approche européenne*. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME dans le cadre du programme PREDIT, décembre 1999.
2. Ministère de la Santé et des Solidarités. *Connaître, prévenir et mieux prendre en charge la BPCO*. Programme d'actions en faveur de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) 2005-2010. 2005.
3. Mesle JM, Holander AEM. *Environment and health within the OECD region: lost health, lost money*. RIVM report 402101 001. May 2001.
4. Fournier M, Tonnel AB, Housset B, et al. Impact économique de la BPCO en France : étude SCOPE. *Rev Mal Respir* 2005 ; 22 : 247-56.
5. Institut de veille sanitaire (InVS). *Bronchite chronique : prévalence et impact sur la vie quotidienne - Analyse des données de l'enquête santé Insee 2002-2003*. 2008.
6. Haute autorité de santé (HAS). *Le traitement de la toux et l'expectoration dans les bronchites*. 2006. http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/traitement_de_la_toux_et_l'expectoration_dans_les_bronchites.pdf
7. Brunet E. *La bronchite aiguë de l'adulte*. Thèse pour le Doctorat en médecine. Paris : Université Paris XI, Faculté de Médecine de Paris Sud, 2010.
8. Tunon de Lara M, Léophonte P, Didier A. *Infections broncho-pulmonaires du nourrisson, de l'enfant et de l'adulte*. Lyon : Université de médecine de Lyon 1, 2008-2009.
9. Van der Zee SC, Hoek G, Boezen MH, Schouten JP, Van Wijnen JH, Brunekreef B. Acute effects of air pollution on respiratory health of 50-70 yr old adults. *Eur Respir J* 2000 ; 15 : 700-9.
10. Dautzenberg B. Tabagisme, épidémiologie, pathologie liée au tabac. *Rev Prat* 2001 ; 51 (8) : 877-82.
11. Ameille J, Dalphin JC, Pairon JC. Bronchopneumopathies chroniques obstructives professionnelles, aspects médico-légaux, conduite à tenir en pratique. *Rev Mal Respir* 2000 ; 17 (5) : 915.
12. Haute autorité de santé (HAS). *Réponse à saisine du 8 juin 2010 en application de l'article 53 de la loi du 21 juillet 2009*. Référentiels concernant la durée d'arrêt de travail dans 3 cas : la grippe saisonnière, la bronchite aiguë de l'adulte sans co-morbidité, l'entorse de la cheville. Juillet 2010.
13. Devaux M, Grandfils N, Sermet C. Déremboursement des mucolytiques et des expectorants : quel impact sur la prescription des généralistes ? *Questions d'économie de la santé* 2007 ; 128.

14. Afrite A, Allonier C, Com-Ruelle L, Le Guen N. *L'asthme en France en 2006 : prévalence, contrôle et déterminants*. Rapport n° 549 (biblio n° 1820). IRDES, janvier 2011.
15. von Hertzen L, Haahela T. Signs of reversing trends in prevalence of asthma. *Allergy* 2005 ; 60 : 283-92.
16. Delmas MC, Guignon N, Leynaert B, et al. Prévalence de l'asthme chez l'enfant en France. *Archives pédiatriques* 2009 ; 16 : 1261-9.
17. Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset). *Impacts économiques des pathologies liées à la pollution de l'air*. Afsset, octobre 2007.
18. Salmeron S. ASUR-ASUR2 vers une standardisation de la prise en charge de l'asthme aigu aux urgences. *Rev Mal Respir* 2005 ; 22 : 30-1.
19. Cour des comptes. *Rapport sur l'application des lois de financement de la sécurité sociale*. 16 septembre 2009.
20. Com-Ruelle L, Grandfils N, Midy F, Sitta R. Les déterminants du coût de l'asthme persistant en Île-de-France. *Bulletin d'information en économie de la santé* 2002 ; 58.
21. Institut national du cancer (INCa). *Épidémiologie du cancer du poumon en France métropolitaine - Prévalence et survie*. Données 1989-2008. 2014.
22. Amalric F. *Analyse économique des coûts du cancer en France*. Institut national du cancer, mars 2007.
23. Olivia J, Lobo F, Lopez J, Zozaya N, Romay R. Indirect costs of cervical and breast cancers in Spain. *Eur J Health Econ* 2005 ; 6 : 309-13.
24. Institut national du cancer (INCa). *Épidémiologie du cancer du poumon en France métropolitaine - Analyse par classe d'âge*. 2013.
25. Haute autorité de santé (HAS), Institut national du cancer (INCa). *Cancer du poumon*. Mai 2009.



La pollution atmosphérique une des premières causes environnementales de décès par cancer, selon le CIRC

Lyon/Genève, 17 octobre 2013 – Agence spécialisée sur le cancer de l'Organisation mondiale de la Santé, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC), a annoncé aujourd'hui qu'il a classé la pollution de l'air extérieur comme cancérigène pour l'homme (Groupe 1). (1)

Après avoir soigneusement examiné la littérature scientifique la plus récente disponible sur le sujet, les principaux experts mondiaux réunis par le Programme des Monographies du CIRC ont conclu qu'il existait des indications suffisantes permettant de dire que l'exposition à la pollution atmosphérique provoque le cancer du poumon (Groupe 1). Ils ont également noté une association positive avec un risque accru de cancer de la vessie.

Les matières particulaires, une composante majeure de la pollution de l'air extérieur, ont été évaluées séparément et ont également été classées comme cancérigènes pour l'homme (Groupe 1).

L'évaluation du CIRC a montré que le risque de cancer du poumon augmentait avec l'exposition aux matières particulaires et à la pollution de l'air. Bien que la composition de la pollution atmosphérique et les niveaux d'exposition puissent varier de façon considérable, les conclusions du Groupe de travail s'appliquent à toutes les régions du monde.

Un problème majeur de salubrité de l'environnement

La pollution atmosphérique est déjà connue pour augmenter les risques d'un large éventail de maladies, comme les maladies respiratoires et cardiaques. Les études examinées indiquent que ces dernières années, les niveaux d'exposition ont considérablement augmenté dans certaines parties du monde, notamment dans les pays très peuplés et en voie d'industrialisation rapide. Les données les plus récentes montrent qu'en 2010, 223 000 décès par cancer du poumon dans le monde entier étaient imputables à la pollution de l'air. (2)

Le cancérigène environnemental le plus répandu

"L'air que nous respirons est aujourd'hui devenu pollué par un mélange de substances cancérigènes", indique le Dr Kurt Straif, Chef de la Section des Monographies du CIRC. "Nous savons maintenant que la pollution de l'air extérieur n'est pas seulement un risque majeur pour la santé en général, mais aussi l'une des premières causes environnementales de décès par cancer".

Le Programme des Monographies du CIRC, surnommé "l'encyclopédie des cancérigènes", constitue une source de données scientifiques faisant autorité sur les substances et les expositions cancérigènes pour l'homme. Par le passé, le programme a évalué de nombreux produits et mélanges chimiques spécifiques qui sont présents dans la pollution atmosphérique. Il s'agit notamment des gaz d'échappement des moteurs Diesel, de solvants, de métaux et de poussières. Mais c'est aujourd'hui la première fois que les experts classent la pollution de l'air extérieur comme cause de cancer.

"Notre tâche était d'évaluer l'air que tout le monde respire plutôt que de nous concentrer sur des polluants atmosphériques spécifiques", explique le Dr Dana Loomis, Chef adjoint de la Section des Monographies. "Les résultats des études passées en revue vont dans le même sens : le risque de développer un cancer du poumon est significativement accru chez les personnes exposées à la pollution atmosphérique".

Les évaluations des Monographies du CIRC

Le Volume 109 des Monographies du CIRC est basé sur l'examen indépendant de plus de 1000 articles scientifiques provenant d'études menées sur les cinq continents. Les études examinées analysent la cancérigénicité de divers polluants présents dans la pollution atmosphérique, notamment la matière particulaire et la pollution liée aux transports.

Cette évaluation repose essentiellement sur les résultats de grandes études épidémiologiques qui couvraient des millions de personnes vivant en Europe, en Amérique du Nord et du Sud et en Asie.

Les principales sources de pollution de l'air extérieur sont les transports, la production stationnaire d'électricité, les émissions industrielles et agricoles, le chauffage résidentiel et la cuisine. Certains polluants atmosphériques ont aussi des sources naturelles.

La pollution atmosphérique une des premières causes environnementales de décès par cancer, selon le CIRC

"Le classement de la pollution de l'air extérieur comme cancérigène pour l'homme est une étape importante", souligne le Dr Christopher Wild, Directeur du CIRC. "Il existe des moyens efficaces pour réduire la pollution de l'air et, étant donné l'ampleur de cette exposition qui affecte les populations du monde entier, ce rapport devrait envoyer un signal fort à la communauté internationale pour agir sans plus tarder".

(1) Merci de noter que le résumé de l'évaluation sera publié par [The Lancet Oncology online](#) le jeudi 24 octobre 2013

(2) <http://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/index.php>

Pour plus d'informations, contacter

[Véronique Terrasse](#), Attachée de Presse, ou au +33 (0) 645 284 952 ;

ou [Nicolas Gaudin](#), Chef du Groupe Communication

Le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) fait partie de l'Organisation mondiale de la Santé. Sa mission consiste à coordonner et à mener des recherches sur les causes du cancer chez l'homme et sur les mécanismes de la cancérogenèse, ainsi qu'à élaborer des stratégies scientifiques de lutte contre le cancer. Le Centre participe à des recherches épidémiologiques et expérimentales, et assure la diffusion de l'information scientifique au moyen de publications, de conférences, de cours, et de bourses d'études. Si vous ne souhaitez plus recevoir de communiqués de presse de notre part, merci de nous écrire à com@iarc.fr.



MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES ET DE LA SANTÉ

Direction générale de la Santé
Sous-direction Prévention des risques
liés à l'environnement et à l'alimentation
Bureau Qualité des eaux

Personne chargée du dossier :
Virginie Le Bris
☎ : 01 40 56 54 18
virginie.lebris@sante.gouv.fr

La ministre des affaires sociales et de la santé

à

Mesdames et Messieurs les Directeurs généraux
des Agences régionales de santé (ARS)
(pour mise en œuvre)

Mesdames et Messieurs les Préfets de région et
de département
(pour information)

NOTE D'INFORMATION N° DGS/EA4/2014/166 du 23 mai 2014 relative aux modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour chaque saison balnéaire à compter de l'année 2014

Date d'application : immédiate

Classement thématique : santé environnementale

NOR : AFSP1412086N

Catégorie : Directives adressées par la ministre aux services chargés de leur application, sous réserve, le cas échéant, de l'examen particulier des situations individuelles.

Résumé : La présente note d'information a pour but de préciser les modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade qu'il revient aux Agences régionales de santé (ARS) de mettre en œuvre à compter de la saison balnéaire de l'année 2014, en application des dispositions de la directive européenne 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade. A cet effet, les ARS sont invitées à utiliser la version 4.1 de l'application informatique pour la gestion du contrôle sanitaire des eaux de baignade dénommée « SISE-Eaux de baignade ».

Mots clés : Eaux de baignade – contrôle sanitaire - système d'information - SISE-Eaux de baignade - traitement de données.

Textes de référence :

- . Directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE.
- . Décision d'exécution de la Commission du 27 mai 2011 établissant, en application de la directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil, un symbole pour l'information du public sur le classement des eaux de baignade ainsi que sur tout avis interdisant ou déconseillant la baignade.
- . Articles L.1332-1 à L.1332-7 et articles D.1332-14 à D.1332-42 du code de la santé publique.
- . Décret n° 2008-990 du 18 septembre 2008 relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade et des piscines.
- . Décret n° 2011-1239 du 4 octobre 2011 relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade.
- . Arrêté du 23 septembre 2008 relatif aux règles de traitement des échantillons et aux méthodes de référence pour les analyses d'eau dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux de baignade.
- . Arrêté du 22 septembre 2008 relatif à la fréquence d'échantillonnage et aux modalités d'évaluation de la qualité et de classement des eaux de baignade (modifié par l'arrêté du 4 octobre 2011).
- . Arrêté du 4 octobre 2011 modifiant l'arrêté du 22 septembre 2008 relatif à la fréquence d'échantillonnage et aux modalités d'évaluation de la qualité et de classement des eaux de baignade.
- . Circulaire DGS / SD7A n° 2003-270 du 4 juin 2003 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignades et de loisirs nautiques.
- . Circulaire DGS/SD7A/2004/364 du 28 juillet 2004 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignades et de loisirs nautiques.
- . Circulaire DGS/SD7A/2005/304 du 5 juillet 2005 relative aux modalités d'évaluation et de gestion des risques sanitaires face à des situations de prolifération de micro-algues (cyanobactéries) dans des eaux de zones de baignades et de loisirs nautiques.
- . Note de service N°DGS/SDEA4/2009/333 du 4 novembre 2009 relative aux modalités de transmission des données des bases nationales SISE-Eaux et SISE-Baignades pour le rapportage à la Commission européenne des zones protégées en application de la directive cadre sur l'eau.
- . Note de service N°DGS/EA3/EA4/2010/238 du 30 juin 2010 relative à la surveillance sanitaire et environnementale et aux modalités de gestion des risques sanitaires pour la saison balnéaire 2010, liés à la présence de la microalgue toxique *Ostreopsis* spp. dans les eaux de baignade en méditerranée et à la contamination par ses toxiques des produits de la mer issus de la pêche de loisir
- . Circulaire N°DGS/EA4/2009/389 du 30 décembre 2009 relative à l'élaboration des profils des eaux de baignade au sens de la directive 2006/7/CE.
- . Instruction N° DGS/EA4/2011/166 du 6 mai 2011 en vue d'établir un bilan national de l'état d'avancement des profils d'eaux de baignade au sens de la directive européenne 2006/7/CE
- . Circulaire interministérielle DGS/EA4/DE/DGCL/2007/234 du 13 juin 2007 relative au premier recensement des eaux de baignade en métropole.
- . Circulaire interministérielle DGS/EA4/DE/SEOM/2008/33 du 4 février 2008 relative au premier recensement des eaux de baignade dans les Départements d'Outre-Mer.

Circulaires abrogées :

. Circulaire DGS/EA4/2010/259 du 9 juillet 2010 relative aux modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour la saison balnéaire de l'année 2010 ainsi qu'aux consignes d'utilisation de la version V3.0 de l'application informatique de gestion des eaux de baignade SISE-Baignades.

. Instruction DGS/EA4/2011/264 du 1er juillet 2011 relative aux modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour la saison balnéaire de l'année 2011.

. Circulaire N° DGS/EA4/2011/167 du 9 mai 2011 relative aux modalités de recensement des baignades artificielles.

. Instruction N° DGS/EA4/2012/196 du 9 mai 2012 relative aux modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour la saison balnéaire de l'année 2012.

. Instruction N° DGS/EA4/2013/247 du 18 juin 2013 relative aux modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour la saison balnéaire de l'année 2013.

Annexe : Modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade.

Diffusion : Néant.

La présente note définit les modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade qu'il revient aux ARS de mettre en œuvre à compter de la saison balnéaire 2014 (cf. annexe).

Depuis la saison balnéaire 2013, la qualité des eaux de baignade est évaluée selon les nouvelles règles de classement communautaires. Ainsi, conformément au décret n°2008-990 du 18 septembre 2008 modifié, l'ensemble des dispositions de la directive 2006/7/CE sont désormais en vigueur en France.

En ce qui concerne les profils de baignade, l'année 2013 avait été l'occasion de rappeler aux personnes responsables d'une eau de baignade leurs obligations de disposer d'un profil depuis au moins mars 2011, conformément aux dispositions de l'article D. 1332-20 du code de la santé publique. Un profil de baignade est un diagnostic environnemental destiné à évaluer les risques de pollutions et à renforcer ainsi les outils de prévention à la disposition des gestionnaires de baignade. Il convient d'actualiser le bilan d'avancement de ces profils en 2014, pour notamment identifier les difficultés expliquant leur absence de réalisation pour certaines eaux de baignade (cf. fiche 5 de l'annexe). La réalisation de ces profils est essentielle, dans un souci de gestion préventive des pollutions notamment.

D'une manière générale, il est rappelé que la directive 2006/7/CE vise à accroître la responsabilisation des collectivités dans la gestion de leurs eaux de baignade. Ainsi, l'anticipation des pollutions et la mise en œuvre de mesures de gestion préventive des situations pouvant présenter un risque sanitaire pour les baigneurs constituent un objectif in fine qui pourra être rappelé aux personnes responsables des eaux de baignade.

D'autre part, il est rappelé que selon la directive 2006/7/CE, toutes les eaux de baignade doivent être au moins de qualité suffisante à la fin de la saison 2015. Les mesures concernant les sites classés insuffisants sont explicitées à la fiche 7 de l'annexe.

Enfin, l'application informatique SISE-Eaux de baignade, dont la dernière version 4.1 a été déployée en mars 2014, doit vous accompagner dans l'exercice de vos missions concernant les eaux de baignade. Cette application permet, grâce à l'infocentre et aux requêtes mises à disposition sur l'outil Business Object, la réalisation de bilans et de synthèses rapides, à l'échelon local, départemental, régional, interrégional et alimente également en temps réel le site Internet d'information du public <http://baignades.sante.gouv.fr>. Je vous demande de valoriser l'accès à ce site par référencement sur votre propre site Internet régional. Je vous invite également à compléter les informations mises en ligne, en y ajoutant toutes les informations régionales utiles en ce domaine. SISE-Eaux de baignade est par ailleurs l'outil indispensable pour élaborer les bilans nationaux à transmettre annuellement à la Commission européenne. La version informatique 4 a remplacé, à l'issue de la saison balnéaire 2013, l'ancienne version 3. Les modifications ont eu comme objectifs principaux d'intégrer à l'application l'ensemble des dispositions réglementaires issues de la directive 2006/7/CE :

- disposer des données relatives aux principales mesures de gestion prises,
- disposer des données relatives aux pollutions à court terme pour chaque site de baignade,
- calculer la qualité des eaux de baignade selon la nouvelle méthode appliquée depuis 2013.

Un guide d'utilisation de la nouvelle version de SISE-Eaux de baignade est disponible sur le Réseau Intranet d'échange en santé environnementale (RESE).

A l'issue de chaque saison balnéaire, vous établirez un rapport de synthèse du contrôle sanitaire de la qualité des eaux de baignade à l'échelon régional et départemental, en transmettant un exemplaire à l'ARS coordonnatrice de bassin concernée. Ces rapports visent à présenter l'ensemble des résultats, à les commenter et à signaler, et lorsqu'elles ont pu être établies, les origines des pollutions ou des contaminations ainsi que les actions de lutte contre la pollution, en cours ou à réaliser. Ils doivent être présentés systématiquement aux commissions départementales compétentes en matière d'environnement, de risques sanitaires et technologiques (CODERST), pour qu'il en soit tenu compte lors de l'examen des projets d'assainissement ou des demandes d'autorisation de rejet dans le milieu, compte tenu des impacts de l'assainissement sur la qualité des eaux de baignade.

Pour 2014, et sauf indication complémentaire aussi pour les années suivantes, l'ensemble des données de la saison balnéaire 2014 doivent être enregistrées et validées sur l'application SISE-Eaux de baignade pour le 15 novembre de l'année en cours, délai de rigueur. En outre, je vous demande de saisir pour cette échéance dans SISE-Eaux de baignade les causes de non-conformité des eaux de baignade classées insuffisantes en fin de l'année en cours et les mesures de gestion mises en place (dans la fiche « Site », sous-menu « Classement » au niveau de l'onglet « Causes non-conformité / Action »). Je vous demande d'avertir par messagerie électronique le Bureau de la qualité des eaux de la Direction générale de la santé de la réalisation de ces actions (messages à transmettre à virginie.lebris@sante.gouv.fr, avec copie à l'ARS coordonnatrice de bassin concernée). En effet, mes services doivent élaborer les documents de synthèse qui sont à envoyer à la Commission européenne avant le 31 décembre de l'année en cours. Au delà de cette date, toute modification de la base de données SISE-Eaux de baignade devra se faire avec l'accord express préalable de la DGS.

En conclusion, les échéances à retenir en 2014, et sauf indication complémentaire pour les années suivantes, pour les services en charge de la gestion de la qualité des eaux de baignade, sont :

- 15 juin : recensement des sites de baignade pour l'année en cours (cf. fiche 1 de l'annexe),
- 15 novembre : validation des données de la saison balnéaire de l'année en cours.

Je vous remercie de me faire part des difficultés rencontrées par vos services dans l'exercice de la présente note.

Pour la ministre et par délégation :
Le directeur général de la santé,

signé

Professeur Benoît VALLET