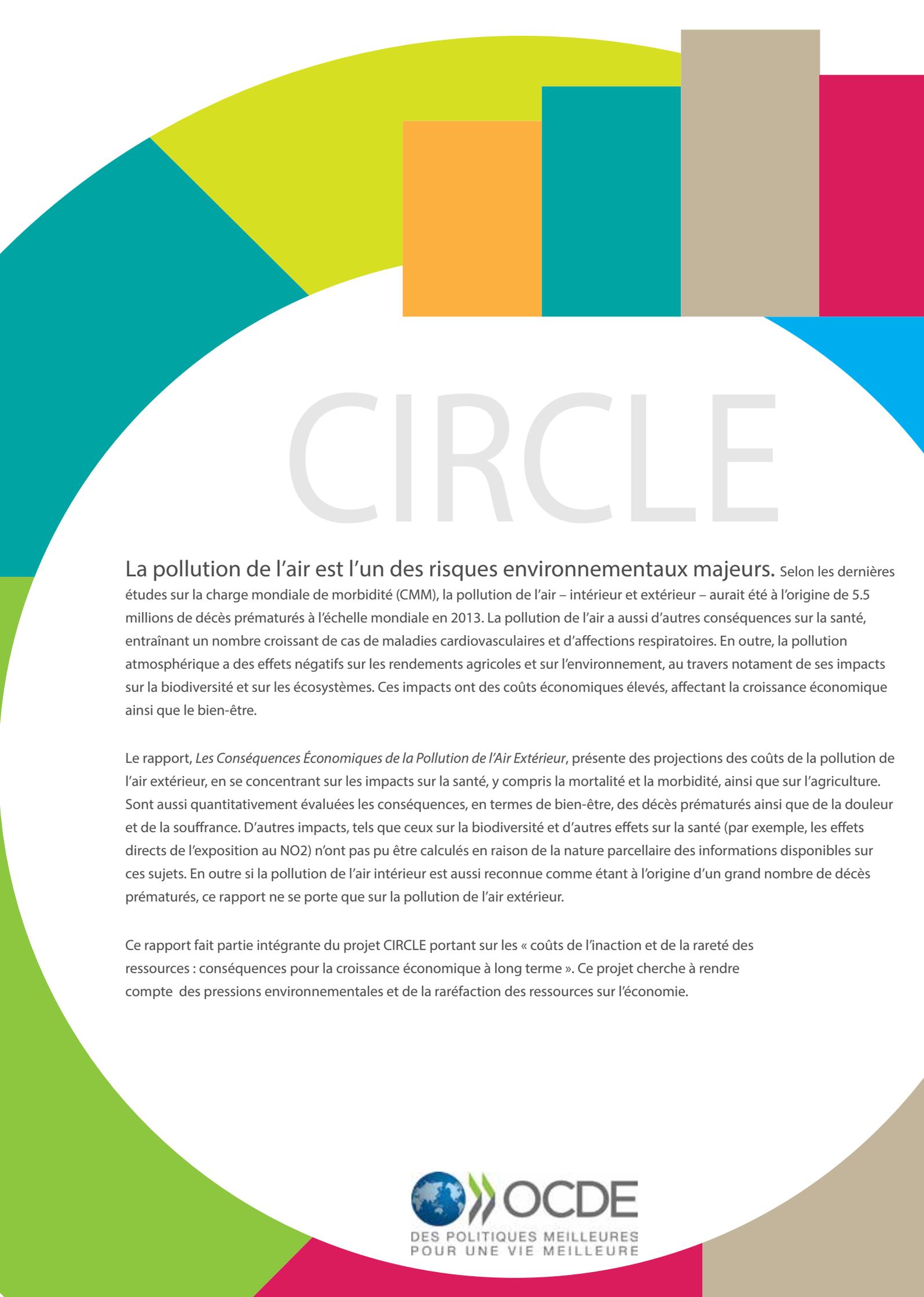


Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur

L'ESSENTIEL STRATÉGIQUE



CIRCLE

La pollution de l'air est l'un des risques environnementaux majeurs. Selon les dernières études sur la charge mondiale de morbidité (CMM), la pollution de l'air – intérieur et extérieur – aurait été à l'origine de 5.5 millions de décès prématurés à l'échelle mondiale en 2013. La pollution de l'air a aussi d'autres conséquences sur la santé, entraînant un nombre croissant de cas de maladies cardiovasculaires et d'affections respiratoires. En outre, la pollution atmosphérique a des effets négatifs sur les rendements agricoles et sur l'environnement, au travers notamment de ses impacts sur la biodiversité et sur les écosystèmes. Ces impacts ont des coûts économiques élevés, affectant la croissance économique ainsi que le bien-être.

Le rapport, *Les Conséquences Économiques de la Pollution de l'Air Extérieur*, présente des projections des coûts de la pollution de l'air extérieur, en se concentrant sur les impacts sur la santé, y compris la mortalité et la morbidité, ainsi que sur l'agriculture. Sont aussi quantitativement évaluées les conséquences, en termes de bien-être, des décès prématurés ainsi que de la douleur et de la souffrance. D'autres impacts, tels que ceux sur la biodiversité et d'autres effets sur la santé (par exemple, les effets directs de l'exposition au NO₂) n'ont pas pu être calculés en raison de la nature parcellaire des informations disponibles sur ces sujets. En outre si la pollution de l'air intérieur est aussi reconnue comme étant à l'origine d'un grand nombre de décès prématurés, ce rapport ne se porte que sur la pollution de l'air extérieur.

Ce rapport fait partie intégrante du projet CIRCLE portant sur les « coûts de l'inaction et de la rareté des ressources : conséquences pour la croissance économique à long terme ». Ce projet cherche à rendre compte des pressions environnementales et de la raréfaction des ressources sur l'économie.

LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DE LA POLLUTION DE L'AIR EXTÉRIEUR

Conclusions principales

- La pollution atmosphérique affecte déjà la santé humaine et l'agriculture. Elle entraîne aussi toute une série d'autres effets. Ces effets devraient devenir beaucoup plus graves dans les décennies à venir.
- En l'absence de politiques publiques plus strictes, l'augmentation des activités économiques et de la demande en énergie entraînera une hausse non négligeable des émissions mondiales de polluants atmosphériques, d'après les projections effectuées à l'aide du modèle ENV-Linkages de l'OCDE.
- L'augmentation des émissions de polluants de l'air se traduit par un accroissement des concentrations de particules (PM_{2,5}) et d'ozone troposphérique. Dans de nombreux lieux, les concentrations moyennes de PM_{2,5} et d'ozone atteignent des niveaux déjà bien supérieurs aux niveaux de référence recommandés par les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relatives à la qualité de l'air.
- Selon les projections, l'augmentation des concentrations de PM_{2,5} et d'ozone entraînera à son tour des effets importants sur l'économie. D'après les calculs présentés dans ce rapport, les coûts des soins de santé liés à la pollution de l'air devraient passer de 21 milliards USD en 2015 (montants convertis en USD constants de 2010 sur la base des PPA) à 176 milliards USD en 2060. D'ici à 2060, le nombre annuel de jours de travail perdus atteindra 3.7 milliards (contre environ 1.2 milliard actuellement) au niveau mondial, ce qui aura des effets sur la productivité du travail.
- Les impacts marchands de la pollution de l'air, qui comprennent ceux sur la productivité du travail, sur les dépenses de santé et le sur rendement des cultures agricoles, impliqueraient, selon les projections, une augmentation progressive des coûts économiques globaux, qui atteindrait 1 % du produit intérieur brut (PIB) mondial en 2060.
- Les conséquences les plus néfastes de la pollution de l'air extérieur sont liées au nombre de décès prématurés. Ce rapport prévoit une augmentation du nombre de décès prématurés imputables à la pollution de l'air extérieur d'environ 3 millions de personnes en 2010, selon les dernières estimations de la charge mondiale de morbidité (CMM), à un intervalle de 6 à 9 millions par an en 2060. Ces décès sont particulièrement nombreux dans les régions à forte densité de population, où les concentrations de PM_{2,5} et d'ozone sont élevées (notamment la Chine et l'Inde), ainsi que dans les régions où la population est vieillissante (comme la Chine et l'Europe de l'Est).
- À l'échelle mondiale, les coûts annuels en termes de bien-être attribuables aux décès prématurés consécutifs à la pollution de l'air extérieur devraient, d'après les projections de la « disposition de chaque individu à payer » pour réduire son risque de décès prématuré, atteindre entre 18 000 et 25 000 milliards USD en 2060, contre 3 000 milliards USD en 2015. En outre, on estime que les coûts en bien-être liés aux souffrances causées par les maladies passeront de 300 milliards USD en 2015 à quelque 2 200 milliards USD en 2060, toujours selon les résultats des études menées pour estimer la volonté de payer pour réduire les risques pour la santé.
- L'adoption de politiques visant à limiter les émissions de polluants atmosphériques permettrait d'améliorer la qualité de l'air et de réduire les risques d'impacts très graves, et, correctement mises en œuvre, ces mesures apporteraient également des avantages secondaires considérables sur le plan de la lutte contre le changement climatique.
- Les conséquences économiques potentielles des impacts tant marchands que non marchands de la pollution de l'air extérieur sont très importantes. L'ampleur du problème exige l'adoption de politiques publiques résolument efficaces.
- Il n'y a pas de solution universelle pour réduire la pollution atmosphérique. Étant donné que tant les sources d'émissions de polluants atmosphériques, que les conséquences économiques de la pollution de l'air sont très inégalement réparties dans les différentes régions du monde. Les politiques publiques doivent donc être adaptées aux conditions locales spécifiques. Néanmoins, la mise en œuvre de politiques publiques telles que des incitations à l'adoption de technologies de fin de chaîne, ou telles que la mise en œuvre de normes de qualité de l'air et la tarification des émissions, vont certainement contribuer à réduire les impacts de la pollution de l'air extérieur.

1

La modélisation des conséquences économiques de l'air extérieur

La modélisation des conséquences économiques de la qualité de l'air extérieur nécessite plusieurs étapes qui relient l'activité économique aux émissions, aux concentrations et à l'exposition de polluants atmosphériques, ainsi qu'aux impacts biophysiques et enfin à l'évaluation des coûts économiques (Graphique 1).

1. Le modèle ENV-Linkages de l'OCDE, un modèle d'équilibre général calculable (EGC), permet d'établir des projections plausibles de l'activité économique par secteur et par région de 2015 à 2060.
2. Les données sur les émissions d'un groupe de polluants atmosphériques sont reliées dans ENV-Linkages, chaque année, aux projections des différentes activités économiques, à partir des coefficients d'émission dérivés du modèle GAINS élaboré à l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA). Dans certains cas, les émissions sont directement liées à une phase particulière du processus de production, par exemple la combustion d'énergie fossile. Dans d'autres cas, les émissions sont associées directement au volume de la production.
3. Les concentrations de particules ($PM_{2.5}$) et d'ozone sont calculées à partir des émissions de polluants atmosphériques à l'aide du modèle de transport atmosphérique TM5-FASST élaboré au Centre commun de recherche de la Commission européenne (CCR-CE).
4. Les impacts biologiques et physiques résultant de fortes concentrations de $PM_{2.5}$ et d'ozone, sont calculés en fonction de la population, en combinant des données démographiques et des données sur les expositions aux polluants, mais aussi en recourant aux résultats d'études ayant calibré les relations concentration-réponse. Les impacts quantifiés dans ce rapport sont le nombre de jours de travail perdus, le nombre d'admissions à l'hôpital et la modification des rendements agricoles.
5. Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur sont calculées en attribuant une valeur monétaire à chaque impact sur la santé publique. Par exemple, le nombre d'admissions à l'hôpital est exprimé sous forme de dépenses de santé additionnelles. Les coûts macroéconomiques de ces effets de la pollution de l'air extérieur sont calculés à l'aide du modèle d'équilibre général ENV-Linkages. Les coûts en bien-être liés à la mortalité et la « désutilité » de la maladie sont calculés à partir des résultats d'études utilisant des techniques dites « d'évaluation directe ».

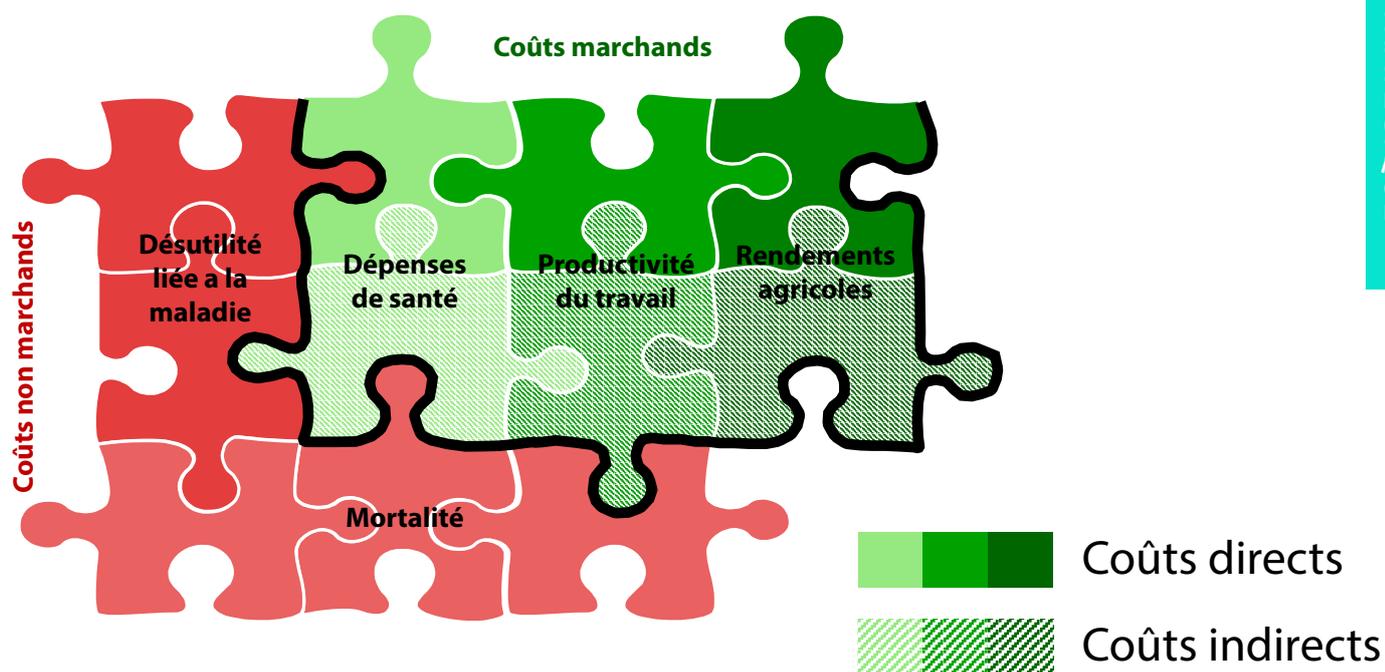
Graphique 1. Étapes de l'étude des conséquences économiques de la pollution atmosphérique



Les coûts globaux de l'inaction contre la pollution de l'air extérieur incluent aussi bien les coûts marchands que les coûts non marchands. Les coûts marchands (c'est-à-dire les coûts économiques directs) sont ceux associés aux impacts biophysiques qui affectent directement l'activité économique mesurée dans les comptes nationaux et le

PIB. Ainsi la baisse des rendements agricoles réduit la production agricole. Les coûts non marchands comprennent les coûts monétisés de la mortalité (décès prématurés) et de la « désutilité » de la maladie (par exemple, douleurs et souffrances).

Graphique 2. Catégories de coûts examinées dans le rapport



Les impacts liés au marché, qui dans cette étude englobent les dépenses de santé supplémentaires liées à la maladie, les pertes de productivité du travail dues aux absences pour cause de maladie et les baisses de rendements agricoles, sont tous pris en compte dans le modèle ENV-Linkages. Ce modèle permet donc de calculer les coûts mondiaux et régionaux de la pollution de l'air extérieur aux niveaux de la production sectorielle et du PIB. La structure d'équilibre général du modèle ENV-Linkages, permet de rendre compte des coûts marchands directs et indirects. Ainsi, une diminution des rendements des cultures a un impact direct sur la production agricole des cultures en question, mais

elle a aussi des effets indirects, notamment parce qu'elle opère une réallocation des cultures sur les terres agricoles et qu'elle modifie la structure des échanges commerciaux. Les impacts non marchands ne peuvent pas être facilement pris en compte dans un cadre d'équilibre général car ils ne sont pas liés à une variable spécifique dans les fonctions de comportements des agents économiques. Les coûts en termes de bien-être des impacts non marchands, sont alors évalués à l'aide des estimations de la « disposition à payer » pour réduire les risques pour la santé, estimations elles-mêmes obtenues à partir des résultats des études d'évaluation directes existantes.

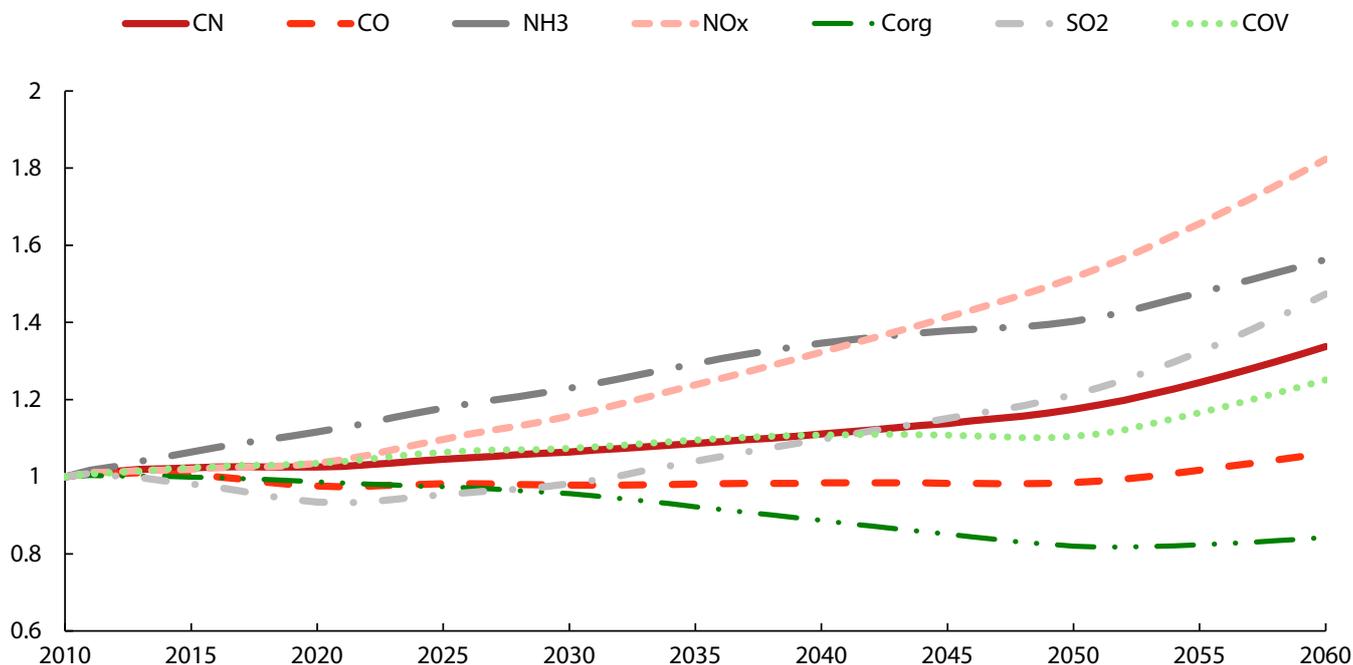
2 Émissions et concentrations des polluants de l'air extérieur

Les émissions de la plupart des polluants atmosphériques devraient augmenter durant les prochaines décennies (Graphique 3). Cette projection est conditionnée par les hypothèses du scénario de référence concernant la croissance économique : les émissions augmentent à l'échelle mondiale en raison de l'accroissement des activités économiques et de la demande en énergie, en particulier dans certains pays en expansion rapide comme l'Inde et la Chine.

Selon les projections, les émissions des oxydes d'azote (NO_x), et d'ammoniac (NH_3) devraient connaître une augmentation particulièrement soutenue. Ces fortes variations tiennent à l'accroissement projeté de la demande de produits agricoles et d'énergie (transport et production d'électricité, compris). Les émissions de carbone noir (CN), de monoxyde de carbone (CO), et de composés organiques volatils (COV) devraient, elles aussi, s'accroître. Les

émissions de dioxyde de soufre (SO_2) devraient commencer par diminuer, avant de repartir à la hausse après 2030. Cette baisse initiale tient aux politiques publiques actuelles qui rendent obligatoire la désulfuration des gaz de combustion même dans certains pays en développement (avant tout dans le secteur de l'électricité). Cette tendance s'inverse, à terme, sous l'effet de l'augmentation continue de la demande en énergie qui fait croître les émissions. La légère diminution des émissions de carbone organique (C_{org}) s'explique par la diminution des émissions imputables à la demande d'énergie des ménages par suite des progrès technologiques concernant l'efficacité énergétique, mais aussi la consommation de carburants moins polluants et le remplacement des feux ouverts alimentés à la biomasse par des dispositifs utilisant de l'énergie plus propre, comme les foyers de cuisson améliorés, ceux fonctionnant au GPL ou à l'éthanol.

Graphique 3. Projections des émissions dans le temps
Indice par rapport à 2010



Source: Modèle ENV-Linkages, à partir des projections des coefficients d'émission du modèle GAINS.

Les émissions de CN et C_{org} contribuent directement aux émissions de particules primaires émises dans l'atmosphère tandis que d'autres gaz, des « des gaz précurseurs » tels que NH_3 , NO_x et SO_2 , forment dans l'atmosphère des particules secondaires à partir de

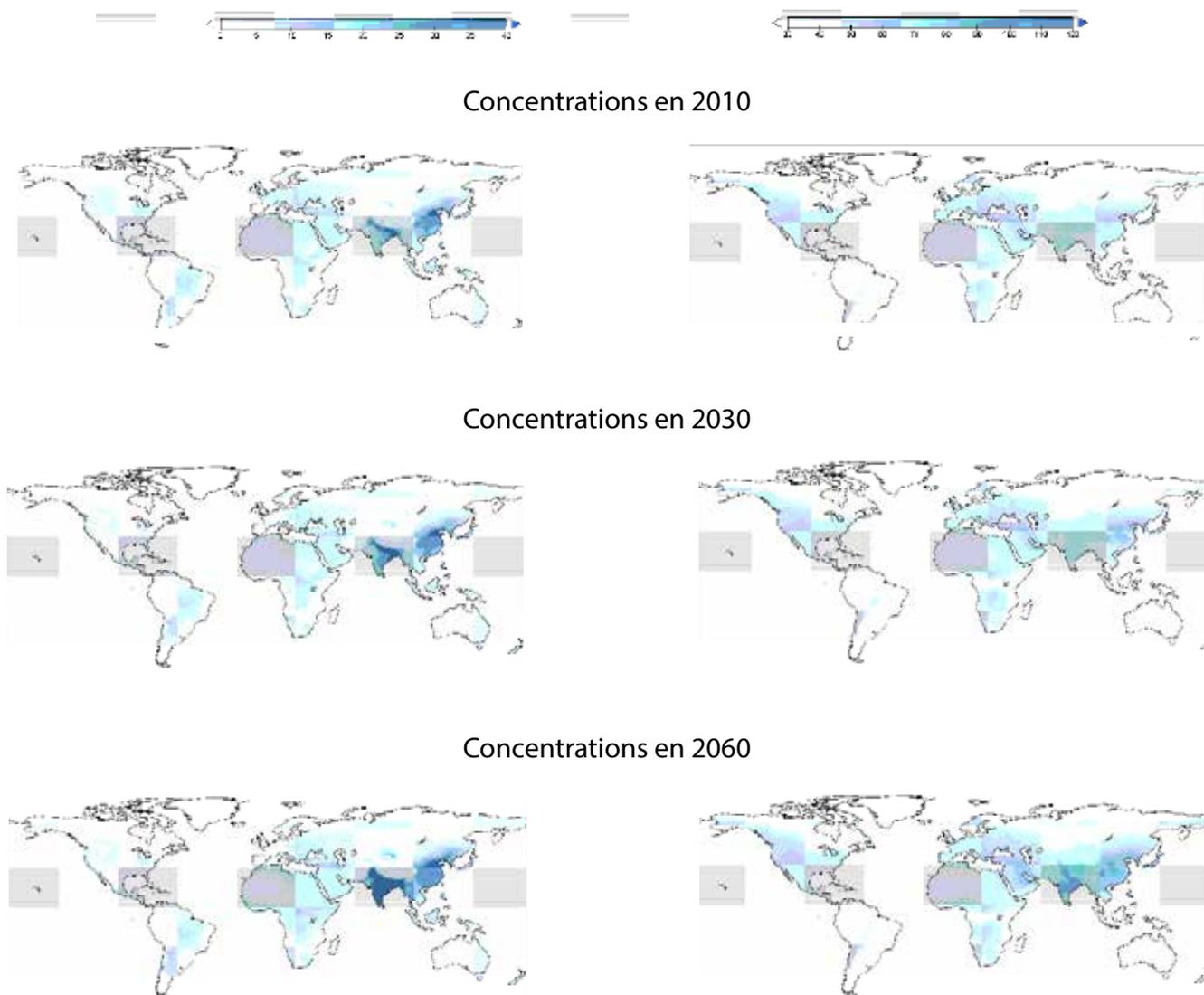
réactions chimiques. L'ozone troposphérique est formé dans l'atmosphère par suite de réactions chimiques et photochimiques faisant intervenir des gaz précurseurs tels que les NO_x , les COV ou le méthane (CH_4).

Suivant la hausse des émissions de polluants au fil du temps, les concentrations de $PM_{2,5}$ et d'ozone devraient également augmenter dans la plupart des régions, selon les projections (Graphique 4). Plusieurs autres facteurs, conditions climatiques incluses, influent sur les concentrations. Dans de nombreux endroits, les concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ et d'ozone atteignent des niveaux déjà bien supérieurs aux niveaux de référence recommandés par les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air. Les concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ pondérées en fonction de la population sont déjà élevées et augmentent rapidement en Asie du Sud et de l'Est (en particulier en Chine et en Inde). Dans une grande partie de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Afrique, les concentrations de $PM_{2,5}$ d'origine anthropogénique sont également fortes mais leur progression ne devrait pas être

aussi rapide. Les concentrations d'ozone troposphérique sont particulièrement élevées dans certaines régions d'Asie (notamment en Corée), au Moyen-Orient et dans la région Méditerranéenne mais elles dépassent également les valeurs guides pour la qualité de l'air dans de nombreuses autres régions de la zone OCDE et hors OCDE. Ces régions, à l'heure actuelle, sont les plus polluées et le resteront, selon les projections, dans les décennies à venir. Le niveau élevé des concentrations moyennes, pondérées par la population, signifie que dans de nombreuses régions – en particulier dans les grandes agglomérations – les niveaux de pollution atmosphérique sont systématiquement supérieurs aux niveaux recommandés. Ils peuvent même atteindre des niveaux extrêmement dangereux pour la santé humaine plusieurs jours par an.

Graphique 4. Concentrations de particules et d'ozone

Moyenne annuelle totale $PM_{2,5}$ anthropogénique à gauche ($\mu g/m_3$) et moyenne maximale horaire diurne d'ozone sur six mois à droite (ppb) – projection



Source: Modèle TM5-FASST, d'après les projections des émissions du modèle ENV-Linkages.

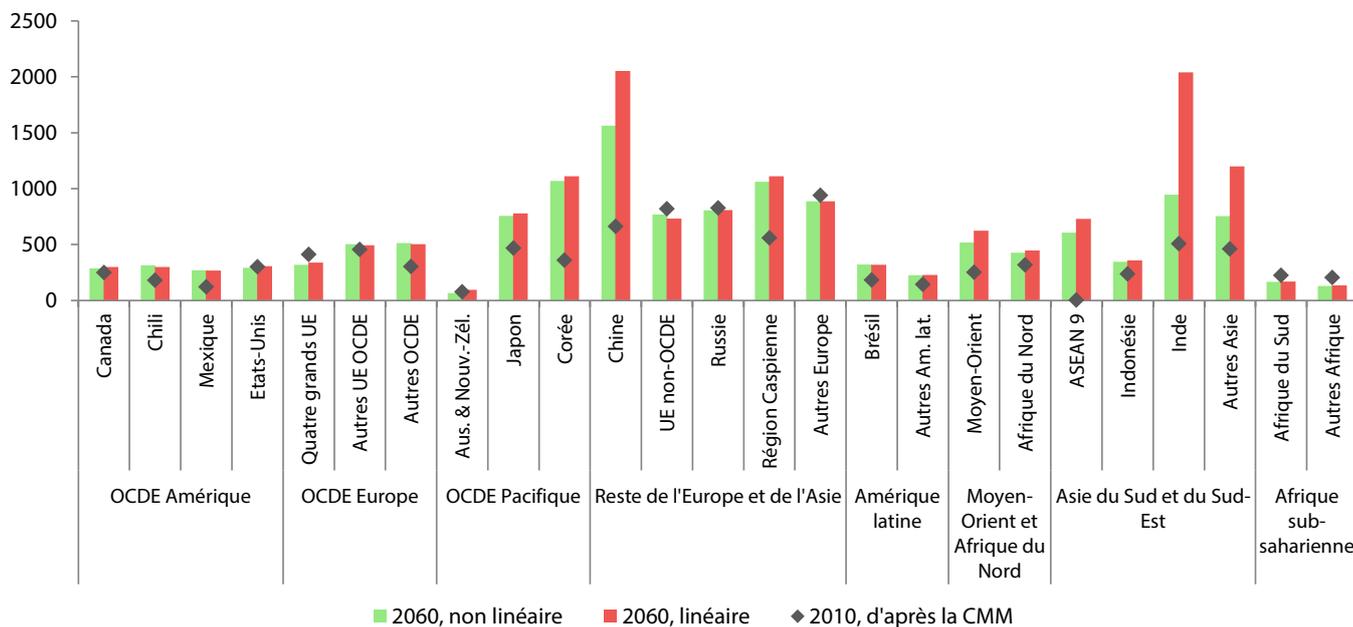
3 Impacts sur la santé et la productivité agricole

La conséquence la plus inquiétante et la plus marquante de la pollution de l'air est le nombre élevé de décès prématurés (Graphique 5). Le nombre de décès prématurés causés par la pollution de l'air extérieur durant l'année de référence 2010 s'élevait à près de 3 millions dans le monde. Selon les projections, ce chiffre pourrait atteindre 6 à 9 millions en 2060 (selon que l'on utilise une fonction concentration-réponse linéaire ou non linéaire). Cette forte augmentation est à mettre au compte, non seulement de la hausse des concentrations de PM_{2,5} et d'ozone, mais aussi de l'augmentation et du vieillissement de la population ainsi que de l'urbanisation (qui accroît, elle aussi, aussi l'exposition).

Le nombre de décès prématurés est inégalement réparti entre les régions du monde. Les chiffres les plus élevés sont relevés parmi les économies non membres de l'OCDE, en particulier en Chine et en Inde. C'est également dans ces régions que l'augmentation du nombre de décès prématurés à l'horizon 2060 est la plus marquée. L'augmentation devrait être plus faible dans les pays de l'OCDE puisque le nombre de décès prématurés, qui s'élevait à 430 000 en 2010, se situe autour de 570 580 000 en 2060, les hausses les plus importantes étant prévues au Japon et en Corée.

Graphique 5. **Taux de mortalités prématurés dus à l'exposition aux particules et à l'ozone**

Nombre de décès prématurés dus à la pollution de l'air extérieur, en milliers de personnes – projection



Selon les projections, la hausse des concentrations de PM_{2,5} et d'ozone accroîtra aussi le nombre de cas de maladies et, par conséquent, le nombre d'admissions à l'hôpital, le montant des dépenses de santé et le nombre de jours de maladie ou d'activité restreinte, ce qui nuira à la productivité du travail (Tableau 1).

Le nombre de cas de bronchite devrait fortement augmenter pour passer de 12 à 36 millions de nouveaux cas par an chez les enfants âgés de 6 à 12 ans, et de 3.5 à 10 millions chez les adultes. Les enfants souffrent aussi d'asthme, et le nombre de jours durant lesquels les sujets âgés de

5 à 19 ans manifestent des symptômes de cette maladie évolue à la hausse. L'augmentation du nombre de cas de maladie entraîne une augmentation équivalente du nombre d'admissions à l'hôpital, lesquelles passeraient de 3.6 millions en 2010, à 11 millions en 2060.

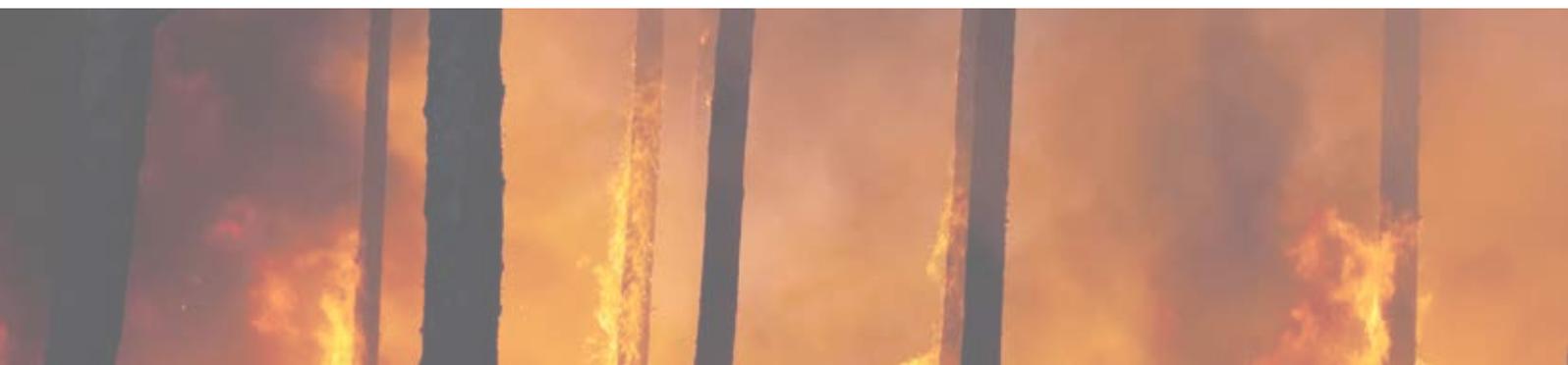
Les cas de maladie supplémentaires ont également un impact sur les activités de travail normales. En 2060, le temps de travail perdu à l'échelle mondiale sera de l'ordre de 3.75 milliards de jours, tandis que le nombre de jours d'activité restreinte (légèrement restreinte) aura lui aussi augmenté.

Tableau 1. **Projections des impacts sanitaires à l'échelle mondiale**

	2010	2060
Maladies respiratoires (nombre de cas en millions)		
Bronchite, enfants âgés de 6 à 12 ans	12	36
Bronchite chronique (adultes, cas)	4	10
Jours caractérisés par des symptômes d'asthme (nombre de jours en millions)		
Jours caractérisés par des symptômes d'asthme (sujets âgés de 5 à 19 ans)	118	360
Coûts des soins de santé (nombre d'admissions en millions)		
Admissions à l'hôpital	4	11
Jours d'activité restreinte (nombre de jours en millions)		
Jours de travail perdu	1 240	3 750
Jours d'activité restreinte	4 930	14 900
Jours d'activité légèrement restreinte (pour symptômes asthmatiques)	630	2 580

En outre, les concentrations élevées de polluants, en particulier d'ozone, font baisser les rendements des cultures et ont donc un impact sur la productivité agricole. Selon les calculs effectués au moyen du modèle TM5-FASST et en conformité avec les études consacrées à ce sujet, on observe un impact négatif sur les rendements des cultures dans toutes les régions, avec d'importantes différences

entre les régions et les types de culture. Dans beaucoup de régions, le blé et les oléagineux sont davantage affectés que les autres cultures, ainsi plusieurs pays de l'OCDE subissent des pertes importantes, notamment le Japon, la Corée et les États-Unis dans leur production d'oléagineux, quant à la Chine et la zone « Autres pays d'Europe » les pertes sont plus marquées pour le blé.



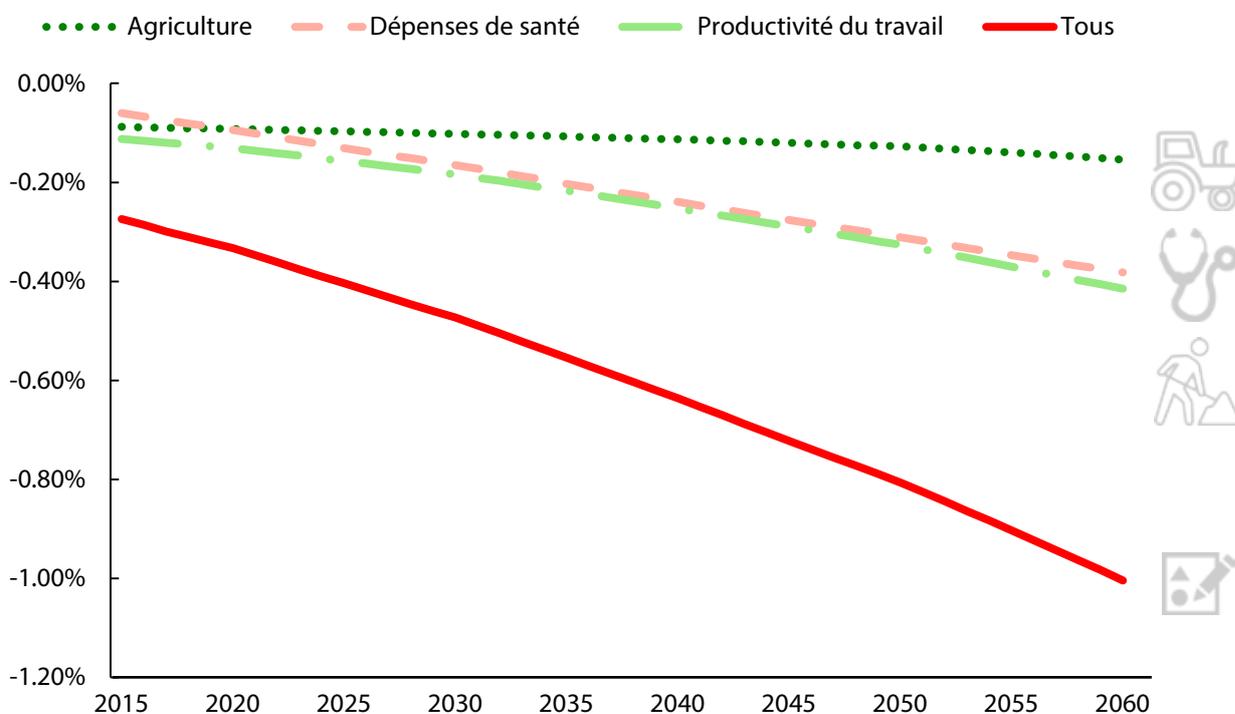
4

Les coûts macroéconomiques de la pollution de l'air extérieur

Les trois différents types d'impacts marchands de la pollution atmosphérique recensés dans ce rapport sont : la baisse de la productivité du travail, l'augmentation des dépenses de santé et les pertes de rendement agricole. Ces impacts contribuent tous à ramener les projections du PIB à un niveau inférieur à la projection hors rétroactions, qui fait abstraction des effets en retour de la pollution sur l'économie (Graphique 6). Au niveau mondial, les conséquences des impacts sur la productivité du travail

et sur les dépenses de santé continuent d'augmenter sensiblement plus que le PIB. Les impacts sur l'agriculture sont, en revanche, relativement stables par rapport au PIB ; en d'autres termes, la valeur absolue de ces impacts augmente plus ou moins au même rythme que le PIB. Globalement, les coûts marchands totaux de la pollution de l'air extérieur devraient, selon les projections, passer de 0.3 % par an en 2015 à 1.0 % par an d'ici 2060.

Graphique 6. **Évolution du PIB mondial sous l'effet conjoint des impacts marchands**
Variation en pourcentage projection centrale par rapport à la projection hors rétroactions



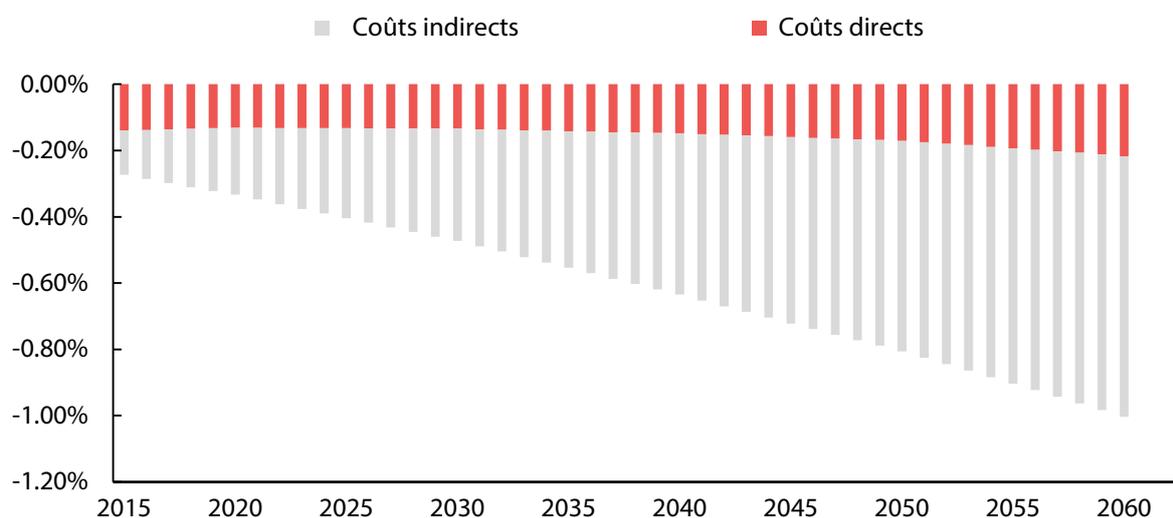
Source: Modèle ENV-Linkages.

Les coûts marchands totaux peuvent se décomposer en coûts directs et indirects (Graphique 7). Les coûts marchands directs englobent : (i) l'évolution de la valeur ajoutée générée dans tous les secteurs par les modifications de la productivité du travail ; (ii) l'augmentation absolue des dépenses de santé ; et (iii) l'évolution de la valeur ajoutée des secteurs agricoles induite par les modifications des rendements des cultures. Les effets économiques indirects résultent de la réallocation des facteurs de production entre les différentes activités économique, des changements dans le commerce international et des évolutions de l'épargne. Ces effets sont induits par des variations de prix

relatifs. Il existe une différence manifeste entre les coûts directs et les coûts indirects : tandis que les coûts directs augmentent plus ou moins au même rythme que l'activité économique (les coûts en pourcentage du PIB sont en effet à peu près stables), les coûts indirects quant à eux progressent rapidement au fil du temps. Deux mécanismes importants jouent un rôle majeur : (i) tout impact négatif sur l'accumulation de capital exerce un effet permanent car il abaisse le potentiel de croissance de l'économie ; et (ii) comme la vigueur des chocs augmente au fil du temps, les options moins onéreuses sont retenues les premières, et les chocs ultérieurs nécessiteront des mesures plus coûteuses.

Graphique 7. **Évolution dans le temps des coûts directs et indirects**

Variation en pourcentage projection centrale par rapport à la projection hors rétroactions



Source: Modèle ENV-Linkages.

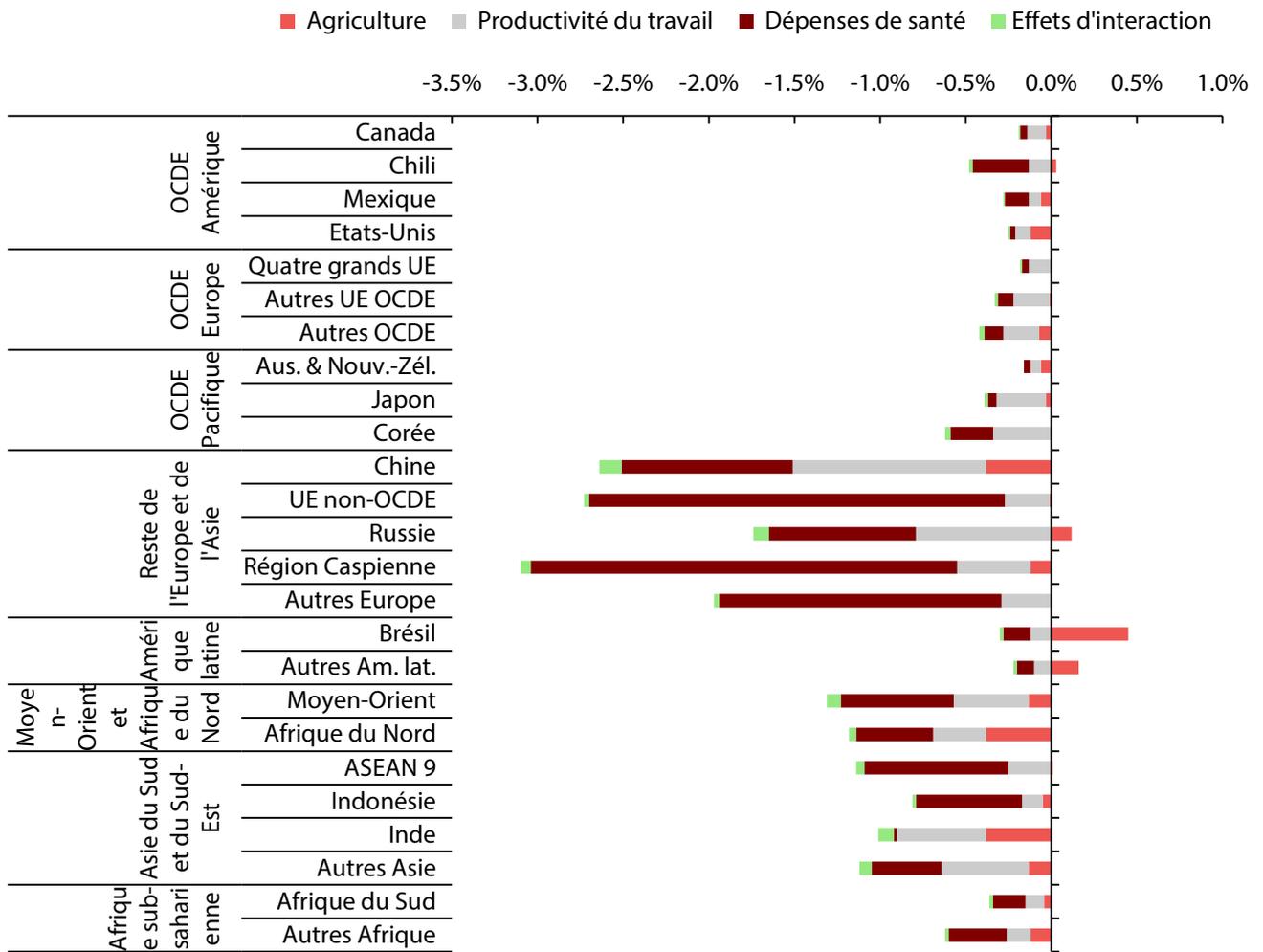
Au niveau des régions, les pertes indiquées par les projections sont nettement plus lourdes dans la région « Reste de l'Europe » et de l'Asie, qui comprend la Chine et la Russie (Graphique 8). Non seulement les concentrations projetées sont très fortes dans ces régions, mais les impacts sur la productivité du travail, et surtout sur les dépenses de santé, y sont sensiblement plus prononcés que dans d'autres parties du monde. La situation est très différente en Inde. Les pertes de PIB projetées à l'horizon 2060 sont beaucoup plus faibles dans qu'elles ne le sont pour la Chine, bien que les projections indiquent des concentrations très élevées pour ces deux pays. Ces deux pays se différencient l'un de l'autre par la pyramide des âges de leur population : la population indienne est restée jeune, tandis que le vieillissement de la population chinoise devrait poser des difficultés grandissantes. En d'autres termes, de par sa structure, la population chinoise sera plus vulnérable à la pollution atmosphérique et les dépenses de santé supplémentaires seront donc plus élevées en Chine qu'en Inde au cours des décennies à venir. Par ailleurs, comme indiqué à la section 4.1, l'épargne a une structure assez différente en Inde et en Chine : les taux d'investissement et d'épargne courants sont sensiblement plus élevés en Chine, mais à long terme la situation s'inverse, de sorte que ces deux pays réagiront différemment à une réduction des revenus ou à une augmentation des dépenses de santé.

D'importants coûts macroéconomiques sont aussi enregistrés au Moyen-Orient et en Afrique du Nord ainsi qu'en Asie du Sud et du Sud-Est. L'Afrique du Nord est touchée par les trois catégories d'impacts marchands, tandis que dans les régions asiatiques, un type d'impact tend à dominer (la productivité du travail pour l'Inde, les dépenses de santé pour les économies de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est (ANASE). Les coûts macroéconomiques projetés sont plus faibles dans les régions de l'OCDE, en Afrique et dans les Amériques.

Il n'est pas possible de simplement additionner les impacts des trois catégories d'impacts marchands de la pollution atmosphérique pour calculer l'effet global de ces impacts sur la croissance économique, car des interactions s'exercent, qui doivent être prises en compte. En théorie, ces effets d'interaction peuvent être aussi bien positifs que négatifs. Si l'on considère les projections couvrant toutes les catégories d'impacts, on peut noter que la perte globale de PIB est supérieure à la somme des pertes enregistrées au titre de ces trois catégories. À l'échelle mondiale, cet effet est mineur (moins de 0.1 % du PIB en 2060), mais dans les régions les plus touchées, la perte de PIB peut être plus sensible.

Graphique 8. **Évolution du PIB régional sous l'effet conjoint des impacts marchands**

Variation en pourcentage projection centrale par rapport à la projection hors rétroactions



Source: Modèle ENV-Linkages.



5 Coûts en bien-être de la mortalité et de la morbidité

Il est possible d'attribuer un coût aux impacts non marchands, tels que les décès prématurés et les coûts de la douleur et de la souffrance que provoquent les maladies, à partir des résultats des études d'évaluation directe, qui évaluent le consentement à payer (CAP). Les coûts en termes de bien-être des décès prématurés dus à la pollution de l'air sont calculés par la méthode de la valeur d'une vie statistique (VVS). La VVS est une mesure établie de longue date, qui peut être quantifiée par l'agrégation de CAP individuels pour obtenir une réduction marginale du risque de décès prématuré sur un laps de temps donné. Les valeurs de la VVS sont calculées en utilisant une valeur de référence de l'OCDE exprimée en dollars de 2005, qui est de 3 millions USD et des techniques de transfert d'avantages pour obtenir des valeurs par pays d'après le rapport OCDE (2012). On se base pour cela sur le revenu de chaque pays avec une élasticité-revenu de 0.8 pour les pays à revenu élevé, 0.9 pour les pays à revenu intermédiaire et 1 pour les pays à faible revenu.

Selon les projections, les coûts, estimés à 3 200 milliards USD à l'échelle mondiale en 2015, atteignent 18 000-25 000 milliards USD en 2060 (Tableau 2). Le chiffre projeté est six à huit fois plus élevé, et reflète l'accroissement du nombre de décès prématurés à l'échelle mondiale (sous l'effet des évolutions démographiques et de la hausse des concentrations de polluants) et l'accroissement de la VVS (à la suite de l'augmentation des revenus, avant tout dans les pays émergents et en développement).

Selon les projections, les coûts en bien-être dus aux décès prématurés feront plus que doubler dans les pays membres de l'OCDE, passant de 1 400 milliards USD en 2015 à 3 400-3 500 milliards USD en 2060. Néanmoins, dans les économies non membres de l'OCDE, les estimations font état d'une augmentation des coûts plus élevée : ils avoisinent 1 700 milliards USD en 2015 et devraient pratiquement décupler pour s'établir à 15 000-22 000 milliards USD en 2060. Cette évolution tient au nombre élevé et grandissant des décès prématurés en Chine et en Inde, ainsi qu'à l'augmentation prévue des revenus dans ces pays, ce qui conduit à des valeurs plus élevées associées à chaque décès prématuré.

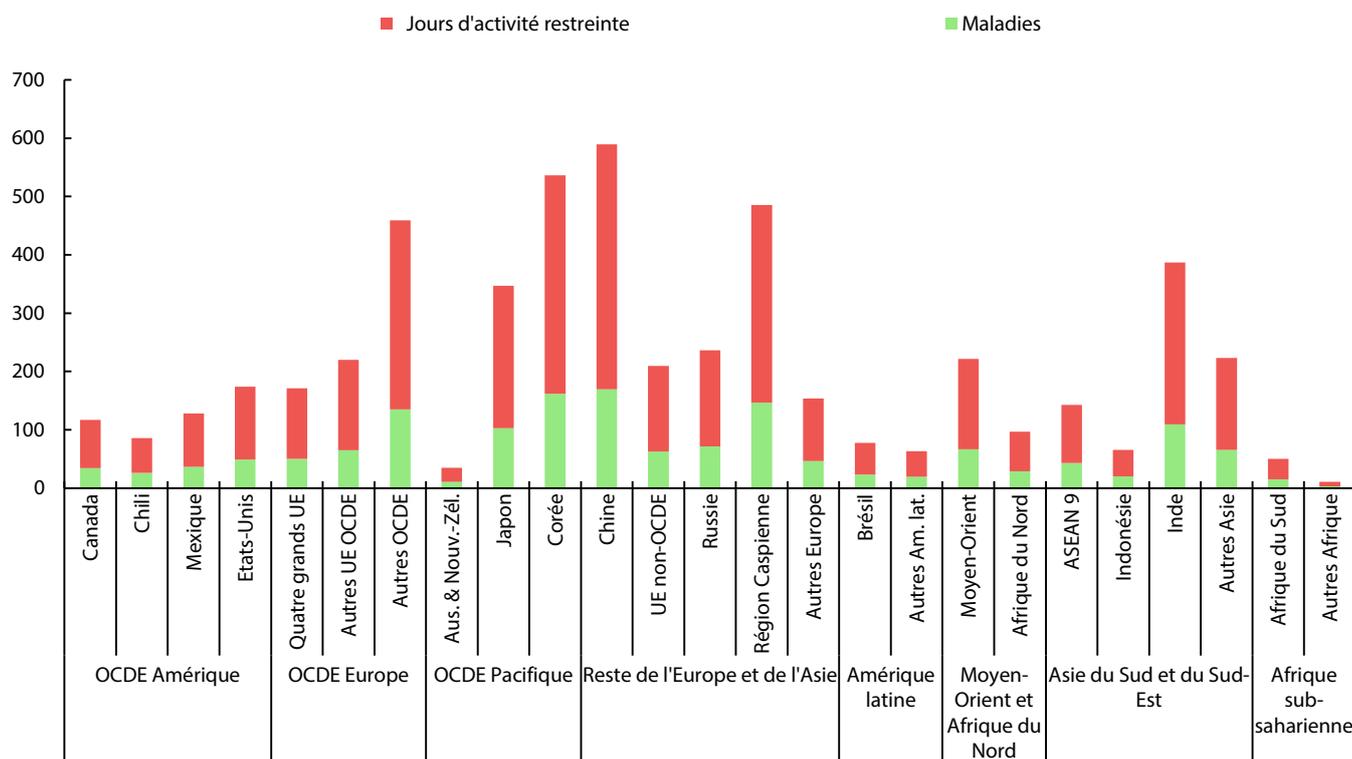
Tableau 2. **Coûts en bien-être des décès prématurés dus à la pollution de l'air, projection centrale**
Milliards USD, taux de change PPA de 2010

	2015	2060
OCDE Amérique	440	1 100 - 1 140
OCDE Europe	730	1 660 - 1 690
OCDE Pacifique	250	680 - 710
Reste de l'Europe et de l'Asie	1 130	7 730 - 9 850
Amérique latine	80	470
Moyen-Orient et Afrique du Nord	110	1 030 - 1 180
Asie du Sud et du Sud-Est	380	5 300 - 9 950
Afrique sub-saharienne	40	330 - 340
<i>Monde</i>	3 160	18 300 - 25 330
<i>OCDE</i>	1 420	3 440 - 3 540
<i>Non-OCDE</i>	1 740	14 860 - 21 790

Des coûts importants peuvent également être associés à la douleur et à la souffrance qu'engendre la maladie (Graphique 9). Les coûts en bien-être des maladies par habitant, ventilés en différentes catégories, sont : les coûts dus à la restriction de l'activité, aux admissions à l'hôpital, et aux maladies. Les coûts en bien-être les plus élevés sont ceux qui sont liés aux jours d'activité restreinte, car ils engendrent une perturbation des activités normales, suivis des cas de bronchite chronique chez les adultes. À l'échelle mondiale, les coûts en bien-être des impacts non marchands de la morbidité sont estimés à 280 milliards USD en 2015 et à 2 200 milliards USD en 2060.

Les régions où les coûts par habitant sont les plus élevés sont la Chine, suivie par la Corée, l'Europe de l'Est et la région Caspienne. Ce sont dans ces régions que le nombre de cas de maladie par habitant est le plus élevé. Il est intéressant de noter que les résultats de la Corée et de la Chine sont similaires, en ce qui concerne les cas de bronchite chronique chez l'adulte, notamment. Le nombre projeté de cas de bronchite chronique est plus important en Chine qu'en Corée (près de 3 millions en Chine contre 260 000 en Corée, en 2060). Cependant, si l'on calcule les coûts par habitant, la taille de la population entre en jeu et elle est bien plus importante en Chine. De plus, la valeur attribuée à un cas de bronchite chez l'adulte est plus faible en Chine qu'en Corée.

Graphique 9. **Coûts en bien-être des maladies dues à la pollution de l'air extérieur, projection centrale**
USD par habitant, taux de change PPA de 2010, 2060





6 Comparaison des impacts marchands et non marchands

Les coûts marchands calculés à l'aide du modèle d'équilibre général peuvent aussi être exprimés en termes de bien-être (en utilisant la variation équivalente du revenu).

Dans les pays de l'OCDE, les coûts annuels en bien-être des différents impacts marchands s'élèvent au total à 90 milliards : USD en 2015, 150 milliards : USD en 2030, et 390 milliards : USD en 2060 (Tableau 3), ce qui correspond respectivement à 0.3 %, 0.3 % et 0.5 % du revenu (exprimé en PIB par habitant) ; ou à 70 USD, 110 USD et 270 USD par habitant.

Au niveau mondial, les chiffres sont plus élevés tant en termes absolus qu'en pourcentage de revenu, et ils augmentent beaucoup plus rapidement dans le temps : alors qu'en 2015 et 2030, les coûts moyens en bien-être des impacts marchands par personne sont plus faibles dans les pays non-OCDE que dans la région OCDE, en 2060 ils sont nettement plus élevés dans les pays non-OCDE, atteignant 1.5 % du revenu.

Tableau 3. **Coûts totaux en bien-être de la pollution atmosphérique, projection centrale,**
Milliards USD, taux de change PPA de 2010

	OCDE		Monde	
	2015	2060	2015	2060
TOTAL des impacts marchands	90	390	330	3 300
En part de revenu (pourcentage)	0.3%	0.5%	0.6%	1.5%
Par habitant (USD par habitant)	70	270	50	330
TOTAL des impacts non marchands	1 550	3 750 - 3 850	3 440	20 540 - 27 570
En part de revenu (pourcentage)*	5%	5%	6%	9 - 12%
Par habitant (USD par habitant)	1 210	2 610 - 2 680	470	2 060 - 2 770

*Les coûts en bien-être des impacts non marchands n'étant pas liés à des dépenses, ils ne sont pas intégrés au calcul du revenu ; ils ne sont exprimés en part de revenu qu'à titre d'exemple.

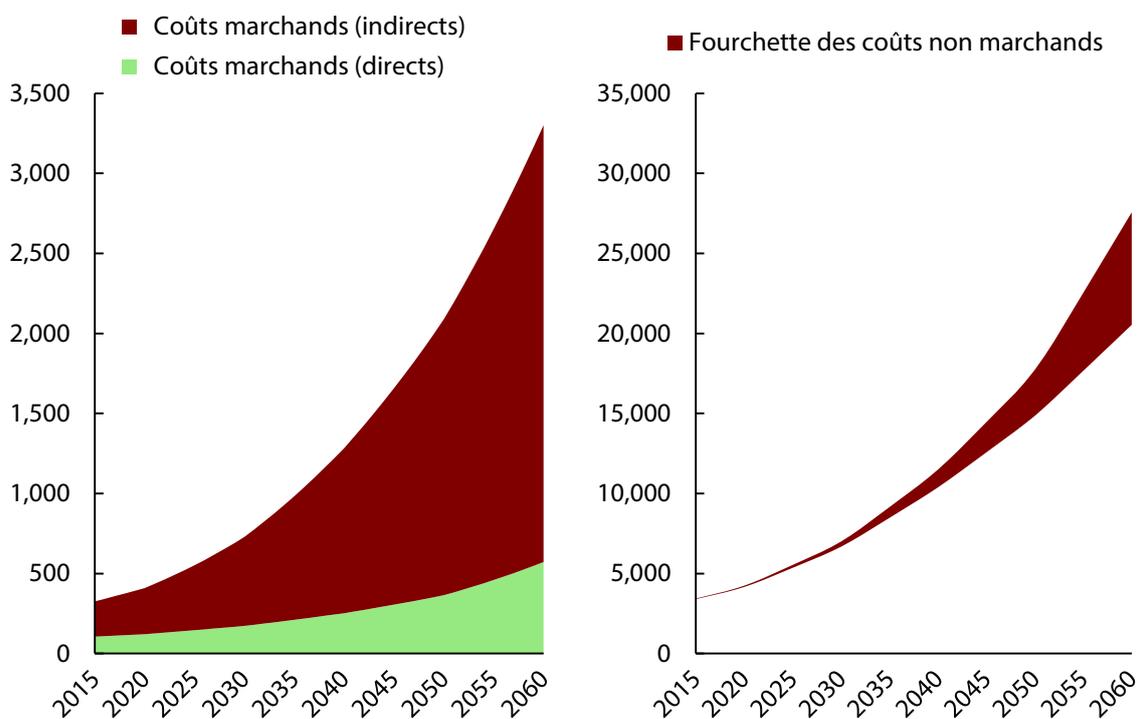
Dans l'ensemble des pays membres de l'OCDE, les coûts annuels en bien-être liés aux impacts sanitaires non marchands de la pollution de l'air extérieur s'élèvent à 1 600 milliards USD en 2015, et passent à 3 900 milliards USD en 2060, dont plus de 90 % sont imputables à la perte de bien-être liée à des décès prématurés. Au niveau mondial, les coûts qui, selon les projections, devraient s'élever à 3 400 milliards USD en 2015 augmentent plus rapidement pour atteindre 6 600-6 900 milliards USD en 2030, et 20 500-27 600 milliards USD en 2060.

Ces coûts en bien-être des impacts non marchands ne sont pas liés à des dépenses ou à des biens échangés ; ils ne peuvent donc pas être comparés directement à des indicateurs macroéconomiques comme le PIB. En 2015, les coûts en bien-être par habitant des impacts non marchands de la pollution de l'air extérieur sont plus élevés dans les pays de l'OCDE que dans les pays émergents et en développement : ils s'établissent à environ 1 200 USD par habitant dans les pays de l'OCDE, et à moins de 500 USD par habitant au niveau mondial. En 2060, la situation est

différente malgré la croissance démographique continue des pays en développement : selon les projections, dans la région OCDE, les coûts par habitant progressent légèrement pour atteindre 2 610-2 680 USD, tandis qu'au niveau mondial, ils augmentent et passent à 2 060-2 770 USD.

Si la perte de bien-être liée aux décès prématurés est manifestement, de loin, la principale composante des coûts, les répercussions économiques indirectes des différents impacts marchands jouent cependant un rôle de plus en plus important (Graphique 10). À court et moyen terme, les répercussions économiques indirectes sont généralement du même ordre de grandeur que les impacts marchands directs. À long terme (2060), par contre, les répercussions économiques induites par la pollution atmosphérique l'emportent sur les effets directs des différents impacts marchands, en raison surtout des effets à long terme du ralentissement de la croissance. Le calcul des coûts de la pollution atmosphérique liés à la morbidité peut produire des résultats très erronés s'il est fait abstraction de ces répercussions économiques indirectes.

Graphique 10. **Évolution des coûts en bien-être de la pollution atmosphérique, projection centrale**
Milliards USD, taux de change PPA de 2010



7 Politiques visant à réduire la pollution de l'air

Les gains de bien-être des politiques publiques qui peuvent réduire le nombre de décès prématurés et de maladies sont potentiellement très importants. Cependant, il n'y a pas de solution universelle pour réduire les impacts de la pollution de l'air, car il existe de grandes différences entre les pays en termes de polluants répandus et de leurs sources. La mise en œuvre de mesures visant à réduire la pollution contribuera certainement à contrer et à réduire les coûts biophysiques et économiques de la pollution atmosphérique. Ces mesures peuvent consister, par exemple, à encourager ou à imposer l'adoption de technologies de fin de chaîne susceptibles d'abaisser les niveaux de pollution ou de technologies plus propres, surtout dans les domaines de la combustion énergétique, ou à imposer des normes de qualité de l'air, d'émissions automobiles et de qualité des carburants, ainsi que des taxes sur les émissions, entre autres.

L'exposition humaine à la pollution atmosphérique a une dimension spatiale : la densité de population tout comme les concentrations de polluants qui en résultent varient dans l'espace. C'est pourquoi des mesures locales efficaces visant à abaisser les niveaux de pollution des zones densément peuplées, ont un rôle à jouer. Même si la pollution atmosphérique a essentiellement des

conséquences locales et régionales, il s'agit aussi d'un problème d'ampleur mondiale. Plusieurs polluants et particules peuvent être transportés par les vents et ont des répercussions dans des régions et des pays autres que ceux où ils ont été émis. En outre, la qualité de l'air s'est détériorée dans la quasi-totalité des grandes régions du monde, et les liens d'interdépendance entre les pays, notamment par le biais du commerce international, font que les modifications des modes de consommation dans un pays influent sur le niveau des émissions dans d'autres. Des solutions à l'échelle mondiale sont aussi nécessaires pour mettre au point des technologies moins polluantes. Une transformation globale du système énergétique constitue un volet essentiel de toute intervention efficace par rapport aux coûts.

De surcroît, il existe de fortes interactions parmi le large éventail de mesures que peuvent prendre les pouvoirs publics. Les mesures qui stimulent l'efficacité énergétique réduisent les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre. La mise en œuvre de mesures de contrôle de la pollution de l'air apporterait des avantages immédiats, grâce à une qualité de l'air améliorée, mais surtout des avantages encore plus manifestes dans le long terme, induits par les bénéfices de la réduction des impacts du changement climatique. Dans certains cas néanmoins, il y a des compromis à faire entre les différents objectifs que souhaitent atteindre les mesures publiques. Il est donc essentiel de mettre en place un train de mesures coordonnées pour faire face aux différents problèmes environnementaux.



EN SAVOIR PLUS

OCDE (2016), *Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur*, Paris.

OCDE (2015), *Les conséquences économiques du changement climatique*, Paris.

OCDE (2012), *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : Les conséquences de l'inaction*, Paris.

Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur en ligne

www.oecd.org/fr/environnement/circle.htm

www.oecd.org/fr/environnement/modelisation.htm

www.oecd.org/environment/the-economic-consequences-of-outdoor-air-pollution-9789264257474-en.htm

CONTACT

Elisa Lanzi, *Analyste de politiques*, elisa.lanzi@oecd.org

Rob Dellink, *Coordinateur de la modélisation et des perspectives*, rob.dellink@oecd.org

CRÉDITS PHOTO

www.flickr.com/photos/dbakr/9478479785

© Damián Bakarcic, 2013, CC-BY

www.flickr.com/photos/tawheedmanzoor/2456217852

© Tawheed Manzoor, 2008, CC-BY

www.flickr.com/photos/the-niki/4331676192

© Nicolò Lazzati, 2009, CC-BY

www.flickr.com/photos/ervins_strauhmanis/9554405492

© Ervins Strauhmanis, 2006, CC-BY

www.flickr.com/photos/43423301@N07/3998449040

© M M, 2008, CC-BY-SA

www.flickr.com/photos/zongo/16477191963

© David Holt, 2015, CC-BY

www.flickr.com/photos/141790320@N03/26292024592

© Zlatko Babic, 2015, CC-BY

