



Commission économique pour l'Europe**Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance****Quarante-deuxième session**

Genève, 12-16 décembre 2022

Point 4 b) de l'ordre du jour provisoire

Examen de l'exécution du plan de travail pour 2022-2023 :**Élaboration de politiques****Le coût de l'inaction***Résumé*

Établi par l'Équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée en collaboration avec l'Équipe spéciale des questions technico-économiques, conformément au point 2.1.5 du plan de travail pour 2022-2023 relatif à l'application de la Convention (document ECE/EB.AIR/148/Add.1), le présent rapport a été examiné par le Groupe de travail des stratégies et de l'examen à sa soixantième session (Genève, 11-14 avril 2022) et transmis à l'Organe exécutif, pour examen à sa quarante-deuxième session.

Il a pour objectif d'encourager la ratification et l'application des Protocoles à la Convention, en particulier le Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique, tel que modifié en 2012, en comparant, à l'intention des décideurs politiques, les coûts de l'inaction en matière de pollution atmosphérique – à savoir les effets nocifs sur la santé, les écosystèmes et l'économie – avec les coûts de l'action, c'est-à-dire des mesures de réduction.

L'Organe exécutif est invité à adopter ce document.

* Nouveau tirage pour raisons techniques (31 octobre 2022)



I. Principaux messages

1. Dans près de la moitié des pays de la région de la Commission économique pour l'Europe (CEE) (26 sur 56), le coût financier actuel des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé et les écosystèmes dépasse les 5 % du produit intérieur brut (PIB). Dans au moins six pays, le coût de ces effets nocifs excède 10 % du PIB. La plus grande partie de ce coût est liée à la réduction de l'espérance de vie, suivie par la morbidité (notamment les hospitalisations, les congés de maladie et les médicaments) et les effets nocifs sur les écosystèmes. En pourcentage du PIB, la valeur monétaire des effets nocifs est plus élevée dans la partie orientale que dans la partie occidentale de la région de la CEE. À l'échelle mondiale, les pertes de productivité du travail (principalement en raison de l'absentéisme au travail) occasionnées par la pollution atmosphérique représentent environ 5 à 9 % du coût total des effets nocifs.

2. Certaines valeurs sociétales ne sont pas encore monétisées et donc non encore incluses dans les estimations du coût des effets nocifs, en premier lieu ceux sur la biodiversité. Il existe par ailleurs des écarts considérables en matière d'information entre les parties orientale et occidentale de la région de la CEE, particulièrement en ce qui concerne les études d'évaluation menées par des groupes de recherche d'Europe orientale et les scénarios relatifs aux futurs niveaux de pollution atmosphérique dans cette sous-région. Des efforts soutenus sont encore nécessaires pour combler ces valeurs manquantes et ces écarts.

3. La mise en œuvre des mesures politiques existantes, notamment les obligations nationales de réduction des émissions et les valeurs limites actuelles applicables aux émissions des véhicules, des installations, des engins mobiles non routiers et des produits, devrait permettre de réduire le coût financier des effets nocifs relevant du domaine du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) en 2030 d'au moins 14 % par rapport à 2020. On s'attend que cette réduction (en pourcentage du PIB) soit plus élevée dans la partie occidentale de la région de la CEE, car des réductions d'émissions plus strictes y seront sans doute appliquées.

4. À l'horizon 2030-2050, des mesures supplémentaires (ne figurant pas dans la législation actuelle) de lutte contre la pollution atmosphérique pourraient permettre d'éviter jusqu'à 21 % des coûts financiers des effets nocifs dans l'Union européenne à 27. À ce même horizon, l'application de mesures techniquement réalisables et n'entraînant pas de coûts excessifs pourrait réduire les coûts financiers annuels des effets nocifs de 4 % par rapport au scénario de référence ; en appliquant toutes les mesures envisageables de lutte contre la pollution atmosphérique, indépendamment des coûts (scénario de réduction maximale techniquement possible), il serait possible d'obtenir une réduction supplémentaire des dommages (jusqu'à 20 ou 21 %). Si ce scénario de réduction maximale était combiné à des mesures relatives au climat, la réduction des dommages en 2050 pourrait atteindre 26 %. Dans la partie orientale de la région de la CEE, en particulier, le potentiel de réduction du coût financier des effets nocifs est important.

5. Le coût de la mise en place des mesures de réduction des émissions, c'est-à-dire le coût de l'action, est nettement inférieur au coût de l'inaction. Les avantages tendent à être plus élevés que les coûts. Dans l'Union européenne à 27, le coût des mesures supplémentaires de réduction des émissions susceptibles de s'ajouter aux niveaux d'ambition actuels des programmes nationaux de lutte contre la pollution atmosphérique est plus de vingt fois inférieur au coût des effets nocifs que ces mesures permettraient d'éviter.

II. Introduction

6. Depuis les années 1960, les économistes ont mis au point des méthodes permettant d'évaluer la valeur monétaire des effets négatifs sur la santé des écosystèmes et des populations humaines occasionnés par une mauvaise qualité de l'air. Les premières tentatives avaient semblé indiquer que les coûts de la réduction des émissions dépassaient largement les avantages, mais il est désormais bien établi que la situation est inverse dans presque tous les cas. Le fait de ne pas agir pour améliorer la qualité de l'air entraîne donc des pertes de

bien-être qu'il est possible d'éviter. En d'autres termes, l'absence d'action entraîne des coûts d'inaction.

7. Pour établir le présent rapport, l'ensemble des connaissances scientifiques disponibles sur les coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique ont été examinées et synthétisées. De cet examen et de cette synthèse ont été extraits les messages les plus importants pour les décideurs politiques. Ce travail a été guidé par les questions suivantes :

- a) Est-il possible d'estimer avec certitude les effets de la mauvaise qualité de l'air sur le bien-être ?
- b) Quel est le coût des effets nocifs lorsque aucune mesure n'est prise pour lutter contre la pollution atmosphérique ?
- c) Le coût de ces effets nocifs devrait-il augmenter ou diminuer à l'avenir ?
- d) Comment réduire davantage les coûts de l'inaction ?
- e) Est-il possible d'améliorer le bien-être humain en en faisant plus ?

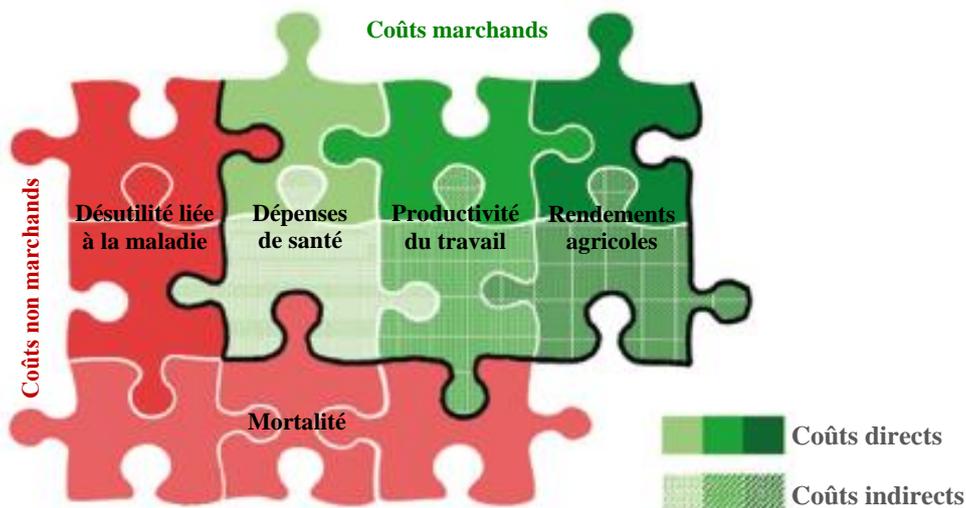
8. On trouvera ci-après un aperçu théorique des coûts de l'inaction, fondé sur la documentation pertinente. Vient ensuite une estimation du montant actuel des coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique dans la région de la CEE, de la réduction future attendue de ces coûts et des améliorations possibles.

III. Monétiser les effets nocifs de la pollution atmosphérique

9. La terminologie spécialisée diffère d'un praticien à l'autre. Aux fins du présent rapport, la terminologie suivante a été prise en compte concernant les conséquences économiques de la mauvaise qualité de l'air. Les pertes de bien-être pour la société dues à une mauvaise qualité de l'air sont de deux types principaux : les coûts marchands et les coûts non marchands (voir fig. 1 ci-dessous).

Figure 1

Coûts marchands et non marchands des effets nocifs de la pollution atmosphérique, répartis en principales catégories



Source : Figure reprise de OCDE (2016)¹.

¹ OCDE, 2016. « Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur – L'essentiel stratégique ». Il est à noter que l'OCDE n'a pas inclus dans son analyse les effets nocifs (non marchands) sur les écosystèmes.

10. À titre d'exemple de coûts marchands, il a été démontré que la mauvaise qualité de l'air entraînait des pertes de productivité en réduisant le nombre de jours où les travailleurs peuvent se rendre à leur travail et en diminuant les rendements des récoltes sylvicoles, agricoles et maraîchères. L'atténuation des effets négatifs de la mauvaise qualité de l'air consomme des ressources sociétales, notamment en termes de dépenses de santé. Tous ces coûts sont mesurables et dépendent des prix actuels du marché et des coûts de la main-d'œuvre et des soins de santé. Il existe aussi des coûts marchands indirects, par exemple la réduction des ressources financières disponibles pour les investissements. Les exigences relatives à l'estimation des coûts marchands sont décrites dans les récents rapports de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (Atkinson *et al.*, 2018² ; OCDE, 2016³).

11. Les coûts non marchands découlent du fait que la mauvaise qualité de l'air réduit la qualité de vie de la population en entraînant douleurs, souffrances et autres désagréments, et en étant responsable d'une mortalité prématurée. Il s'agit de coûts qui l'emportent généralement sur la valeur des avantages dans les analyses coûts-avantages appuyant les décisions politiques. Les coûts non marchands ne peuvent pas être quantifiés de la même manière que les coûts marchands. Il existe toute une série d'études qui fixent des valeurs économiques à la mortalité et à la morbidité en se basant sur la perception qu'ont les personnes de la valeur d'une modification de l'espérance de vie, du risque d'accident mortel ou de l'état de santé – c'est-à-dire en appliquant des méthodes de consentement à payer.

12. Il existe deux méthodes principales permettant d'évaluer les coûts de la mortalité prématurée occasionnée par la pollution atmosphérique. La première fait appel à un paramètre d'évaluation appelé valeur de l'année de vie (VAV), la seconde à la valeur de la vie statistique (VVS) (voir encadré 1 ci-dessous). Le choix de la méthode de mesure utilisée pour estimer le coût de la mortalité peut avoir une incidence sur les résultats. C'est pourquoi dans le présent rapport, les auteurs ont tenté d'indiquer le paramètre choisi pour les chiffres présentés en ajoutant « VVS » ou « VAV » après le chiffre⁴.

Encadré 1

Évaluer la mortalité prématurée occasionnée par la pollution atmosphérique en utilisant la valeur de l'année de vie (VAV) et la valeur de la vie statistique (VVS)

Les valeurs marchandes utilisées pour représenter les valeurs de l'année de vie et les valeurs de la vie statistique sont naturellement associées à des incertitudes, et sont conditionnées par de nombreux paramètres. L'espérance de vie restante, la qualité de vie, ainsi que les ressources économiques varient au cours d'une vie, et tous ces facteurs influent sur les valeurs déclarées ou constatées de l'année de vie et de la vie statistique. Par conséquent, une grande marge d'incertitude est souvent associée à ces résultats.

Les méthodes VAV et VVS utilisées pour l'évaluation du raccourcissement de la durée de vie dû à la pollution atmosphérique diffèrent puisque les années de vie perdues à cause de ce type de pollution sont en général de l'ordre de onze ans (Gustafsson *et al.*, 2018), ce qui est inférieur à la réduction de moitié de l'espérance de vie généralement constatée dans les études portant sur la VVS. Plus particulièrement, la méthode VAV est fondée sur les tables de mortalité : elle prend en compte l'âge auquel est intervenu le décès dû à la pollution atmosphérique et donne des résultats en termes d'espérance de vie. La méthode VVS n'utilise

² Atkinson, G. *et al.*, 2018. « Analyse coûts-bénéfices et environnement – Développements récents ».

³ OCDE, 2016. « Les conséquences économiques de la pollution de l'air extérieur – Rapport technique », <https://doi.org/10.1787/9789264262294-fr>.

⁴ Lorsque les deux options étaient disponibles, les auteurs du présent document ont choisi de présenter les chiffres en valeur de la vie statistique (VVS) – notamment pour les résultats des calculs basés sur Amann, M. *et al.*, 2020, « Support to the development of the Second Clean Air Outlook – Specific Contract 6 under Framework Contract ENV. C.3/FRA/2017/0012 (Final Report) » (Bruxelles, Commission européenne, 2020). La VVS a été choisie car ce paramètre permet une évaluation égale des vies de personnes dont l'état de santé est différent. La VVS a également été utilisée dans les rapports de l'OCDE auxquels il est fait référence dans le présent rapport. Les auteurs sont conscients que la Commission européenne utilise plus souvent l'indicateur VAV dans ses évaluations et ses suggestions de mesures.

pas de tables de mortalité, mais est axée sur les taux de mortalité. Comme la méthode VVS ne tient pas compte de l'âge au moment du décès ou des causes de décès, il est parfois considéré qu'elle surestime les avantages pour la santé de la réduction de la pollution atmosphérique (Desaigues *et al.*, 2011), tandis que la méthode VAV est plus modérée. D'autre part, la méthode VAV est critiquée car elle ne valorise pas les populations vulnérables autant que les populations moyennes.

Dans la plupart des études d'impact, l'effet de la pollution atmosphérique sur l'espérance de vie ou la mortalité est calculé au moyen d'une variation du taux fixe par rapport à l'espérance de vie centrale ou au risque relatif. L'un des résultats de cette méthode est que dans les pays où l'espérance de vie de centrale est courte, la pollution atmosphérique a des répercussions sur un plus grand nombre d'années de vie. La différence entre l'évaluation de la mortalité avec la méthode VVS et VAA sera plus élevée dans les pays où l'espérance de vie est longue.

Source : B. Desaigues *et al.*, « Economic valuation of air pollution mortality: A 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY) », *Ecological Indicators*, vol. 11, n° 3 (mai 2011), p. 902 à 910 ; Malin Gustafsson *et al.*, *Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts*, IVL Swedish Environmental Research Institute, report No. C317, juin 2018.

13. Dans le présent rapport, l'expression « coûts des effets nocifs » ou « effets nocifs » désigne la somme de tous les types et catégories de coûts susmentionnés.

IV. Données, méthodes et sources

14. La plupart des données du présent rapport sont issues d'articles et de rapports publiés au cours des dix dernières années. Certains des résultats (tableaux 1 à 3) peuvent être utilisés directement pour l'estimation des effets nocifs pour un pays donné. D'autres (par exemple, les figures 6, 7 et 12) sont considérées comme des exemples représentatifs, qui peuvent être utilisés pour comparer avec les estimations des pays. En outre, une analyse complémentaire des effets nocifs sur la santé particuliers à la région a été effectuée en utilisant le modèle d'interaction et de synergie entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique (modèle GAINS) et le modèle Alpha RiskPoll.

A. Modélisation réalisée à titre de contribution à la synthèse des données

15. En 2020, l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA) a publié des scénarios pour la deuxième édition du rapport « Perspectives en matière d'air pur »⁵ dans lesquels sont étudiés différents niveaux d'ambition future pour la qualité de l'air en matière de pollution atmosphérique et de mesures climatiques dans l'Union européenne à 27. Le scénario GAINS de référence sous-jacent (CAO2_Baseline_2030) traduit l'évolution actuelle et prévue dans l'ensemble du domaine de modélisation GAINS. Pour estimer les effets nocifs sur la santé actuels et projetés dans les régions sélectionnées, y compris des pays hors de l'Union européenne à 27 (décrits ci-dessous), les résultats du modèle GAINS (concentrations de particules fines de moins de 2,5 microns de diamètre (PM_{2.5}) et somme des moyennes des concentrations d'ozone supérieures à 35 ppb (SOMO35) pondérées par la population des pays récepteurs) ont été utilisés pour alimenter le modèle Alpha RiskPoll, dans lequel les effets nocifs correspondants des PM_{2.5} et de l'ozone sont calculés et agrégés par région. L'évaluation des effets nocifs est effectuée pour 2020 (situation actuelle) et pour 2030 (projection). Les calculs ont été effectués avant l'invasion de l'Ukraine par la Fédération de Russie en février 2022, qui n'a pas été prise en compte dans les scénarios GAINS utilisés pour ce rapport.

⁵ Amann, M. *et al.*, 2020. « Support to the development of the Second Clean Air Outlook ».

B. Répartition par sous-régions

16. Les effets nocifs monétisés de la pollution atmosphérique sur la santé humaine et les écosystèmes aux fins du présent rapport sont résumés et analysés séparément pour chacune des sous-régions suivantes de la région de la CEE :

a) Pays d'Europe orientale, du Caucase et de l'Asie centrale (EOCAC) : Arménie, Azerbaïdjan, Bélarus, Fédération de Russie, Géorgie, Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, République de Moldova, Tadjikistan, Turkménistan, Ukraine ;

b) Europe du Sud-Est : Albanie, Bosnie-Herzégovine, Macédoine du Nord, Monténégro, Serbie, Türkiye ;

c) Europe occidentale et centrale : Union européenne à 27, Islande, Norvège, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Suisse ;

d) Amérique du Nord : Canada, États-Unis d'Amérique.

C. Réévaluation des devises et transfert de valeurs

17. Sauf indication contraire, toutes les estimations monétaires sont effectuées en euros, valeur de 2015. Lors de la conversion en euros (valeur 2015) des valeurs relatives aux effets nocifs non marchands (intangibles) sur la santé disponibles dans la documentation, les auteurs du présent rapport corrigent les valeurs d'origine pour tenir compte de l'inflation, de la variation du PIB par habitant en parité de pouvoir d'achat (PPA) et de l'élasticité par rapport au revenu (élasticité-revenu) de la VVS de 0,8, comme recommandé par l'OCDE (2012)⁶. En ce qui concerne les coûts techniques et les coûts des effets nocifs, principalement composés de coûts marchands (par exemple les évaluations des coûts des effets nocifs sur les cultures ou des coûts de la productivité du travail), les valeurs sont recalculées en euros (valeur 2015) compte tenu uniquement de l'indice des prix à la consommation.

18. Dans les estimations des effets nocifs basées sur les modèles GAINS et Alpha RiskPoll réalisées, l'évaluation des effets sur la santé est effectuée avec la même méthode que celle présentée plus haut et dans Amann *et al.* (2020)⁵. Ensuite, selon le type de résultats présentés, l'une des deux méthodes de transfert de valeur spatiale est choisie :

a) Pour évaluer les effets nocifs en pourcentage du PIB d'un pays : les effets spécifiques au pays sont ajustés en fonction de la différence de revenu entre le pays et l'Union européenne à 27. On suppose une élasticité-revenu de 0,8 si le pays a un revenu supérieur à la moyenne de l'Union européenne, et une élasticité de 1,2 si le pays a un revenu inférieur à cette moyenne⁷. Les valeurs ajustées sont comparées au PIB en PPA ;

b) Pour présenter les chiffres absolus des effets nocifs par région (pays de l'EOCAC, Europe du Sud-Est, Europe occidentale et centrale) en euros (valeur 2015) : les effets nocifs sont ajustés en fonction de la différence de revenu entre la région de la CEE (Europe) et l'Union européenne à 27, en appliquant une élasticité-revenu de 1,2.

19. Les coûts marchands liés à la morbidité sont estimés à l'aide de méthodes autres que le consentement à payer, de sorte que la méthode d'évaluation utilisée dans le présent rapport entraîne une légère sous-estimation du coût de l'inaction.

20. Dans le présent rapport, les estimations concernant les effets nocifs en pourcentage du PIB d'un pays concernent l'année 2020 (2010, pour certains pays du Caucase et d'Asie

⁶ OCDE, 2012. « La valorisation du risque de mortalité dans les politiques de l'environnement, de la santé et des transports », Éditions de l'OCDE. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/environnement/la-valorisation-du-risque-de-mortalite-dans-les-politiques-de-l-environnement-de-la-sante-et-des-transports_9789264169623-fr.

⁷ Une élasticité-revenu de la VVS de 1,2 est recommandée pour les pays à revenu faible et intermédiaire et de 0,8 pour les pays à revenu plus élevé (Narain, U. et Sall, C. 2016, « Methodology for valuing the health impacts of air pollution – Discussion of challenges and proposed solutions » (Méthodologie d'évaluation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé – Examen des défis et des solutions proposées).

centrale). Ces valeurs ne doivent pas être confondues avec les valeurs appelées « pourcent de variation du PIB », adoptées dans une étude publiée récemment par l'OCDE¹ dans laquelle des pourcentages du PIB en 2060 sont présentés par rapport au scénario de référence.

21. Les données relatives au PIB PPA, au PIB PPA par habitant et à la population ont été extraites de la base de données de la Banque mondiale⁸. Les indices des prix à la consommation ont été obtenus de la base de données de l'OCDE⁹. Les taux de change des devises ont été tirés du site Internet de la Banque centrale européenne¹⁰.

V. Ampleur des effets nocifs monétisés de la pollution atmosphérique sur la santé humaine et les écosystèmes

22. La première question à laquelle répond le présent aperçu concerne l'ampleur totale des coûts des effets nocifs. Elle est présentée pour les régions EOCAC, Europe du Sud-Est, Europe occidentale et centrale, Amérique du Nord et Monde. Les pays de l'EOCAC sont répartis entre pays relevant du domaine de l'EMEP^{11,12} et pays ne relevant pas de ce domaine.

23. Les effets nocifs de la pollution atmosphérique dépendent de facteurs tels que la densité de population, la structure d'âge et la santé de celle-ci, l'état actuel des cultures et des forêts, la proximité des pays voisins et les conditions météorologiques affectant la pollution transfrontière.

A. Pays d'Europe orientale, du Caucase et de l'Asie centrale

Effets nocifs globaux et pourcentage du produit intérieur brut

24. Les effets nocifs globaux de la pollution atmosphérique sur la santé dans les pays de l'EOCAC relevant du domaine de l'EMEP montrent une tendance à la baisse (voir fig. 2 ci-dessous, graphique de gauche). Le coût de ces effets devrait diminuer de 17,5 milliards d'euros (4 %) entre 2020 et 2030, mais leur coût annuel s'élèvera tout de même à 425 milliards d'euros en 2030. Les effets nocifs de la pollution atmosphérique dans les pays dont les frontières nationales se situent dans le domaine de l'EMEP représentent de 5 à 7 % du PIB de ces pays (voir fig. 2, graphique de droite). Pour la Fédération de Russie, les effets nocifs ne sont évalués que pour la partie européenne du pays et représentent 6 % du PIB de celui-ci. Toutefois, cette valeur ne tient pas compte des effets nocifs sur la santé subis par les 25 % de la population du pays qui vivent à l'est de l'Oural.

⁸ <https://data.worldbank.org/indicator>.

⁹ <https://stats.oecd.org/#>.

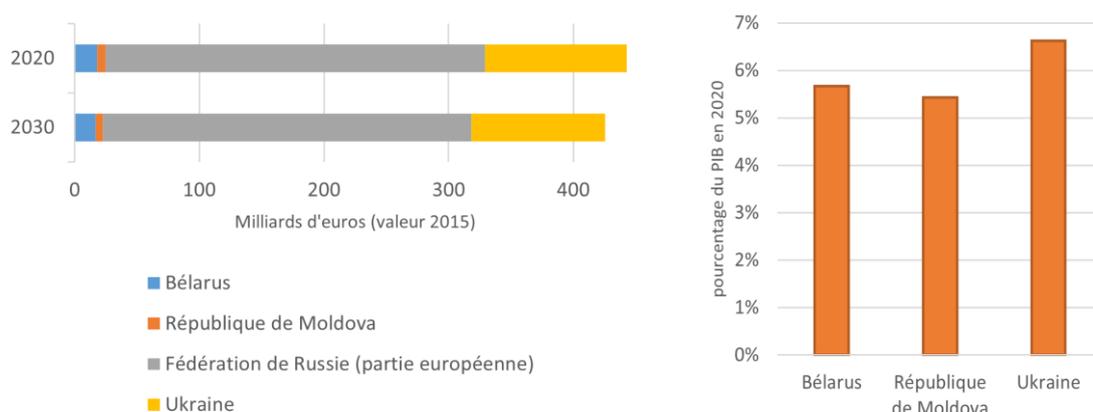
¹⁰ https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/html/index.en.html.

¹¹ Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe.

¹² Ici et ci-après, il s'agit du domaine de l'EMEP tel que représenté dans le modèle GAINS Europe (v.3).

Figure 2

Coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé dans les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale relevant du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe

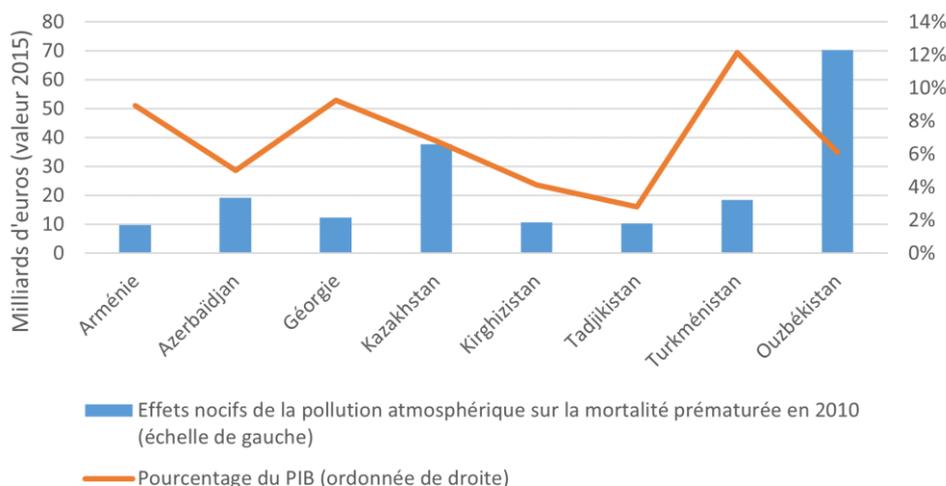


Source : Calculs basés sur le scénario de la législation actuelle tel qu'exposé dans Amann *et al.* (2020)⁵.

25. Pour les pays du Caucase et de l'Asie centrale situés en dehors du domaine de l'EMEP, les coûts consécutifs à la mortalité prématurée attribuable à la mauvaise qualité de l'air variaient d'environ 9,8 milliards d'euros en Arménie à plus de 70 milliards d'euros en Ouzbékistan en 2010 (voir fig. 3 ci-après). Cette estimation est basée sur les taux de mortalité dus à la pollution atmosphérique présentés dans le rapport conjoint de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et de l'OCDE (2015)¹³, et sur une VVS de 3,06 millions d'euros¹⁴ (valeur 2005) telle qu'estimée dans Amann *et al.* (2020)⁵. Les coûts liés à la mortalité attribuables à la pollution atmosphérique représentent entre 3 et 12 % du PIB des pays.

Figure 3

Coût des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé dans le Caucase et en Asie centrale en 2010



Source : Mortalité telle que présentée dans le rapport conjoint de 2015 de l'OMS et de l'OCDE¹³.

¹³ Bureau régional de l'Organisation mondiale de la Santé pour l'Europe (2015). « Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth ».

¹⁴ Les VVS en euros de 2005 sont ensuite ajustées en fonction des taux d'inflation basés sur les indices des prix à la consommation et des variations du PIB par habitant entre 2005 et 2015 dans l'Union européenne à 28, ainsi qu'en fonction des différences de PIB par habitant en 2015 entre l'Union européenne à 28 et les pays considérés.

Baisse de la productivité du travail et autres effets de la morbidité

26. Le coût de la baisse de productivité du travail découlant de la perte de journées de travail pour cause de maladie constitue environ 0,6 % du coût total des effets nocifs sur la santé (la mortalité est évaluée au moyen de la VVS), et l'ensemble des effets de la morbidité correspondent à 5 % des effets totaux. L'OCDE (2016)^{1, 3} estime que les coûts liés à la morbidité sont, dans toutes les régions, dominés par les coûts des jours d'activité réduite.

Domages aux cultures

27. Outre la mortalité prématurée et les maladies touchant la population, la pollution atmosphérique a des effets négatifs sur les cultures, principalement en raison de l'exposition des plantes à l'ozone troposphérique. Ces effets sont faciles à évaluer au moyen des prix du marché. L'OCDE (2016)³ prévoit que, dans la Fédération de Russie, d'ici à 2060, les rendements des cultures seront inférieurs de 5 % à ceux de la projection « hors rétroactions »¹⁵, ce qui correspond à une baisse de 0,8 % de la valeur ajoutée dans le secteur agricole.

Coûts par polluant

28. Les coûts de la pollution atmosphérique par tonne d'émissions des principaux polluants sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous. Ces valeurs sont obtenues à partir de Schucht *et al.*, 2021¹⁶, et représentent les effets nocifs des PM_{2,5} et des précurseurs de l'ozone sur la santé dans le pays émetteur. Elles peuvent être directement appliquées pour évaluer les coûts des effets nocifs à l'appui des décisions relatives à la qualité de l'air.

Tableau 1

Coûts des effets nocifs des polluants atmosphériques en Europe orientale et dans le Caucase (VVS en euros (valeur 2015) par tonne)

Pays	NO _x	PM _{2,5}	SO ₂	COVNM	NH ₃
Arménie	10 000	311 800	73 800	7 000	48 800
Azerbaïdjan	15 000	39 100	28 100	400	8 900
Bélarus	4 100	77 300	20 400	100	11 000
Géorgie	11 200	448 600	68 800	3 500	16 400
République de Moldova	7 000	105 200	17 900	100	19 800
Fédération de Russie (EMEP)	4 500	110 500	34 700	1 400	37 700

Source : Schucht *et al.* (2021)¹⁶, tableau 50.

Note : Les données pour l'Ukraine ne sont pas présentées dans Schucht *et al.* (2021)¹⁶ ; les chiffres de la précédente modélisation des effets nocifs de la pollution atmosphérique industrielle en Europe (Holland *et al.*, 2014)¹⁷ n'étant pas comparables à ceux présentés dans le tableau 1 ci-dessus en raison de différences méthodologiques, les valeurs pour l'Ukraine ne sont donc pas incluses.

Abréviations : NH₃, gaz ammoniac ; COVNM : composés organiques volatils non méthaniques ; NO_x : oxydes d'azote ; SO₂ : dioxyde de soufre.

B. Europe du Sud-Est

Effets nocifs globaux et pourcentage du produit intérieur brut

29. Les effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé en Europe du Sud-Est affichent une tendance ascendante (voir fig. 4 ci-après, graphique de gauche) : ils devraient passer de 100 milliards d'euros en 2020 à 116 milliards en 2030 (soit une augmentation de

¹⁵ La projection de référence « hors rétroactions » décrit les évolutions de référence hypothétiques en l'absence d'effets de rétroaction de la pollution atmosphérique sur l'économie³.

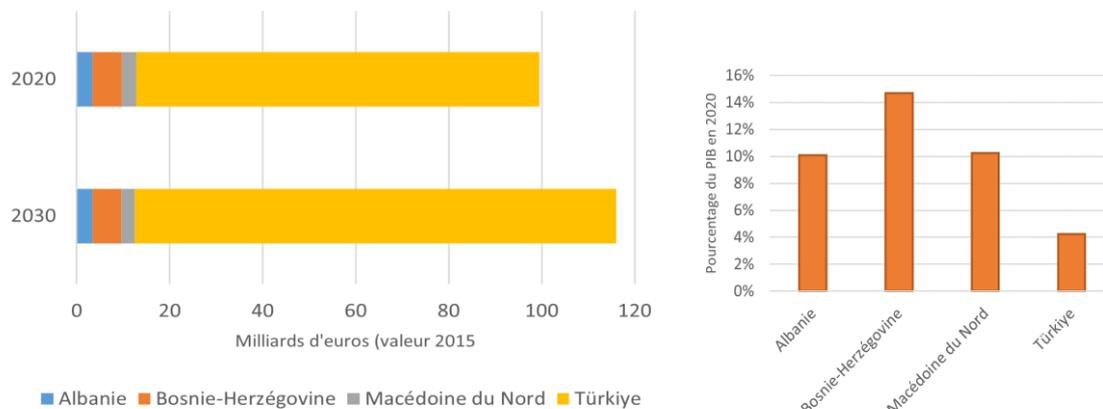
¹⁶ Schucht, S. *et al.*, 2021. « Costs of air pollution from European industrial facilities 2008-2017 » (Coûts de la pollution atmosphérique provenant des installations industrielles européennes de 2008 à 2017). Agence européenne pour l'environnement.

¹⁷ Holland, M. *et al.*, 2014. « Costs of air pollution from European industrial facilities 2008-2012 – an updated assessment ». Rapport technique de l'AEE n° 20/2014.

17 %) si aucune mesure supplémentaire n'est prise. Les effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé représentent de 4 à 15 % du PIB des pays de la région (voir fig. 4, graphique de droite).

Figure 4

Coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé en Europe du Sud-Est



Source : Calculs basés sur le scénario de la législation actuelle tel qu'exposé dans Amann *et al.* (2020)⁵.

Réduction de la productivité du travail et autres effets de la morbidité

30. Les coûts de la réduction de la productivité du travail due à la maladie représentent 0,7 % des coûts totaux des effets nocifs sur la santé (la mortalité est évaluée au moyen de la VVS), et l'ensemble des effets de la morbidité constituent 10 % du total des effets nocifs sur la santé.

Coûts par polluant

31. Les coûts unitaires des effets nocifs de chaque polluant pour l'Europe du Sud-Est sont résumés dans le tableau 2 ci-après. Ces coûts représentent les effets nocifs sur la santé dans la région composée des 38 pays membres de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) et du Royaume-Uni par les $PM_{2,5}$ et les précurseurs de l'ozone émis dans les pays énumérés. Si l'on ajoute les effets sur la santé des précurseurs du dioxyde d'azote (NO_2) les effets sur les cultures et les forêts et les dommages matériels, le coût des effets nocifs s'alourdit de 2 % pour les COVNM et de 43 % pour les NO_x (en moyenne dans la région). Comme dans les pays de l'EOCAC, les effets nocifs les plus importants par tonne de polluant découlent des émissions de $PM_{2,5}$, et les plus faibles des COVNM.

Tableau 2

Coûts des effets nocifs des polluants atmosphériques en Europe du Sud-Est (VVS en euros (valeur 2015) par tonne)

Pays	NO_x	$PM_{2,5}$	SO_2	COVNM	NH_3
Albanie	20 900	148 900	46 000	1 900	21 800
Bosnie-Herzégovine	27 200	104 600	40 600	2 700	50 600
Monténégro	14 700	36 700	26 500	1 700	30 700
Macédoine du Nord	13 600	139 000	34 500	3 000	46 300
Serbie	20 900	168 900	44 200	2 800	74 400
Türkiye	10 100	90 800	23 600	1 700	23 400

Source : Schucht *et al.* (2021)¹⁶, tableau 21.

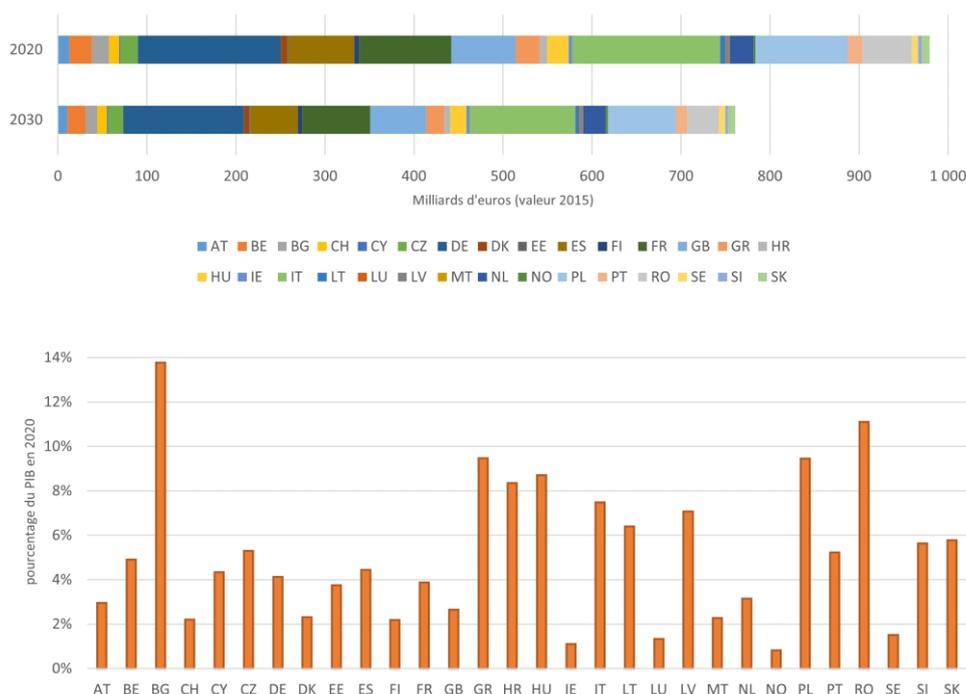
C. Europe occidentale et centrale

Effets globaux et pourcentage du produit intérieur brut

32. Pour l'Europe occidentale et centrale, le total des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé est estimé à environ 980 milliards d'euros en 2020 (voir fig. 5 ci-dessous, graphique du haut). En 2030, ce chiffre devrait tomber à environ 760 milliards d'euros (soit une réduction de 22 %). En fraction de leur PIB, les effets nocifs pour chaque pays varient entre 1 et environ 14 % (la valeur moyenne est de 5 %) (voir fig. 5, graphique du bas).

Figure 5

Coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé en Europe occidentale et centrale



Abréviations : AT : Autriche ; BE : Belgique ; BG : Bulgarie ; CH : Suisse ; CY : Chypre ; CZ : Tchéquie ; DE : Allemagne ; DK : Danemark ; EE : Estonie ; ES : Espagne ; FI : Finlande ; FR : France ; G B : Royaume-Uni ; GR : Grèce ; HR : Croatie ; HU : Hongrie ; IE : Irlande ; IT : Italie ; LT : Lituanie ; LU : Luxembourg ; LV : Lettonie ; MT : Malte ; NL : Pays-Bas ; NO : Norvège ; PL : Pologne ; PT : Portugal ; RO : Roumanie ; SE : Suède ; SI : Slovénie ; SK : Slovaquie.

Source : Calculs basés sur le scénario de la législation actuelle tel qu'exposé dans Amann *et al.* (2020)⁵.

Baisse de la productivité du travail et autres effets de la morbidité

33. Le coût des journées de travail perdues constitue environ 1,1 % du coût total des effets nocifs sur la santé ; l'ensemble des effets de la morbidité représente 7 % du total des effets nocifs (la mortalité est évaluée au moyen de la VVS) (à titre de comparaison, Holland *et al.* (2014)¹⁸ ont estimé la part de la morbidité dans le total des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé à environ 9 %). Selon une étude récente sur les effets nocifs de la pollution atmosphérique en Finlande (Kukkonen *et al.*, 2020)¹⁹, les pertes de productivité ont représenté en 2015 de 0,3 à 3,4 % des effets nocifs sur la santé ; l'effet le plus important sur

¹⁸ Holland, M., 2014, « Cost-benefit analysis of final policy scenarios for the EU Clean Air package », correspondant au rapport IIASA TSAP 11.

¹⁹ Kukkonen, J. *et al.*, 2020, « Modelling of the public health costs of fine particulate matter and results for Finland in 2015 ». *Atmos. Chem. Phys.* 20, 9371-9391, 2020, <https://doi.org/10.5194/acp-20-9371-2020>.

la productivité du travail est observé pour les émissions de PM_{2,5} des engins non routiers dans les zones urbaines. La réduction du PIB attendue en 2060 en raison des pertes de productivité du travail en Europe occidentale et centrale est de 0,1 à 0,3 % (OCDE, 2016)¹.

34. Les niveaux et les sources de la pollution atmosphérique sont différents dans les zones rurales et dans les villes. Les effets nocifs de la pollution atmosphérique dans les villes européennes dépassent 150 milliards d'euros et dépendent en grande partie des politiques de transport et des émissions qui en découlent (voir l'encadré 2 ci-dessous).

Encadré 2

Gros plan sur la pollution atmosphérique – La situation dans les villes

Une analyse récente des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé dans 432 grandes villes européennes évalue le coût total de ces effets à plus de 166 milliards d'euros (valeur 2015) en 2018. Sur ce montant, 76 % sont imputables à la mortalité (VAV) et 24 % à la douleur et à la souffrance dues à la maladie. Le coût annuel par habitant s'élève à 1 250 euros (valeur 2015), ce qui correspond à 3,9 % du revenu des villes par habitant. La taille des villes est un facteur majeur dans les coûts sociaux de la pollution atmosphérique.

L'étude met en évidence le lien entre les politiques de transport et les coûts sociaux de la pollution atmosphérique. On estime qu'une augmentation de 1 % du nombre de voitures dans une ville entraîne une augmentation de 0,5 % des effets nocifs de la pollution atmosphérique.

Source : CE Delft (2020)²⁰.

Domages aux cultures

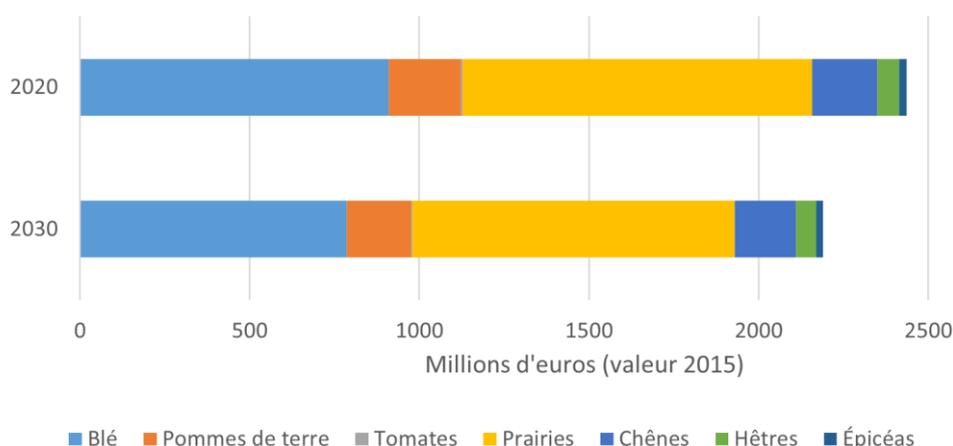
35. La baisse de la production agricole et sylvicole en Europe peut atteindre jusqu'à 15 % en raison des effets nocifs de l'ozone troposphérique, selon la sensibilité des espèces. Les pertes annuelles pour la production de blé sont estimées à plus de 46 milliards d'euros (Maas et Grennfelt, 2016²¹). Schucht *et al.*, 2019²², montrent que, en France, les dommages monétisés pourraient être plus importants (fig. 6). Pour la France seulement, les pertes économiques actuelles pour la production agricole et sylvicole s'élèveraient à environ 2,4 milliards d'euros. On s'attend que les dommages diminuent de 10 % au cours de la décennie à venir, mais ils s'élèveront tout de même à 8 % des coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé en France.

²⁰ de Bruyn, S., de Vries, J. CE Delft, 2020. « Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport ».

²¹ Maas, R., Grennfelt, P. 2016. « Towards Cleaner Air – Scientific Assessment Report 2016 » (Vers un air plus pur – Rapport d'évaluation scientifique 2016).

²² Schucht, S. *et al.*, 2019. « Coût économique pour l'agriculture des impacts de la pollution de l'air par l'ozone – APOLLO : Analyse économique des impacts de la pollution atmosphérique de l'ozone sur la productivité agricole et sylvicole en France ».

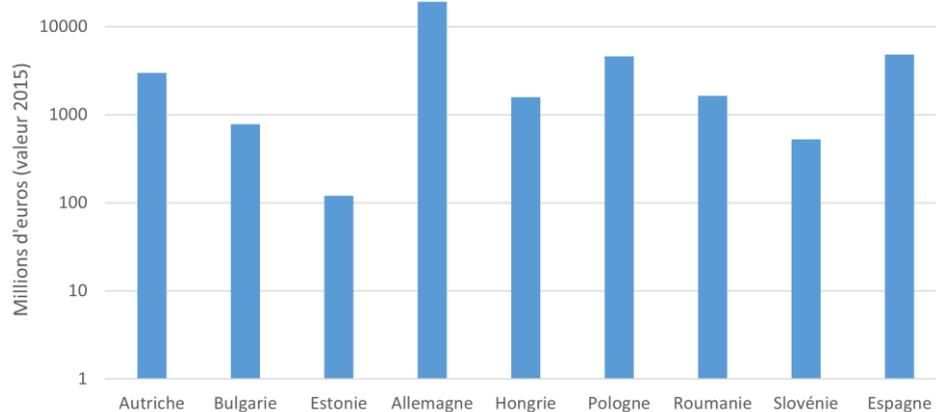
Figure 6
Pertes économiques occasionnées par la pollution atmosphérique sur les cultures et d'autres végétaux en France²²



Coûts par secteur et par polluant

36. En Europe, le principal secteur contribuant à la pollution atmosphérique est celui des transports (González Ortiz *et al.*, 2020)²³. Selon les estimations, le coût total annuel des effets nocifs du transport routier dans l'Union européenne à 28 pourrait atteindre 80 milliards d'euros (CE Delft, 2018)²⁴, avec de grandes variations entre les pays (voir fig. 7 ci-après). De 75 à 83 % des effets nocifs du transport routier sont imputables au gazole.

Figure 7
Coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique due à la circulation automobile en 2016 pour neuf pays européens



Source : CE Delft, 2018²⁴.

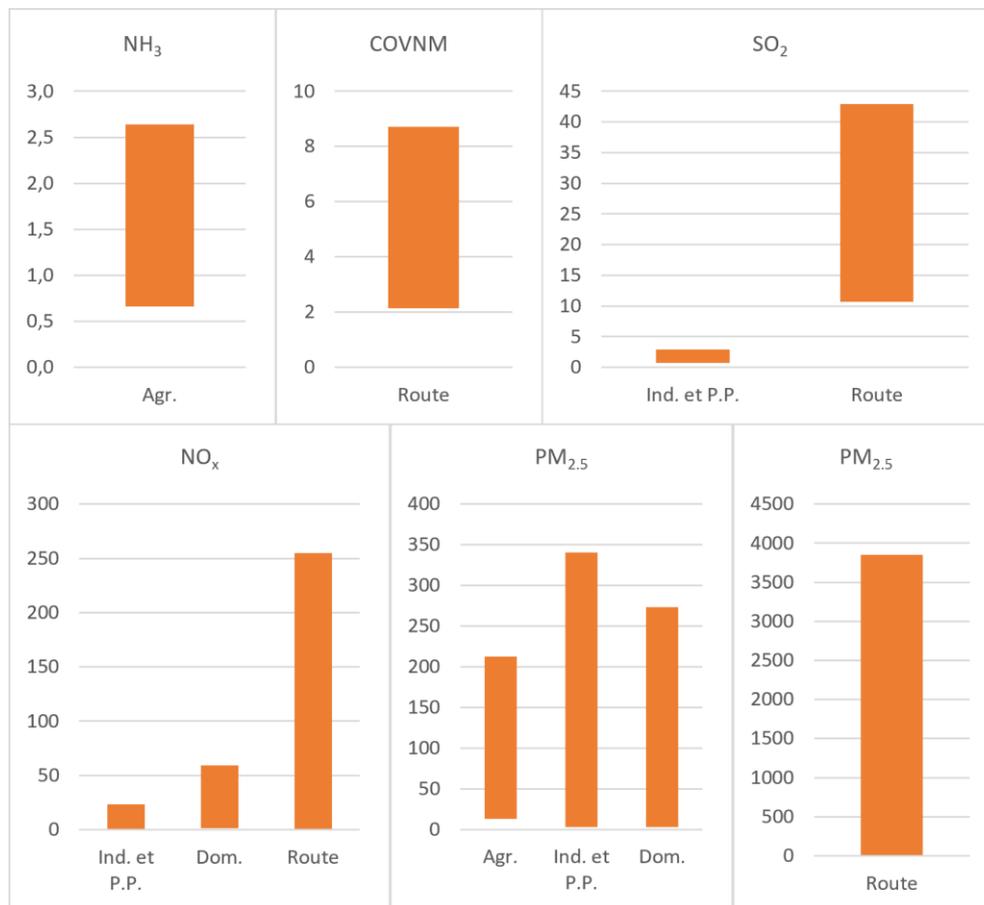
Note : L'ordonnée est une échelle logarithmique.

37. Les estimations disponibles des coûts sectoriels de la pollution atmosphérique par tonne d'émissions indiquent d'importantes variations selon les secteurs et selon les polluants (voir fig. 8 ci-après).

²³ González Ortiz, A. *et al.* « Air quality in Europe – 2020 report ». Agence européenne pour l'environnement, rapport n° 09/2020.

²⁴ CE Delft, 2018. « Health impacts and costs of diesel emissions in the EU ».

Figure 8
Fourchettes de coûts des effets nocifs des polluants atmosphériques en Europe occidentale et centrale par secteur, en milliers d'euros (valeur 2015) par tonne^{19, 25, 26, 27, 28}



Abréviations : Agr. : agriculture ; Route : transport routier ; Ind. et P.P. : industrie et énergie ; Dom. : combustion domestique.

38. Les coûts de la pollution atmosphérique par tonne d'émissions (voir tableau 3 ci-dessous) varient également d'un pays à l'autre en fonction de facteurs tels que la structure de la population et la proximité d'autres pays. Ces coûts représentent les effets nocifs sur la santé dans les 38 pays membres de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) plus le Royaume-Uni par les PM_{2,5} et les précurseurs de l'ozone émis dans les pays énumérés. Si l'on ajoutait aux estimations les effets sur la santé des précurseurs du NO₂, les effets sur les cultures et les forêts et les dommages matériels, les coûts des effets nocifs augmenteraient de 1 % pour le SO₂, de 3 % pour les COVNM et de 134 % pour les NO_x (en moyenne dans la région considérée). Les coûts unitaires des PM_{2,5} sont élevés (jusqu'à 540 000 euros/tonne), tandis que les coûts unitaires des COVNM présentent les valeurs les plus faibles (de 400 à 14 000 euros/tonne), ce qui indique que la contribution relative des différents polluants aux effets nocifs globaux est la même que dans les autres pays d'Europe.

²⁵ Administration suédoise des routes, 2018. « Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1 ».

²⁶ Birchby, D. *et al.*, 2019. « Air Quality damage cost update 2019 ». Ricardo Energy & Environment, rapport pour le Ministère de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales (DEFRA) du Royaume-Uni, AQ0650.

²⁷ Söderkvist, T. *et al.*, 2019. « Underlag för reviderade ASEK-värden för luftföreningar, Slutrapport från projektet REVSEK ».

²⁸ de Bruyn, S. *et al.*, 2018. « Environmental Prices Handbook EU28 version – Methods and numbers for valuation of environmental impacts ».

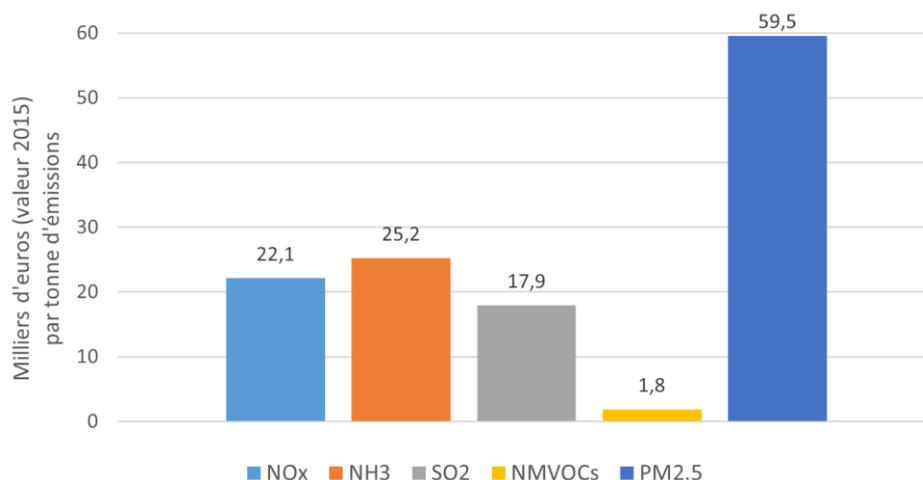
Tableau 3
Coûts des effets nocifs des polluants atmosphériques en Europe occidentale et centrale, VVS en euros (valeur 2015) par tonne

<i>Pays</i>	<i>NO_x</i>	<i>PM_{2,5}</i>	<i>SO₂</i>	<i>COVNM</i>	<i>NH₃</i>
Allemagne	40 600	242 300	105 200	5 000	82 100
Autriche	48 800	206 400	102 300	7 400	68 300
Belgique	39 700	465 200	144 100	7 100	147 900
Bulgarie	22 600	281 300	41 900	2 500	52 700
Croatie	38 000	174 700	71 500	4 700	54 300
Chypre	6 200	44 000	16 200	800	13 300
Danemark	14 300	112 800	49 000	1 300	23 100
Espagne	15 500	183 200	65 300	3 200	20 600
Estonie	2 300	24 300	6 000	400	11 300
Finlande	2 700	59 400	15 400	500	12 300
France	37 500	189 200	100 800	5 500	38 400
Grèce	4 600	132 400	33 100	3 100	37 200
Hongrie	36 200	237 600	69 900	4 300	67 300
Irlande	21 400	45 600	70 700	1 600	14 000
Italie	62 100	538 500	85 000	14 000	84 100
Lettonie	4 100	89 600	25 900	600	15 300
Lituanie	6 200	56 500	23 000	600	18 500
Luxembourg	49 400	224 900	135 900	4 100	75 100
Malte	900	136 500	15 200	2 200	79 100
Norvège	4 400	51 600	13 900	1 000	8 800
Pays-Bas	44 100	267 700	122 800	5 400	101 800
Pologne	12 000	117 500	38 100	2 700	63 800
Portugal	10 900	212 600	32 000	1 900	23 000
Roumanie	29 100	197 500	55 700	3 300	44 100
Royaume-Uni	28 000	243 700	106 400	4 200	93 100
Slovaquie	29 200	212 100	54 400	5 100	94 500
Slovénie	57 900	339 000	84 500	9 000	72 900
Suède	5 700	48 600	18 200	800	15 700
Suisse	88 100	278 600	210 300	11 000	58 800
Tchéquie	30 700	256 600	64 100	7 300	119 600

Source : Schucht *et al.* (2021)¹⁶, tableau 21.

39. On trouve dans CE Delft (2018)²⁸ des coûts unitaires agrégés des effets nocifs pour l'Union européenne à 28 (voir fig. 9 ci-dessous) qui montrent également que les effets les plus coûteux par tonne d'émissions proviennent des PM_{2,5}.

Figure 9
Coûts des effets nocifs des polluants atmosphériques dans l'Union européenne à 28, estimation haute de la valeur de l'année de vie



Source : CE Delft (2018)²⁸.

D. Amérique du Nord

Effets nocifs globaux et pourcentage du produit intérieur brut

40. On estime que le montant annuel total des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé aux États-Unis d'Amérique et au Canada varie de 27 milliards d'euros à plus de 500 milliards d'euros (1 à 6 % du PIB), selon l'année, les effets pris en compte et les méthodes d'évaluation choisies (voir tableau 4 ci-après).

Tableau 4

Coût estimé des effets nocifs de la pollution atmosphérique en Amérique du Nord, en milliards d'euros (valeur 2015)

Pays	Année	Coût des effets nocifs	Pourcentage du PIB	Effets et paramètre choisi pour l'évaluation (si disponible)	Source
États-Unis	2010	150	1	Mortalité, morbidité ; Im <i>et al.</i> , 2018 ²⁹ VAV	
États-Unis	2011	510	3	Mortalité ; VVS	Goodkind <i>et al.</i> , 2019 ³⁰
États-Unis	2014	340	2	Mortalité ; VVS	Tschofen <i>et al.</i> , 2019 ³¹

²⁹ Im, U. *et al.*, 2018. Assessment and economic valuation of air pollution impacts on human health over Europe and the United States as calculated by a multi-model ensemble in the framework of AQMEII3, *Atmos Chem Phys*, 27 avril 2018 ; 18(8): 5967-5989. doi: 10.5194/acp-18-5967-2018.

³⁰ Goodkind, A. L. *et al.*, 2019. Fine-scale damage estimates of particulate matter air pollution reveal opportunities for location-specific mitigation of emissions. *PNAS*, avril 2019, vol. 116, n° 18, p. 8775 à 8780, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1816102116.

³¹ Tschofen, P. *et al.*, 2019. Fine Particulate matter damages and value added in the US economy, *PNAS*, octobre 2019, vol. 116, n° 40, p. 19857 à 19862, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1905030116.

Pays	Année	Coût des effets nocifs	Pourcentage du PIB	Effets et paramètre choisi pour l'évaluation (si disponible)	Source
Canada	2016	82	6	Mortalité, morbidité	Santé Canada, 2021 ³²
Canada	2015	27	2	Mortalité et morbidité ; VVS	Smith et McDougal, 2017 ³³

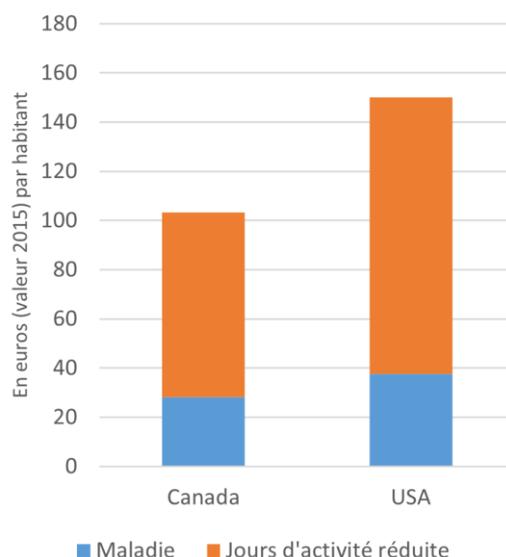
Réduction de la productivité du travail et autres effets de la morbidité

41. On estime qu'au Canada, la morbidité représente 5 % des coûts des effets nocifs sur la santé³². Au total, 16 % des coûts de la morbidité (0,7 % des coûts totaux des effets nocifs sur la santé) correspondent à des jours d'activité restreinte pour cause de maladie.

42. Il ressort des calculs qu'au Canada et aux États-Unis d'Amérique, la réduction de la productivité du travail imputable à la pollution atmosphérique entraînera une baisse du PIB d'environ 0,1 % en 2060 par rapport à une situation sans pollution (OCDE, 2016)^{1,3}. Le coût de la morbidité en Amérique du Nord en 2060 devrait s'élever à environ 100 à 150 euros par an et par habitant (voir fig. 10 ci-après).

Figure 10

Coûts de la morbidité due à la pollution atmosphérique aux États-Unis d'Amérique et au Canada en 2060, d'après les chiffres publiés par l'OCDE, 2016¹



Domages aux cultures

43. En Amérique du Nord, la pollution atmosphérique a des retombées considérables sur les cultures. D'après les projections de l'OCDE³, aux États-Unis d'Amérique, d'ici à 2060, la pollution atmosphérique sera responsable d'une baisse de 4,9 % de la production agricole. La baisse du PIB associée est estimée à environ 0,1 %..

³² Santé Canada, 2008. L'air qu'on respire : Coût national des maladies attribuables à la pollution atmosphérique.

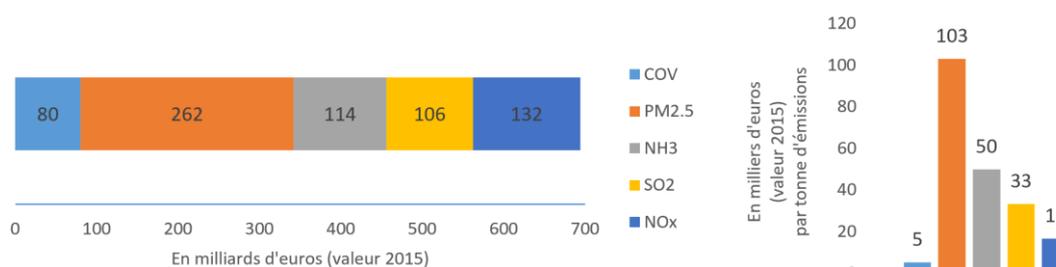
³³ Smith, R., McDougal, K. Institut international du développement durable (IIDD), 2017. Costs of air pollution in Canada – Measuring the impacts on families, businesses and governments. Bien qu'elle ne soit pas basée sur les chiffres les plus récents et les plus spécifiques au Canada sur les effets sur la santé ou la pollution atmosphérique, cette étude fournit les estimations sur les effets nocifs monétarisés sur la santé au Canada, qui ne sont pas inclus dans bon nombre des études récentes axées sur les effets des PM_{2,5} et d'autres polluants sur la mortalité et la morbidité.

Coûts par secteur et par polluant

44. La part des émissions primaires de PM_{2,5} dans le coût total des effets nocifs de l'exposition aux PM_{2,5} aux États-Unis d'Amérique (voir fig. 11 ci-après, graphique de gauche) est environ deux fois supérieure à celle des particules secondaires provenant des émissions de composés organiques volatils non méthaniques, d'ammoniac, de dioxyde de soufre ou d'oxydes d'azote. Ce sont les effets nocifs des PM_{2,5} qui coûtent le plus cher par unité émise (voir fig. 11, graphique de droite). Il n'existe pas de données analogues pour le Canada.

Figure 11

Part de chaque polluant dans les effets nocifs globaux des émissions de PM_{2,5} secondaires aux États-Unis d'Amérique en 2011 (graphique de gauche, Goodkind *et al.*, 2019)³⁰ et coûts des effets nocifs par unité émise aux États-Unis d'Amérique (graphique de droite, Tschofen *et al.*, 2019)³¹

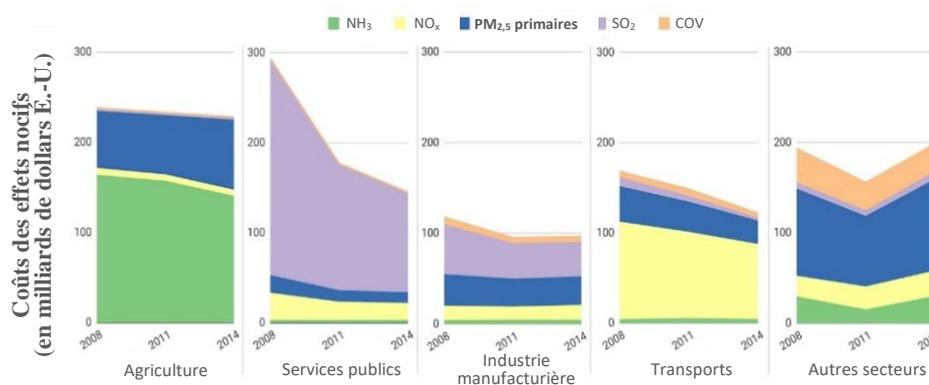


45. On estime qu'environ 75 % du total des effets nocifs de la pollution atmosphérique aux États-Unis d'Amérique sont imputables aux activités de quatre secteurs, qui produisent moins de 20 % du PIB : l'agriculture, l'énergie (services publics), l'industrie manufacturière et les transports (Tschofen *et al.*, 2019)³¹. Ces secteurs ont des profils de pollution différents : l'agriculture produit principalement de l'ammoniac, l'énergie et l'industrie manufacturière du dioxyde de soufre et les transports des oxydes d'azote (voir fig. 12 ci-dessous).

46. Pour le Canada, les études récentes³⁴ estiment que les activités anthropiques qui contribuent le plus aux concentrations de PM_{2,5} pondérées par la population sont le transport et la combustion domestique. La valeur monétaire totale de la charge sanitaire due à la circulation routière au Canada est estimée à 6,7 milliards d'euros. Les contributions des voitures particulières et des véhicules utilitaires lourds (camions et bus) sont respectivement de 37 % et 63 %³⁵.

Figure 12

Coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé aux États-Unis d'Amérique, d'après Tschofen *et al.*, 2019³¹



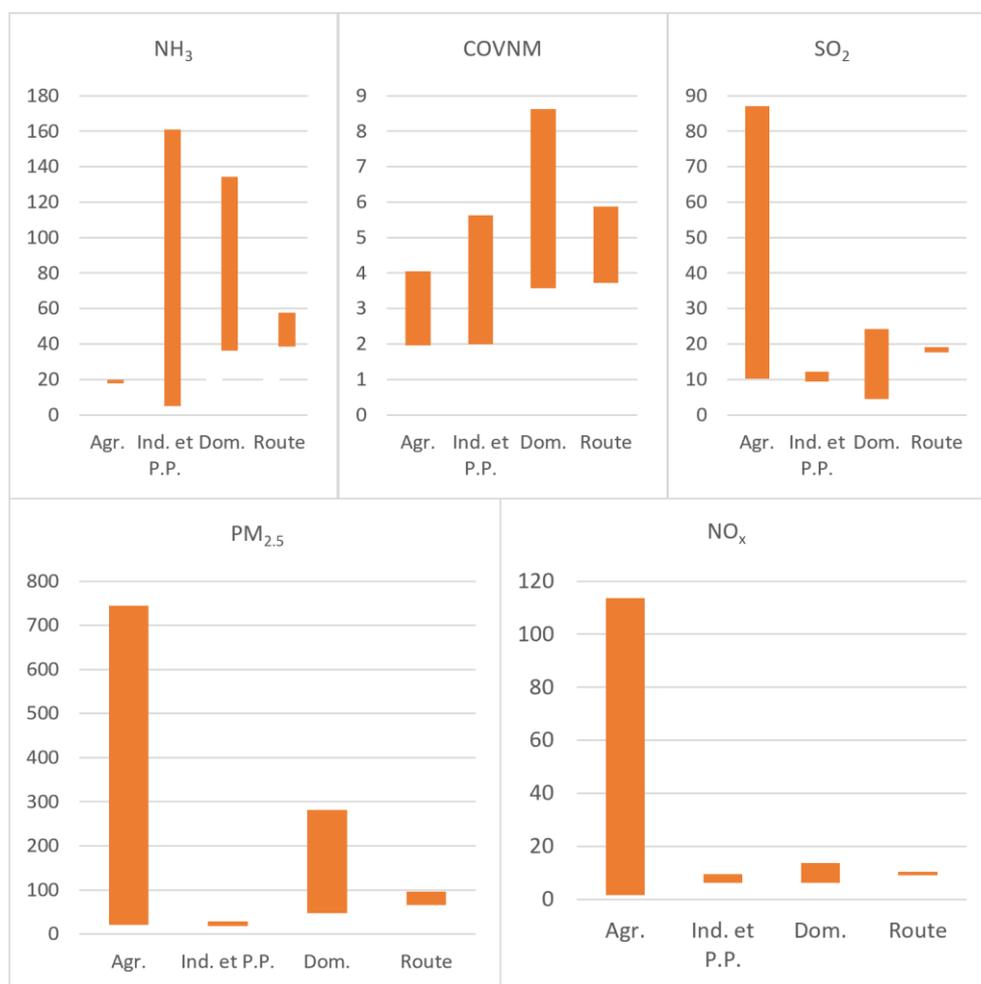
47. Les coûts de ces polluants par secteur sont représentés dans la figure 13. Tout comme en Europe, les effets nocifs les plus élevés par unité émise sont associés aux PM_{2,5}, et les plus faibles aux composés organiques volatils non méthaniques.

³⁴ Meng *et al.*, 2019, Environ Sci Technol. 3 septembre 2019 ;53(17):10269-10278.

³⁵ Santé Canada, 2022. Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada.

Figure 13

Coûts par secteur des effets nocifs des polluants atmosphériques aux États-Unis d'Amérique, en milliers d'euros (valeur 2015) par tonne



Sources : Goodkind *et al.*, 2019³⁰, Schrader *et al.*, 2018³⁶.

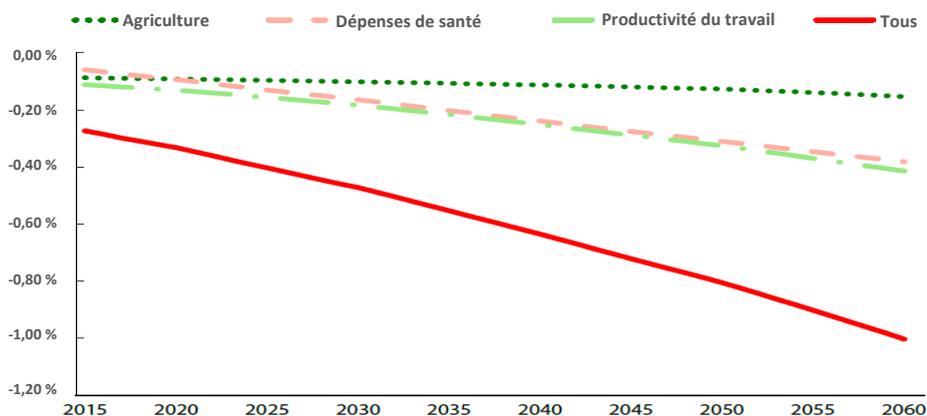
E. Monde

Montant total des effets nocifs, pourcentage du produit intérieur brut, baisse de la productivité du travail et autres effets de la morbidité

48. D'après une étude récente de l'OCDE, le coût annuel de la mortalité prématurée à l'échelle mondiale devrait passer de 2 400 milliards d'euros en 2015 à environ 15 000 à 20 000 milliards en 2060. Selon les estimations, sur la même période, le montant total des effets nocifs liés aux douleurs et aux souffrances dues à la maladie devrait passer de 200 milliards d'euros (2015) à 1 800 milliards, le nombre annuel de journées de travail perdues devrait atteindre 3,7 milliards et les coûts des soins de santé 143 milliards d'euros. La baisse de la productivité du travail due à la pollution atmosphérique devrait entraîner une baisse de 0,4 % du PIB mondial. On estime que les incidences sur la productivité du travail représentent 40 % du total des incidences de la pollution atmosphérique sur le marché (voir fig. 14 ci-dessous). Les effets non marchands (coût des décès prématurés et de la morbidité) étant au moins huit fois supérieurs aux effets marchands (OCDE, 2016)¹, on peut estimer que les pertes de productivité du travail représentent 5 à 6 % du total.

³⁶ Schrader, J. *et al.*, 2018. Valuing pollution reductions – How to monetize greenhouse gas and local air pollutant reductions from distributed energy resources.

Figure 14
Évolution des coûts marchands imputables à la pollution atmosphérique à l'échelle mondiale, repris d'OCDE, 2016¹



Dommages aux cultures

49. Les baisses de rendement des cultures dues à la pollution atmosphérique varient considérablement d'un pays à l'autre, de <1 à 22 % par rapport à la projection « hors rétroactions » d'après les modèles macroéconomiques¹⁵. Toutefois, la part de l'agriculture dans le PIB mondial étant relativement faible, l'incidence de la pollution atmosphérique sur la production agricole mondiale, qui devrait entraîner une réduction d'environ 0,1 % du PIB en 2060 (OCDE, 2016)¹, n'est pas significative.

Pollution par secteur

50. Les secteurs qui coûtent le plus cher en termes d'incidences négatives sur la santé liées à la pollution atmosphérique sont le transport routier, la combustion domestique de combustibles, l'agriculture et la combustion industrielle du charbon (OMS et OCDE, 2015)¹³. Dans les pays de l'OCDE, la pollution due au transport routier est responsable de 50 % du total des incidences négatives sur la santé. On estime qu'en 2010, les incidences négatives imputables au transport routier ont coûté 690 milliards d'euros (OCDE, 2014)³⁷. Le coût mondial de la pollution atmosphérique due à la combustion de combustibles fossiles, tous combustibles confondus, est estimé à 7 milliards d'euros par jour, soit 3,3 % du PIB mondial. En Bulgarie, au Bélarus, en Hongrie, en Roumanie, en Serbie et en Ukraine, on estime que le coût des incidences négatives de la combustion de combustibles fossiles dépasse 5 % du PIB (Greenpeace, 2020)³⁸.

VI. Quels bénéfices attendre des mesures prévues ?

A. Économies réalisées jusqu'à présent grâce aux mesures en place

51. Les évaluations rétrospectives des avantages économiques découlant de la réduction de la pollution atmosphérique sont rares, mais il ressort, par exemple, des études disponibles que le respect des réductions d'émissions d'ammoniac imposées par la directive de l'Union européenne sur la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques³⁹ a permis de réaliser 14,6 milliards d'euros de bénéfices dans l'Union européenne à 28 (UE-28) grâce aux décès prématurés qui ont ainsi été évités en 2016 (en VVS) (Giannakis

³⁷ OCDE, 2014. Le coût de la pollution de l'air – Impacts sanitaires du transport routier.

³⁸ Greenpeace, 2020. Toxic air: The price of fossil fuels.

³⁹ Voir https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.344.01.0001.01.ENG&toc=OJ:L:2016:344:TOC.

et al., 2019)⁴⁰. On estime qu'en 2015, les Pays-Bas ont économisé 35 milliards d'euros sur les coûts des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé (en VAV) par rapport au scénario « sans mesure de 1980 à 2015 » ; 53 % sont attribuables à la réduction des émissions aux Pays-Bas (Velders *et al.*, 2020)⁴¹.

52. En Amérique du Nord, on estime que la loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique (Clean Air Act) des États-Unis d'Amérique a généré des économies annuelles de 2 000 milliards d'euros, qui correspondent aux décès prématurés (en VVS), à la morbidité et aux effets délétères sur les cultures, les matériaux et les activités de loisir que cette loi a permis d'éviter. Sur ces 2 000 milliards d'euros, 10 milliards provenaient du secteur agricole et 20 milliards de la réduction des dépenses médicales. D'après les estimations, les conséquences du Clean Air Act sur la santé de la population ont occasionné une croissance de 0,02 % du PIB national (Agence de protection de l'environnement des États-Unis (US EPA), 2011)⁴². Au Canada, une réduction moyenne substantielle des PM_{2,5} de près de 25 % (2,0 µg/m³), pondérée en fonction de la population, a été signalée entre 2000 et 2011, entraînant une amélioration de l'espérance de vie de 0,1 an et des réductions de la mortalité et de la morbidité allant jusqu'à 3,6 %⁴³.

B. Pays européens – bénéfiques à venir des mesures en place

53. En Europe⁴⁴, l'évolution des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé diffère d'une région à l'autre. En Europe occidentale et centrale et dans les pays de l'EOCAC, le montant des effets nocifs sur la santé devrait diminuer au cours des dix prochaines années. On estime qu'en 2030, les bénéfiques seront supérieurs à ceux de 2020 de 218 milliards d'euros (environ 0,9 % du PIB actuel, en moyenne) dans les pays d'Europe occidentale et centrale et de 17 milliards d'euros (environ 0,4 % du PIB actuel) dans les pays de l'EOCAC (voir fig. 15 ci-après). Au total, 2 % de l'augmentation des bénéfiques sont imputables à l'augmentation de la productivité du travail, 6 % à d'autres effets liés à la baisse de la morbidité et 92 % aux décès prématurés évités. En Europe du Sud-Est, le montant total des effets nocifs suit une tendance haussière : en 2030, la pollution atmosphérique devrait coûter 16,5 milliards d'euros de plus qu'en 2020. D'après les estimations, en 2030, le montant total des effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé qui auront été évités dans le domaine couvert par le Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) s'élèvera à 219 milliards d'euros (soit une augmentation de 14 % par rapport à 2020).

⁴⁰ Giannakis, E. *et al.*, 2019. Costs and benefits of agricultural ammonia emission abatement options for compliance with European air quality regulations, *Environ Sci Eur* (2019) 31:93, <https://doi.org/10.1186/s12302-019-0275-0>.

⁴¹ Velders, G. J. M. *et al.*, 2020. Effects of European emission reductions on air quality in the Netherlands and the associated health effects. *Atmospheric Environment* 221 (2020) 117109, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117109>.

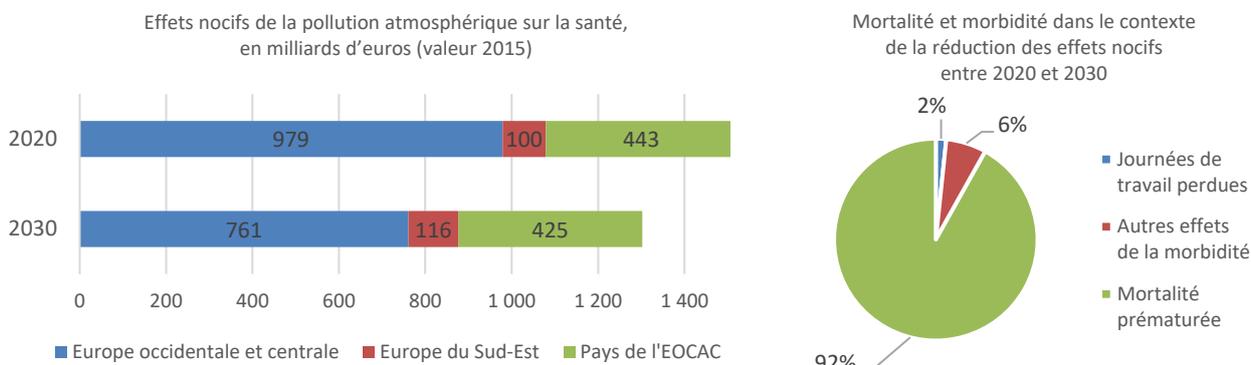
⁴² US EPA, Office of Air and Radiation, 2011. The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020.

⁴³ David M. Stieb *et al.*, Estimate public health impacts of changes in concentrations of fine particle air pollution in Canada, 2000 to 2011, *Can J Public Health*, 18 juin 2015 ;106(6): e362-8.

⁴⁴ Dans le présent document, on entend par « Europe » le domaine de l'EMEP tel qu'il est utilisé dans le modèle d'interaction et de synergie entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique (modèle GAINS) pour l'Europe (v.3). La répartition en sous-régions est identique dans les chapitres V et VI, la seule différence étant qu'au chapitre VI, les estimations des effets nocifs dans les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale (EOCAC) concernent uniquement les pays du domaine de l'EMEP, à savoir le Bélarus, la Fédération de Russie (partie européenne du territoire), la République de Moldova et l'Ukraine.

Figure 15

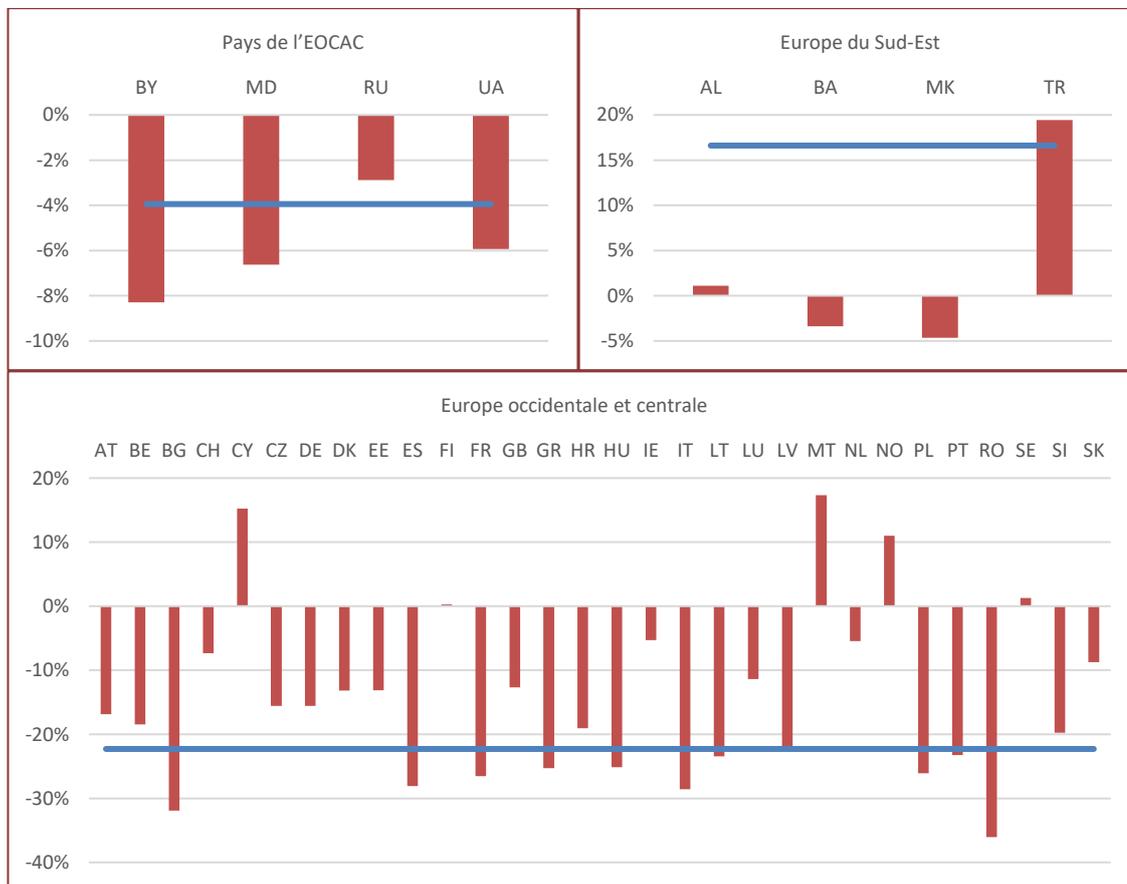
Estimation des effets bénéfiques des mesures concertées de réduction de la pollution atmosphérique sur la santé des populations des pays européens (calculs des auteurs basés sur le scénario de la législation actuelle tel qu'exposé dans Amann *et al.*, 2020⁵)



54. En dépit des mesures prévues de réduction des émissions, certains pays devraient voir leur taux de mortalité prématurée augmenter d'ici à 2030 : dans certains cas, les conséquences néfastes de la croissance démographique rapide et du vieillissement de la population sur la santé l'emportent sur les effets positifs de la réduction des émissions et de l'amélioration de la qualité de l'air. Ce phénomène est particulièrement prononcé en Europe du Sud-Est, notamment en Türkiye, où l'évolution de la structure démographique devrait entraîner une augmentation du montant total des effets nocifs sur la santé en 2030 (voir fig. 16 ci-après).

Figure 16

Variations (en %) de la réduction des effets nocifs en 2030 par rapport au niveau de 2020 (calculs des auteurs basés sur le scénario de la législation actuelle tel qu'exposé dans Amann *et al.*, 2020⁵). La ligne bleue représente la moyenne régionale



Abbreviations : AL, Albanie ; BA, Bosnie-Herzégovine ; BY, Bélarus ; MD, République de Moldova ; MK, Macédoine du Nord ; RU, Fédération de Russie ; TR, Türkiye ; UA, Ukraine.

55. Il ressort d'une analyse réalisée pour l'Union européenne à 27⁵ (UE-27) que, grâce aux mesures déjà adoptées, d'ici à 2050, le coût des effets nocifs des PM_{2,5} sur la mortalité prématurée devrait diminuer de 39 % par rapport à 2020. Au cours de la même période, les décès prématurés imputables à l'ozone troposphérique diminueront de 19 %.

56. En Europe occidentale et centrale, les mesures de politique générale qui ont été prises dans le secteur des transports devraient entraîner des économies importantes au cours de la décennie à venir – environ 54 milliards d'euros de plus en 2030 qu'en 2016. Environ 91 % de ces économies sont liés aux effets nocifs sur la santé qui auront été évités, et 9 % découlent de l'amélioration des services écosystémiques et de la prévention de la détérioration des bâtiments et des matériaux (CE Delft, 2018)²⁴.

C. Retombées positives de la lutte contre la pollution atmosphérique et de l'action climatique

57. Les coûts des mesures techniques de lutte contre la pollution atmosphérique et des effets nocifs de cette dernière pourraient être réduits si la législation relative à la pollution atmosphérique était étayée au moyen de mesures axées sur le climat et l'énergie. Par exemple, le cadre d'action en matière de climat et d'énergie adopté par la Commission européenne en 2014 devrait entraîner à l'horizon 2030 une réduction des émissions de polluants atmosphériques allant jusqu'à 10 % par rapport à un scénario de référence précédemment utilisé. Lorsque le cadre d'action est pris en compte, les coûts de dépollution de l'air diminuent de 4 % et les coûts des effets nocifs évités augmentent de 5 % par rapport au scénario « hors cadre ». L'IIASA⁴⁵ estime que la mise en œuvre du cadre d'action permettrait de réaliser 27 % de l'objectif d'amélioration de la santé fixé par la Commission européenne pour 2030.

VII. Est-il possible d'optimiser davantage le coût des effets nocifs ?

58. Les lois en vigueur permettront de réduire les effets nocifs sur la santé à court terme, mais il est possible d'optimiser les bénéfices en relevant le niveau d'ambition.

59. Dans un rapport paru en 2020⁴⁶, l'OCDE estime qu'une diminution de 1 µg/m³ de la concentration annuelle de PM_{2,5} dans l'Union européenne entraînerait une augmentation de 0,8 % du PIB de l'Europe. Partant, une réduction de 10 % de la concentration moyenne de PM_{2,5} en Europe augmenterait le PIB européen de 93 à 185 milliards d'euros, soit 185 à 370 euros par habitant. La réduction de la productivité du travail par travailleur représente environ 95 % de l'incidence globale de la concentration de PM_{2,5} sur la production économique.

A. Union européenne à 27 : aller plus loin

60. Une analyse récente, effectuée dans le cadre de la deuxième édition du rapport « Perspectives en matière d'air pur⁵ », a révélé que, dans l'Union européenne à 27, la mise en œuvre de mesures conformes aux programmes nationaux de lutte contre la pollution atmosphérique (PNLPA) entraînerait des économies supplémentaires d'environ 8 à 43 milliards d'euros par an sur les coûts liés à la santé. En outre, la réduction des effets négatifs sur les biens matériels, les cultures, les forêts et les écosystèmes naturels permettrait aux pays de l'Union européenne de gagner environ 305 à 900 millions d'euros par an. Si toutes les mesures techniquement réalisables étaient appliquées indépendamment des coûts (scénario MTFR, pour « Maximum Technically Feasible Air pollution Reduction measures »), les bénéfices annuels liés à la santé pourraient atteindre 153 à 205 milliards d'euros en 2050, auxquels viendraient d'ajouter 2,2 à 5 milliards d'euros de bénéfices non liés à la santé. Les chiffres ci-dessus rendent compte de quatre options d'évaluation (VAV

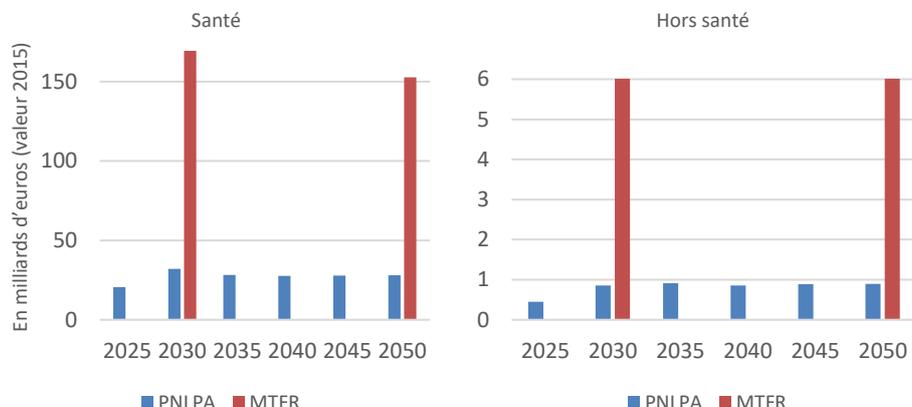
⁴⁵ Amann, M. *et al.*, IIASA, 2014. Air Quality – Complementary Impact Assessment on interactions between EU air quality policy and climate and energy policy.

⁴⁶ Dechezleprêtre, A. *et al.*, OCDE, 2020. The economic cost of air pollution: Evidence from Europe, Documents de travail du Département des affaires économiques, n° 1584.

de base, VVS de base, VAV supplémentaire, VVS supplémentaire). La figure 17 montre les avantages des PNLPA et du scénario MTRF (VVS de base).

Figure 17

Total des effets nocifs sur la santé et l'environnement évités dans l'Union européenne à 27 par rapport au scénario de référence (VVS de base)

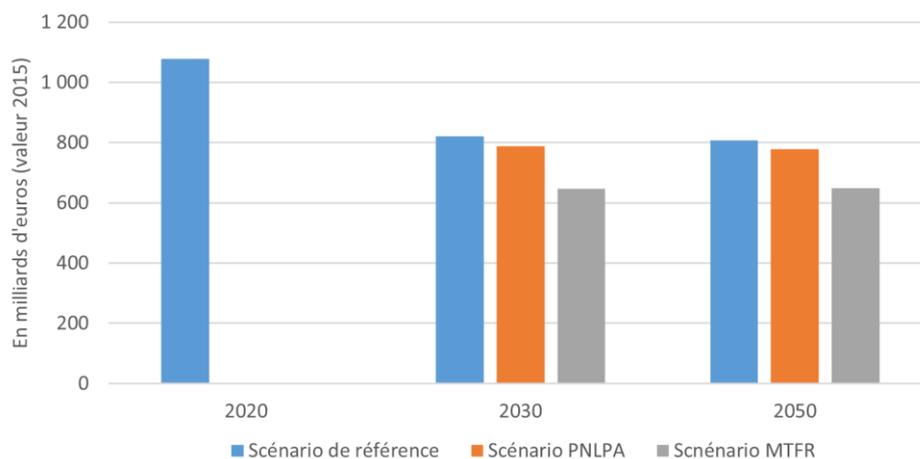


Source : Amann *et al.*, 2020⁵.

61. Alors que le scénario de référence déboucherait sur une réduction des effets nocifs de 24 % entre 2020 et 2030, l'introduction des mesures conformes aux PNLPA entraînerait une réduction de 27 %, et l'application de toutes les mesures techniquement réalisables, une réduction de 40 % (voir fig. 18 ci-dessous).

Figure 18

Coûts évités dans l'Union européenne à 27 grâce à des mesures allant au-delà du scénario de référence (VVS de base)



Source : Amann *et al.*, 2020⁵.

62. Dans le secteur européen des transports, l'accélération de la transition vers des véhicules à émissions nulles et l'interdiction des véhicules antérieurs à la Norme Euro 6 dans toutes les grandes villes permettraient de dégager des bénéfices en termes de qualité de vie à hauteur de 5,2 milliards d'euros en 2030, grâce à l'amélioration de la santé des populations, à la réduction de la mortalité (en VAV), à l'augmentation des rendements agricoles et à la régénération de la biodiversité. L'adoption de politiques plus ambitieuses – par exemple, interdiction des véhicules antérieurs à la Norme Euro 6, tarification routière, réduction de l'utilisation de la voiture dans les villes – permettrait de dégager 10,5 milliards d'euros de bénéfices (CE Delft, 2018)²⁴.

B. Bénéfices potentiels en Europe de l'Est et du Sud-Est

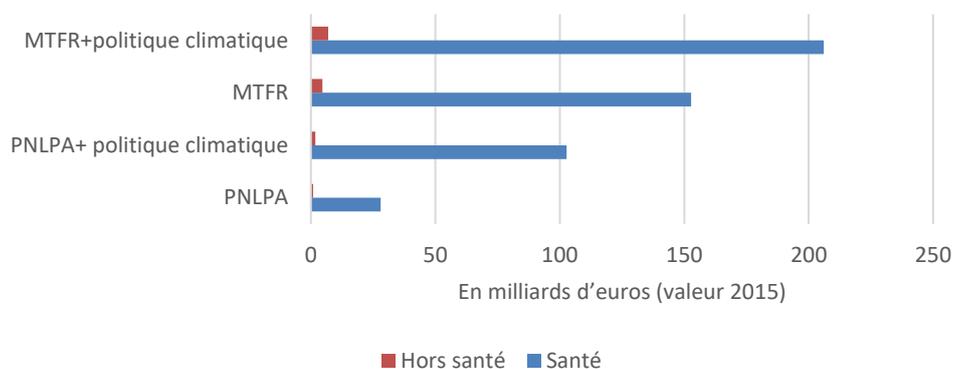
63. Dans les pays d'Europe de l'Est et du Sud-Est, les possibilités de réduction des émissions sont aujourd'hui plus nombreuses qu'en Europe de l'Ouest. L'adoption de mesures dans le secteur de l'énergie pourrait permettre de réduire de 60 % les émissions de dioxyde de soufre par rapport au niveau d'émissions de référence (Maas et Grennfelt, 2016)²¹. À l'occasion de la révision, en 2011, du Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique, il a été estimé que dans les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale et dans les pays des Balkans non membres de l'Union européenne, en suivant un scénario MTRF, il serait possible, en 2020, de réduire les émissions de PM_{2,5} de 75 % et les émissions d'oxydes d'azote de 39 % par rapport au scénario de référence, et de gagner ainsi 43 millions d'années de vie (Amann *et al.*, 2011)⁴⁷.

C. Autres retombées positives de l'action climatique

64. En combinant efficacement les mesures de réduction de la pollution atmosphérique à des politiques et des mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (transition vers d'autres types de combustibles, changement des comportements en vue d'une baisse de la demande d'énergie, etc.), il est possible de réaliser des bénéfices encore plus importants. Il ressort de la deuxième édition du rapport « Perspectives en matière d'air pur⁵ » qu'il est possible de réduire encore les effets nocifs (sur la santé, mais pas uniquement) de manière significative dans l'Union européenne à 27 en appliquant des mesures de réduction de la pollution atmosphérique selon le scénario « 1.5 LIFE » de la stratégie climatique de l'Union européenne à l'horizon 2050. Le montant des bénéfices correspondants s'élèvera en 2050 à 76 milliards d'euros si seules des mesures conformes aux PNLPA sont adoptées, et à 55 milliards d'euros supplémentaires si toutes les mesures techniquement réalisables sont appliquées (scénario MTRF) (voir fig. 19 ci-après).

Figure 19

Bénéfices liés aux effets nocifs sur la santé et l'environnement évités dans l'Union européenne à 27 en 2050, d'après Amann *et al.*, 2020⁵ (VVS de base)



65. Dans un article paru en 2018, Markandya *et al.*⁴⁸ rapportent les retombées positives sur la santé associées à différents niveaux d'ambition des politiques climatiques et concluent que si l'on s'en tenait au niveau actuel des contributions déterminées au niveau national (CDN), le bénéfice réalisé au titre des effets nocifs évités en Europe s'élèverait à 200 milliards d'euros (en cumulé sur la période 2020-2050), mais qu'il était possible d'atteindre 800 à 2 100 milliards d'euros en adoptant l'objectif des 2 °C d'ici à 2050 dans les politiques climatiques, et 2 000 à 2 900 milliards en adoptant l'objectif des 1,5 °C. Aux États-Unis d'Amérique, les retombées positives sur la santé sont chiffrées à 500 milliards

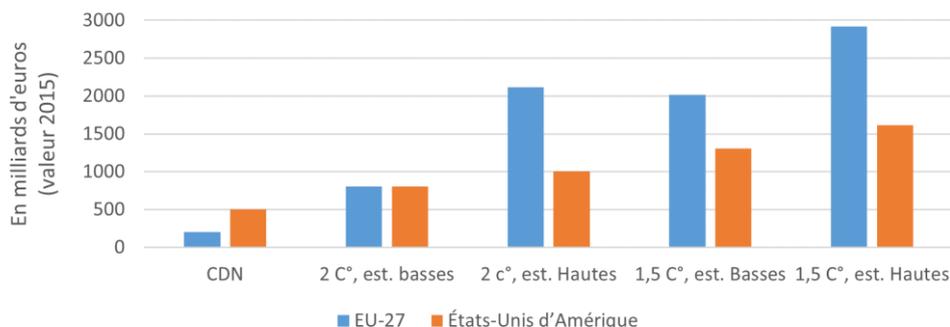
⁴⁷ Amann, M. *et al.*, 2011. An updated set of scenarios of cost-effective emission reductions for the revision of the Gothenburg Protocol, rapport du CMEI, avril 2011.

⁴⁸ Markandya, A. *et al.*, 2018. Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study, *Lancet Planet Health* 2018 ; 2:e126-33.

d'euros avec les CDN actuels, et jusqu'à 1 600 milliards d'euros si une politique climatique plus ambitieuse était adoptée (voir fig. 20 ci-après).

Figure 20

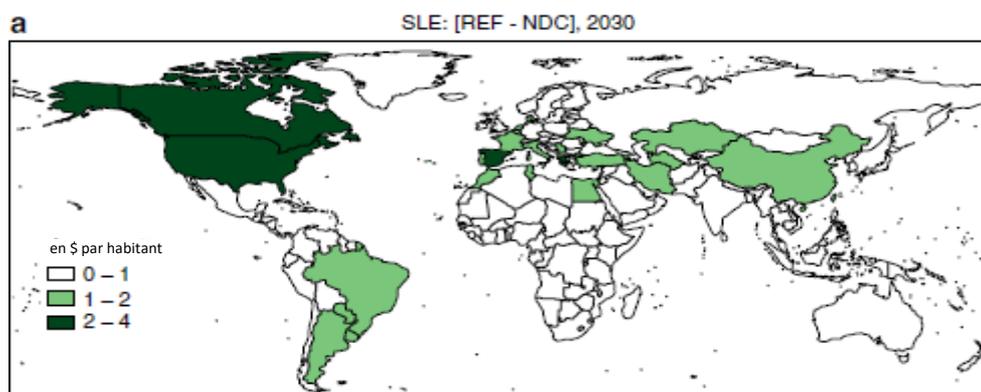
Retombées positives sur la santé des politiques climatiques 2020-2050, d'après Markandya *et al.*, 2018⁴⁵ (en VVS)



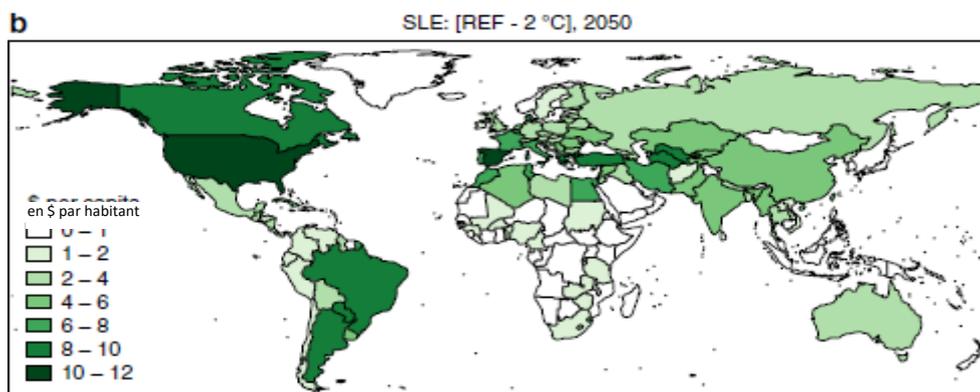
66. Lorsqu'elles sont efficaces, les politiques climatiques se traduisent également par une amélioration du rendement des cultures due à la diminution de la pollution atmosphérique. C'est dans la partie occidentale de la région de la CEE, en particulier aux États-Unis d'Amérique, au Canada et dans certains pays européens comme l'Espagne, que les améliorations du rendement des cultures liées à la baisse des concentrations d'ozone découlant de l'application des CDN et de l'objectif des 2 °C sont les plus importantes (voir fig. 21 ci-dessous, valeurs exprimées par habitant).

Figure 21

Retombées positives sur le rendement des cultures de la baisse des concentrations d'ozone résultant des politiques climatiques, repris de Vandyck *et al.*, 2018⁴⁹. En haut – différence entre le scénario de référence et les contributions déterminées au niveau national, 2030 ; en bas – différence entre le scénario de référence et le scénario de réduction de 2 °C, 2050



⁴⁹ Vandyck, T. *et al.*, 2018. Air quality co-benefits for human health and agriculture counterbalance costs to meet Paris Agreement pledges, NATURE COMMUNICATIONS | DOI: 10.1038/s41467-018-06885-9.



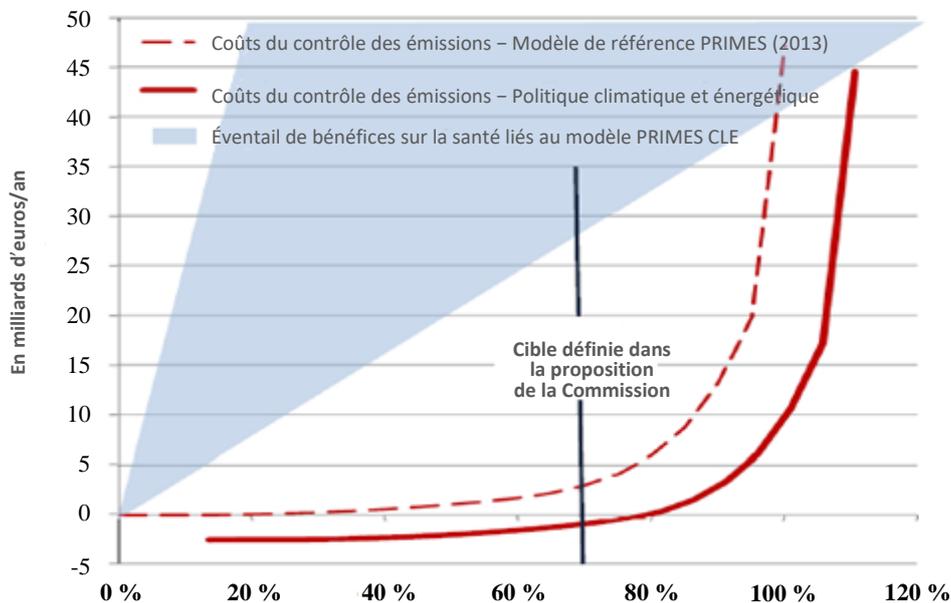
VIII. L'inaction coûte-t-elle moins cher que le contrôle des émissions ?

67. Plusieurs analyses coûts-avantages réalisées par le passé à l'appui de décisions stratégiques dans la région de la CEE ont révélé qu'une partie importante des réductions potentielles des émissions peut être réalisée pour des montants inférieurs aux bénéfices tirés de l'amélioration de la qualité de l'air. Par exemple, on estime qu'aux États-Unis d'Amérique, les bénéfices du Clean Air Act en termes de qualité de vie de la population sont plus de trente fois supérieurs aux coûts de sa mise en application (US EPA, 2011)⁴¹.

68. Il est ressorti de l'analyse coûts-avantages réalisée aux fins de l'élaboration des scénarios définitifs du train de mesures de l'Union européenne pour la qualité de l'air (Holland *et al.*, 2014)¹⁸ que le montant net annuel des bénéfices pour la santé découlant de la mise en place des plafonds nationaux d'émission suggérés se situera entre 42 et 164 milliards d'euros en 2030, pour une mesure qui aura coûté environ 4 milliards d'euros, ce qui signifie que les bénéfices sont environ dix à quarante fois supérieurs aux coûts. Dans le contexte du cadre d'action en matière de climat et d'énergie, qui entraîne des coûts de dépollution plus faibles et des bénéfices plus importants (voir fig. 22 ci-après), le rapport bénéfices-coûts et les bénéfices nets sont encore plus élevés, à niveau d'ambition égal. En outre, les engagements qui ont finalement été pris en matière de réduction des émissions étant moins ambitieux que ne l'avaient prévu Holland *et al.*, dans leur analyse (2014), le rapport bénéfices-coûts est encore supérieur à 10/40.

Figure 22

Coûts et bénéfices associés à différents niveaux d'ambition des mesures de réduction de la pollution atmosphérique (100 % correspond à la mise en œuvre complète de toutes les mesures possibles de réduction de la pollution atmosphérique, en plus du scénario économique de référence issu du modèle PRIMES 2013), en euros (valeur 2005). Repris de Amann *et al.*, 2014⁴⁴

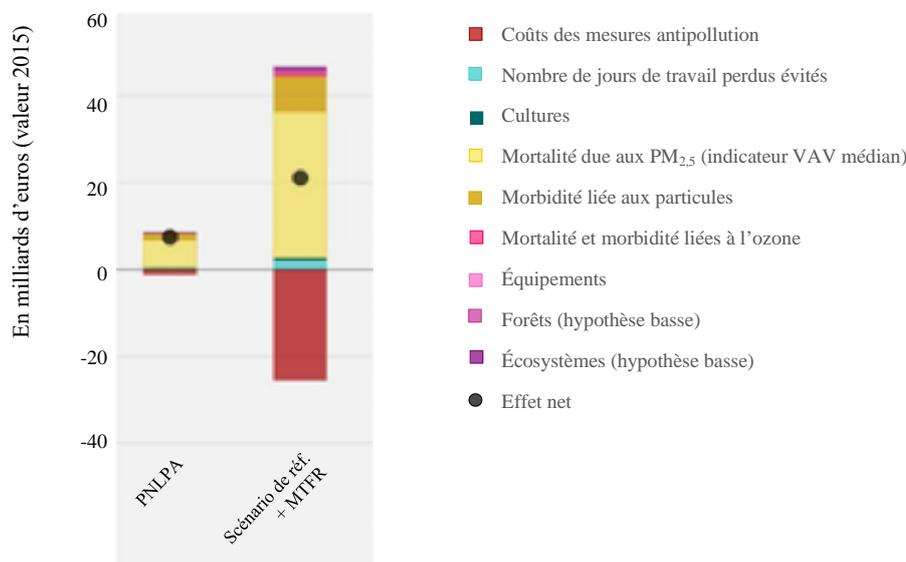


Abréviations : PRIMES, Price-Induced Market Equilibrium System.

69. La dernière évaluation en date des coûts et des avantages de potentielles mesures supplémentaires dans l'Union européenne à 27 (Amann *et al.*, 2020)⁵ a révélé que les bénéfices nets annuels pour la santé et l'environnement (en VVS de base) issus des mesures conformes aux PNLPA en 2030 s'élèveraient à 31 milliards d'euros, et ceux issus de la mise en œuvre complète de toutes les mesures techniquement réalisables à 146 milliards d'euros. D'après les estimations, les bénéfices sont environ vingt-cinq fois plus élevés que les coûts dans le scénario PNLPA, et environ sept fois plus élevés dans le scénario MTFR. Une analyse approfondie des effets macroéconomiques confirme ces résultats (voir fig. 23 ci-après).

Figure 23

Évaluation coûts-avantages pour l'Union européenne à 27 par rapport au scénario de référence. Repris de Amann *et al.*, 2020⁵



70. Le coût moyen d'une stratégie optimale de réduction de la pollution atmosphérique équivaut à 0,01 à 0,02 % du PIB (Maas et Grennfelt, 2016)²¹ – chiffre à mettre en regard des quelque 5 % du PIB que coûtent les effets nocifs de la pollution atmosphérique sur le bien-être en Europe occidentale et centrale.

71. Il est aussi possible de comparer le coût de l'action à celui de l'inaction pour des polluants, installations ou secteurs donnés. Scarbrough *et al.*, 2019⁵⁰, indiquent que l'application de mesures garantissant la conformité aux conclusions formulées sur les meilleures techniques disponibles dans le secteur de l'industrie sidérurgique en Europe permettrait de dégager des bénéfices 3,3 à 14 fois supérieurs aux coûts. Dans son récent rapport d'évaluation sur l'ammoniac⁵¹, l'Équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée a comparé les coûts des mesures de réduction de l'ammoniac au montant des effets nocifs évités. Il est ressorti de cette comparaison que les bénéfices (17,5 €/kg selon CE Delft, 2018)²⁸ sont 1,2 à 4,4 fois plus élevés que les coûts (4 à 15 €/kg selon Wulf *et al.*, 2017)⁵².

72. Grâce à l'analyse des coûts et des avantages à l'échelle des installations, les décideurs pourraient exploiter les coûts estimés des effets nocifs, qui sont disponibles pour tous les pays européens de la CEE. En comparant les montants des effets nocifs évités aux coûts des solutions techniques proposées, on pourrait justifier les décisions d'investissement qui entraînent des réductions d'émissions supérieures à celles exigées par la loi (voir encadré 3 ci-après).

Encadré 3

Coût de l'action comparé au coût de l'inaction au niveau des installations – Le cas de la centrale au charbon d'Apatity

La centrale d'Apatity, située dans le nord-ouest de la Fédération de Russie (puissance thermique : 1 530 MWth), est en service depuis 1959. Elle utilise le charbon comme combustible principal pour produire de la chaleur et de l'électricité. Le Groupe d'experts sur les questions technico-économiques (depuis rebaptisé Équipe spéciale des questions technico-économiques) a estimé les coûts annuels afférents à l'installation de dispositifs de

⁵⁰ Scarbrough, T. *et al.*, 2019. Ex-post assessment of costs and benefits from implementing BAT under the Industrial Emissions Directive. Final Report for the European Commission – DG Environment, ED 10483, Issue Number 7.

⁵¹ TFIAM 2021. Rapport d'évaluation sur l'ammoniac. ECE/EB.AIR/WG.5/2021/7.

⁵² Wulf, S. *et al.* (2017), Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft Minderungsziele und -potenziale Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die Tierhaltung, Thünen, Hanovre, 30 mai 2017.

réduction des émissions de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote et de particules totales en suspension (PTS) – respectivement un dispositif de désulfuration des gaz de combustion par voie humide, un dispositif de réduction catalytique sélective et un dépoussiéreur électrostatique (voir tableau 5). Pour estimer les coûts des effets nocifs sur la santé que ces techniques de réduction ont permis d'éviter, on applique les coûts unitaires propres à chaque pays utilisés dans Schucht *et al.*, 2021¹⁶, qui vont de 158 à 469 millions d'euros. Selon les estimations, les coûts annuels s'élèvent à 27,4 millions d'euros. En VVS comme en VAV, les bénéfices totaux liés aux effets nocifs évités dépassent les coûts et le rapport bénéfices-coûts est compris entre 6 et 17 (voir fig. 24 ci-dessous).

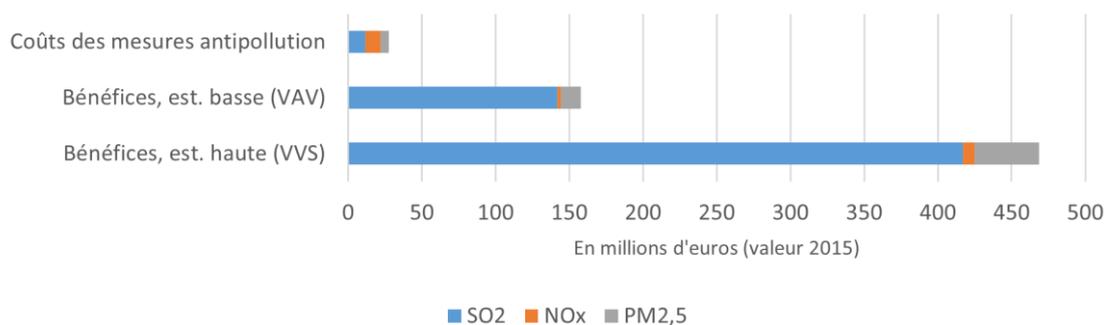
Tableau 5

Paramètres utilisés pour calculer les coûts et les bénéfices associés à l'installation de technologies de nettoyage dans la centrale au charbon d'Apatity, d'après les travaux du Groupe d'experts sur les questions technico-économiques, 2011 et de Schucht *et al.*, 2021¹⁶, et le modèle GAINS tel qu'utilisé dans Amann *et al.*, 2020⁵

Polluant	Émissions de 2008-2010, en kt	Rendement d'épuration des équipements, en %	Émissions éliminées, en kt	Coûts de dépollution, en millions d'euros (valeur 2015)	Coût des effets nocifs évités, en millions d'euros (valeur 2015)	
					VAV faible	VVS élevée
PTS	6,23	99,9	6,18	5,3	-	-
PM _{2,5}	0,37	96	0,36		13	44
NO _x	2,4	75,4	1,8	10,5	2,7	7,9
SO ₂	12,6	95,4	12,0	11,6	142	417
Total	-	-	-	27,4	158	469

Figure 24

Coûts et bénéfices de l'installation de technologies de nettoyage dans la centrale au charbon d'Apatity, d'après le Groupe d'experts sur les questions technico-économiques, 2011, et Schucht *et al.*, 2021¹⁶



Note : Groupe d'experts sur les questions technico-économiques, 2011. Apatity combustion plant – SO₂, NO_x and TSP emission reduction cost abatement, provisional report.

IX. Conclusions

73. Les réponses aux questions qui ont guidées la présente réflexion peuvent être résumées comme suit :

a) *Est-il possible d'estimer avec certitude les effets de la mauvaise qualité de l'air sur le bien-être ?* Les résultats présentés dans le présent document sont extraits de nombreuses études réalisées par plusieurs groupes de chercheurs indépendants. Si les valeurs numériques peuvent varier en fonction des hypothèses formulées, toutes les études sans exception indiquent que la mauvaise qualité de l'air a des incidences considérables sur le

bien-être des populations. Partant, il semble tout à fait possible d'estimer au moins les valeurs les plus basses des effets des variations de la qualité de l'air sur le bien-être ;

b) *Quel est le coût des effets nocifs lorsque aucune mesure n'est prise pour lutter contre la pollution atmosphérique ?* La pollution atmosphérique coûte actuellement très cher. Les coûts agrégés de ses effets nocifs s'élèvent à environ 5 % du PIB dans près de la moitié des pays de la CEE ;

c) *Le coût de ces effets nocifs devrait-il augmenter ou diminuer à l'avenir ?* Les scénarios de projections sont surtout disponibles pour l'Europe occidentale. Les mesures en place dans le domaine de l'EMEP devraient permettre de réduire de 14 % le coût financier de la pollution atmosphérique d'ici à 2030 ;

d) *Comment réduire davantage les coûts de l'inaction ?* Il est possible de réduire davantage le coût des effets nocifs en appliquant des politiques allant au-delà de celles prévues par la législation actuelle ;

e) *Est-il possible d'améliorer le bien-être humain en en faisant plus ?* Les améliorations potentielles du bien-être sont étroitement liées aux politiques de réduction des émissions. Sur le reliquat de coûts que l'Union européenne devrait encore avoir à assumer en 2030, 21 % peuvent être éliminés en prenant des mesures supplémentaires.

74. Le fait de mesurer la valeur économique de la pollution atmosphérique permet d'obtenir des informations précieuses sur le coût des effets nocifs (pertes de bien-être socioéconomique) que celle-ci occasionne et, ainsi, de faire des comparaisons directes entre les activités économiques et leurs incidences sur l'environnement et la santé humaine, de calculer les montants associés à la réduction des effets nocifs ou à l'augmentation des bénéfices occasionnée par de nouvelles réductions des émissions, ou encore, lorsque des solutions sont disponibles mais pas encore mises en œuvre, d'évaluer le coût de l'inaction.

75. La méthode du « coût des effets nocifs » est utile pour évaluer les effets non intentionnels que peuvent avoir de nouveaux investissements dans les infrastructures ou de nouvelles installations sur le bien-être, mais elle doit encore être perfectionnée. Pour faciliter la prise de décisions relatives aux nouveaux projets ou à l'octroi de permis, plusieurs pays chiffrent les effets nocifs par unité d'émission afin d'analyser rapidement les effets nocifs supplémentaires que ces activités pourraient avoir sur la santé et les écosystèmes et de décider si des mesures supplémentaires de lutte contre la pollution atmosphérique sont nécessaires et proportionnées. Le plus souvent, ces outils d'évaluation ne tiennent compte que des effets nocifs à l'échelle locale ou nationale et n'incluent pas les effets transfrontières. Une autre omission de taille est celle des effets nocifs sur la biodiversité et certains effets sur la santé. Une évaluation complète devrait inclure l'ensemble des effets externes, y compris transfrontières. Il existe par ailleurs des écarts considérables en matière d'information entre les parties orientale et occidentale de la région de la CEE, particulièrement en ce qui concerne les études d'évaluation menées par des groupes de recherche d'Europe orientale et les scénarios relatifs aux futurs niveaux de pollution atmosphérique dans cette sous-région.

76. Les analyses coûts-avantages publiées montrent que, dans la plupart des cas, les coûts de la réduction des émissions sont bien inférieurs aux bénéfices correspondants.

77. On trouvera dans le tableau 6 ci-après un récapitulatif des méthodes et des données disponibles, ainsi que des indications sur les ensembles de données comparables. Les grandes lacunes suivantes ont été constatées :

a) On ne dispose pas d'estimations des effets nocifs globaux des dernières années pour les pays de la CEE situés en dehors du domaine de l'EMEP³ (à l'exception du Canada et des États-Unis d'Amérique), à savoir l'Arménie, l'Azerbaïdjan, la Fédération de Russie (partie asiatique), Israël, le Kazakhstan, le Kirghizistan, l'Ouzbékistan, le Tadjikistan et le Turkménistan – et des pays plus petits du domaine de l'EMEP ;

b) On ne dispose pas d'analyses des effets nocifs prévus dans les régions situées en dehors du domaine de l'EMEP³. Le modèle GAINS v.4⁵³, qui couvre davantage de pays, permet d'évaluer les effets nocifs prévus pour une zone géographique plus large.

Tableau 6

Récapitulatif des méthodes et principales sources de données utilisées pour les estimations

<i>Objet de l'analyse</i>	<i>Méthode utilisée et sources principales</i>
Total des effets nocifs actuels, en valeur monétaire et pourcentage du PIB	<p>Domaine de l'EMEP : modélisation GAINS-ARP pour 2020, 2030 (fig. 2, 4 et 5)</p> <p>Caucase et Asie centrale – taux de mortalité pour 2010 tirés de la littérature¹³ + VVS (fig. 3)</p> <p>Amérique du Nord et monde – littérature^{1, 29, 30, 31, 32, 33} + valeurs pour la période 2010-2015 (tableau 4)</p>
Coût des effets nocifs par pays et par polluant	<p>EOCAC : littérature¹⁶ ; effets nocifs uniquement dans les pays émetteurs (tableaux 1 et 2)</p> <p>Europe occidentale et centrale : littérature¹⁶ ; effets nocifs : 38 membres et partenaires de l'AEE + Royaume-Uni (tableau 3), moyenne de l'Union européenne : d'après la littérature²⁸ (fig. 9)</p> <p>Amérique du Nord : moyenne pour les États-Unis tirée de la littérature³¹ uniquement (fig. 11), pas d'estimations par pays</p>
Coûts des effets nocifs par secteur	<p>Europe : littérature^{19, 25, 26, 27, 28} (fig. 8)</p> <p>Amérique du Nord^{34, 35} : littérature (fig. 13)</p>
Productivité du travail, dommages occasionnés aux cultures	Exemples tirés de la littérature ¹³ pour l'Europe occidentale (fig. 6) ²² , la Fédération de Russie et l'Amérique du Nord (fig. 10)
Bénéfices réalisés par le passé	Exemples tirés de la littérature pour l'Europe ^{39, 40} et l'Amérique du Nord ⁴²
Bénéfices prévus des mesures en vigueur	<p>Domaine de l'EMEP : modélisation GAINS-ARP pour 2020, 2030 (fig. 15 et 16)</p> <p>Pas d'évaluation chiffrée pour les autres régions</p>
Bénéfices supplémentaires par rapport au scénario de référence	<p>Europe occidentale et centrale : littérature⁵ (fig. 17 et 18).</p> <p>Pas d'évaluation chiffrée pour les autres régions</p>
Autres retombées positives potentielles de l'action climatique	Exemples tirés de la littérature pour l'Europe ⁴⁷ (fig. 19 et 20) et l'Amérique du Nord ⁴⁷ (fig. 20), un exemple mondial ⁴⁸ (fig. 21)
Comparaison coûts/bénéfices	<p>Exemples tirés de la littérature pour l'Europe^{42, 5, 21, 28, 49, 51} (fig. 22 et 23) et l'Amérique du Nord⁴¹</p> <p>Bilan au niveau de l'usine (encadré 3), d'après les évaluations des réductions d'émissions et des coûts des effets nocifs tirées de la littérature¹⁶</p>

Abréviations : ARP, Alpha RiskPoll.

⁵³ https://gains.iiasa.ac.at/models/gains_models4.html.

78. Il importe de continuer à faire en sorte que les données utilisées dans les études d'évaluation couvrent davantage de pays. Tous les effets constatés de la pollution atmosphérique sur la santé devraient être monétisés et la valeur des effets sur les écosystèmes, notamment sur la biodiversité, devrait être mieux représentée. Il importe également d'effectuer un plus grand nombre d'évaluations des coûts marginaux des effets nocifs actuels et futurs par secteur, en particulier pour les pays d'Europe de l'Est et du Sud-Est.
