

Pollution aux particules fines : un fil d'Ariane dans le labyrinthe des ODD

Gaëlle UZU, UMR IGE, Grenoble ; Olivier EVRARD, UMR PALOC, Paris ; Xavier MARI, UMR MIO, Marseille



27 mai 2022

Mise en contexte

Productrice de l'énergie indispensable aux activités humaines, la combustion émet différents polluants, dont du CO₂ et des particules fines. Alors que le CO₂ impacte principalement le système climatique, les particules fines issues de combustion affectent à la fois le climat, la santé, les écosystèmes et les sociétés. Ces émissions, qui ont augmenté de manière rapide depuis le début de la révolution industrielle, atteignent aujourd'hui des niveaux qui mettent en péril le bon fonctionnement de l'ensemble des systèmes complexes sur lesquels repose la durabilité de nos sociétés. Ces particules atteignant et affectant toutes les écosphères (*i.e.*, atmo-, cryo-, hydro-, pédo- et bio- et anthropo-sphère) au cours de leur cycle de vie, la réduction de leurs émissions contribue à de nombreux objectifs de développement durable.

Une pollution ancienne qui accompagne l'évolution des sociétés

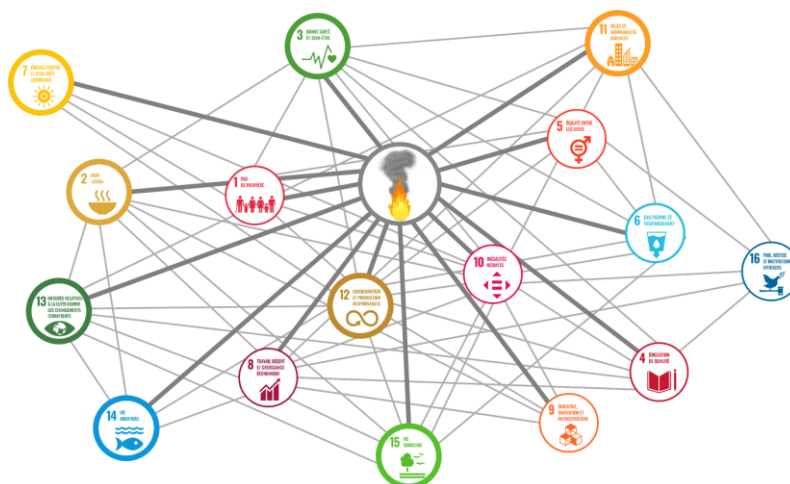
Jusqu'au milieu du 19^{ème} siècle, l'énergie était produite en brûlant des bio-carburants (bois et charbon de bois). Par la suite, le recours massif aux carburants fossiles a entraîné une augmentation proportionnelle des émissions de CO₂ et de particules fines de combustion, mais également de la taille de la population, de l'urbanisation, du PIB par habitant, du taux d'alphabétisation et de l'espérance de vie. Ainsi, alors que la découverte du feu a constitué le fondement du développement des sociétés, la combustion des carburants fossiles nous a rendu plus nombreux et, globalement, plus urbains, plus riches, plus vieux et plus cultivés.

Suite à des événements de pollution extrême au 20^{ème} siècle, les sociétés occidentales ont pris conscience de la nécessité de réduire les dommages collatéraux de la production d'énergie, ce qui les a conduites à adopter des lois pour garantir la qualité de l'air. C'est ainsi que les activités de production énergivores et polluantes ont été progressivement séparées géographiquement de celles de consommation des biens produits. Cette distanciation, initialement opérée à l'échelle des pays, s'est étendue à l'échelle planétaire. Ainsi, ce sont aujourd'hui les pays du Sud, notamment asiatiques, qui produisent l'essentiel des biens et qui en subissent les conséquences. Dans un premier temps, cette relocalisation des outils de production a entraîné, pour certains pays en développement, une croissance économique rapide, couplée à une forte industrialisation et urbanisation. Aujourd'hui, ces transformations aboutissent à des situations invivables et à une prise de conscience des populations, à l'origine de tensions socio-politiques croissantes.

Pollution sans frontières : climat, santé, écosystèmes, sociétés

Les principes de la thermodynamique sont têtus. Oxyder des combustibles pour en extraire de l'énergie thermique produit des déchets. Parmi ces derniers, les particules de combustion ont des propriétés et un cycle de vie qui leur permet d'atteindre et d'impacter toutes les écosphères. Elles naissent dans le feu, circulent dans l'atmosphère, se déposent à la surface de la cryosphère, de la pédosphère et de l'hydrosphère, et, de manière ultime, s'enfouissent dans les sédiments. Durant ce parcours, elles affectent la physique, la chimie et la biologie des différents systèmes environnementaux et humains. Elles ne respectent aucune frontière, ni géographique, ni thématique, ni écosystémique, ni sectorielle, et encore moins celles des ODD. Suivre le fil d'Ariane que constituent ces particules de combustion permet non seulement de nous guider dans le labyrinthe des ODD et de leurs cibles, mais invite aussi à mettre en lumière leurs interconnexions, leur nature « intégrée et indivisible » (cf. Figure). Cet exercice permet de faire progresser l'Agenda 2030 en améliorant l'environnement mondial et en limitant le changement climatique, ce qui permet de dégager des bénéfices sur la santé, les écosystèmes et les sociétés, avec en particulier : (i) l'amélioration de la santé et du bien-être en réduisant la mortalité prématurée due aux maladies non transmissibles (ODD3.4), la réduction du nombre de décès et de maladies dus aux produits chimiques dangereux et à la pollution de l'air, de l'eau et du sol (ODD3.9) ; une meilleure capacité des pays en matière d'alerte rapide, de réduction et de gestion des risques sanitaires (ODD3.d) ; (ii) la préservation de

l'environnement mondial en améliorant la qualité de l'air (ODD11); (iii) la réduction de la pollution marine et l'accroissement de la résilience des écosystèmes marins (ODD14); (iv) la préservation des écosystèmes terrestres et d'eau douce, et lutte contre la dégradation des sols et l'appauvrissement de la biodiversité (ODD15). Par ailleurs, décrire les impacts multiples de cette pollution en adoptant des approches transdisciplinaires est nécessaire à l'identification des bénéfices apportés par une réduction des émissions de polluants atmosphériques, afin de sensibiliser les différentes parties prenantes (ODD17) et de plaider en faveur d'une révision de nos modes de production et de consommation visant à réduire les émissions (ODD7 et 12). Enfin, compte tenu du lien indissociable entre pollution de l'air et changement climatique, la volonté d'améliorer la qualité de l'air pour des motivations sanitaires immédiates est un levier puissant pour optimiser la lutte contre le changement climatique, et ainsi contourner le biais cognitif d'une mise à distance d'enjeux futurs trop éloignés (ODD13).



Relation entre la pollution atmosphérique et les Objectifs de développement durable

Réduction des émissions : de la science sur la durabilité à la science au service de la durabilité

Le défi auquel les scientifiques sont confrontés est de passer d'une science *sur* la durabilité visant à améliorer la compréhension du fonctionnement des systèmes, physiques, chimiques, biologiques et sociaux, et de leur vulnérabilité face aux pressions croissantes, à une science *au service de* la durabilité, dont l'ambition est de soutenir des politiques durables et des transformations sociales positives. La principale caractéristique de cette science est de construire sur la base de fondations scientifiques solides (données probantes), des scénarios de futurs probables selon la voie empruntée.

La responsabilité morale vis-à-vis des générations futures étant un moteur d'engagement dans la science de la durabilité, le chercheur se doit de fournir les évidences scientifiques permettant de trouver un équilibre et une continuité entre la satisfaction des besoins d'aujourd'hui et ceux de demain. Le principal enjeu est de confronter le modèle économique dominant basé sur les énergies fossiles, et de proposer de nouveaux équilibres et outils.

Cet engagement dans la science de la durabilité avec comme objectif de contribuer à la réduction des émissions doit suivre une succession d'étapes qui peut se résumer par : (i) un accroissement de nos connaissances sur la nature, l'origine sectorielle et géographique des polluants (*Quoi et où nettoyer ?*), et leurs impacts sur les systèmes physiques, chimiques, biologiques et socio-politiques (*Pourquoi nettoyer ?*); (ii) une utilisation de ces connaissances pour élaborer des scénarios d'évolution positive (*Comment nettoyer ?*) et évaluer l'efficacité potentielle des options souhaitables et acceptables (*Quelle efficacité ?*); (iii) une sensibilisation des populations et des décideurs sur les risques liés à l'inaction (*Où se trouve le consensus ?*); (iv) un accompagnement à la définition des solutions transformatives requises pour atteindre les objectifs dégagés, et pour le suivi de l'efficacité des mesures prises (*Quelles solutions ?*).

À retenir

Parce que la pollution aux particules fines de combustion affecte la globalité des systèmes environnementaux et humains, la recherche de solutions durables ne peut s'effectuer qu'à travers une démarche transversale qui impose l'abandon des frontières : une démarche trans-écosphère, trans-disciplinaire, trans-ODD, trans-partite, trans-frontalière. Le point positif est que cette pollution atmosphérique est un mal dont on connaît le remède : baisser les émissions avec des bénéfices immédiats pour l'ensemble de l'humanité. Ce qui en fait à la fois un défi transverse complexe et peut-être un cas d'école ambitieux pour tester notre capacité à nous engager avec succès dans la science de la durabilité en suivant ce fil d'Ariane.