

# Les innovations technologiques sont-elles vraiment au service de la qualité de l'air et de la santé des citoyens ?

Par Caroline VAN RENTERGHEM  
WAIR

Des innovations toutes plus révolutionnaires les unes que les autres ne cessent de se multiplier pour nous permettre de respirer un air plus sain pour notre santé.

Si ces innovations peuvent nous aider sur le court terme, seuls des changements de comportements et de politiques permettront de résoudre le problème sur le long terme.

Les médias nous abreuvant régulièrement d'inventions révolutionnaires capables de dépolluer l'eau ou l'air. Ce fut le cas en octobre 2016 avec la "Smog Free Tower" installée par l'artiste hollandais Daan Roosegarde dans un jardin public de Pékin. Cette étonnante sculpture avait la particularité d'« aspirer » la pollution pour la concentrer et en faire des bijoux, aussi splendides que sinistres. Grâce à une technologie utilisant les ions positifs « attirant » ainsi la pollution environnante, son créateur clamait qu'elle pouvait nettoyer 30 000 mètres cubes d'air par heure, créant ainsi une bulle d'air pur pour les passants.

Pourquoi une telle innovation n'a-t-elle pas encore été implantée dans tout le pays ? Son efficacité est-elle réelle ? Combien d'œuvres colossales de ce type seraient nécessaires pour sensiblement réduire les niveaux ahurissants de pollution atmosphérique atteints par la mégalopole chinoise ?

En France, nous avons vu apparaître de timides tentatives d'installations visant à améliorer notre air, telles que des murs à la fois anti-bruit et anti-pollution (visant principalement la captation des NOx, notamment le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)) le long du périphérique parisien.

À une échelle plus individuelle, l'air semble être le nouvel eldorado des inventeurs et des *start-ups*. Surfant sur une préoccupation grandissante et une prise de conscience récente, nous voyons progressivement apparaître des produits capables de dépolluer notre air, tels que des purificateurs d'air intérieur ou encore des masques anti-pollution.

La logique de ces innovations est de nous permettre de respirer un air plus sain pour notre santé, partout où nous nous trouvons. L'air vicié est en effet subi et il semblerait vain

d'opter pour la solution la plus radicale qui serait de déménager alors que 92 % de nos concitoyens sont concernés par ce phénomène. De plus, s'expatrier à la campagne, par exemple, peut s'avérer une fausse bonne idée, certaines campagnes étant plus polluées que certaines villes du fait notamment de l'épandage de pesticides.

Si ces innovations traitent la pollution, d'autres se sont, elles, attaquées aux sources de celle-ci et tentent de réguler ces émissions engendrées par l'activité humaine. C'est le cas des véhicules électriques ou à hydrogène, des teintures moins polluantes...

Qu'elle agisse sur la source de la pollution ou bien qu'elle la traite et la diminue, la technologie semblerait porter notre salut.

Mais toute cette technologie va-t-elle réellement nous sauver, éviter à notre planète asphyxiée de devenir totalement irrespirable et impropre à la vie ? Ne serait-elle pas, à certains égards, un déplacement du problème plutôt qu'une solution ?

Nous verrons, dans un premier temps, les différentes mesures de lutte contre la pollution atmosphérique pour nous interroger, dans un second temps, sur leur impact à long terme. Enfin, nous verrons que la recherche a encore beaucoup de progrès à faire et que le meilleur moyen de réduire nos émissions ne réside pas dans la technologie qui génère d'autres sources de pollution, mais bien dans la déconsommation.

80 % des Français sont préoccupés par la qualité de l'air qu'ils respirent, et 71 % sont inquiets des effets de la pollution sur leur santé. Les médias ont joué leur rôle ces dernières années, et l'enjeu de l'air, si peu connu il y a quelques années, a enfin pénétré les esprits, mais rares

sont les solutions qui répondent aux prédictions de ces Cassandra.

L'air a toujours été le parent pauvre de l'écologie, et pour cause, la pollution de l'air est invisible et l'air n'appartient (du moins jusqu'à ce jour où nous écrivons ces lignes) à personne, personne ne se sent donc concerné d'en assurer la qualité.

Seules les villes ont commencé à s'attaquer à ce casse-tête, non pas par pur intérêt pour leurs concitoyens, mais pour conserver leur attractivité. Les expatriés envoyés à Pékin se voient proposer des primes, dont le montant fluctue en fonction de la qualité de l'air dans le pays. Sur le principe du pollueur-payeur (adopté par l'OCDE en 1972 et qui a notamment inspiré les propositions en faveur de la taxe carbone), c'est un nouveau modèle de « pollué-rémunéré » qui s'est mis en place. L'immense population locale, elle, n'est bien évidemment pas indemnisée en contrepartie de son ingestion quotidienne de polluants mortels et doit se protéger avec les moyens à sa disposition. Un des premiers moyens pour lutter contre la pollution est donc une incitation (ou sanction) économique. Les niveaux de pollution ne sont en aucun cas modifiés par ces mesures.

D'autres moyens industriels visent à réduire les taux de pollution dans l'air.

Il existe une multitude de systèmes de filtration à l'échelle des bâtiments, dont les puissances, les coûts et les fonctionnements varient en fonction des domaines adressés.

D'autres procédés ont vu le jour récemment. L'utilisation de micro-algues, implantées dans des bassins autour des usines, est en expérimentation sur divers sites industriels français. Ces micro-algues ont la particularité d'absorber le CO<sub>2</sub> rejeté par l'activité de l'usine et de le transformer en minéraux précieux pour l'organisme. Elles sont donc à la fois dépolluantes, mais aussi source de revenus !

Un autre procédé appelé photocatalyse est aussi connu depuis les années 1990. Il utilise les propriétés du dioxyde de titane qui a la faculté, au contact de la lumière (ou plutôt des UV) d'adsorber les polluants (principalement les COV, mais aussi les microbes et les particules) présents autour de lui sur la base d'un principe d'oxydation. Ce procédé peut être appliqué à du textile, des vitres (qui deviennent « autonettoyantes ») ou bien du mobilier public (car il empêche la prolifération des microbes). L'innocuité de cette technique pose encore question. Une fiche publiée en 2013 par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) soulignait le manque d'informations quant aux effets sur la santé des nanoparticules de dioxyde de titane. Elles ont en outre été classées comme « cancérogène possible ».

Une autre technique est l'hygrométrie, le taux d'humidité dans l'air agissant directement sur la qualité de l'air. Plutôt utilisé en intérieur, ce procédé permet mécaniquement de « coller au sol » les microbes et COV, les molécules d'eaux « alourdissant » l'air. Un épisode de pluie en extérieur aura le même effet, il réduira la pollution en faisant retomber les particules au sol.

Mais c'est dans le domaine du numérique que les innovations ont été les plus nombreuses ces dernières années. La grande tendance est aux capteurs, et plus particulièrement aux micro-capteurs tant la miniaturisation de ceux-ci ainsi que leur résistance aux exigences de la mobilité en font un axe de recherche prisé de nombreuses *start-ups* et grands groupes. Le nombre de substances à surveiller, leurs natures diverses ainsi que la nécessité pour les capteurs d'être « calibrés » régulièrement sont les principales raisons des difficultés à la création de capteurs embarqués, qui soient efficaces, fiables et capables de mesurer une large gamme de polluants. Les gaz sont captés chimiquement alors que les particules sont désormais généralement mesurées grâce à la technique de la spectrométrie de masse (un laser qui, installé dans une microscopique boîte noire, compte le nombre de particules passant devant son champ optique).

En parallèle à ces avancées réalisées sur les capteurs, les sociétés d'analyse de ces données de qualité de l'air se sont multipliées. Le principe est d'élaborer des algorithmes capables, sur la base de ces données collectées par des capteurs fixes comme mobiles, de déterminer la qualité de l'air en temps réel et à quelques mètres près, voire de la prédire. Aux données pures de mesure de l'air viennent s'ajouter de nombreux autres paramètres intervenant tous dans la qualité de l'air, comme la météo, la géographie, l'urbanisme, le trafic routier... Si l'on pense au nombre d'années qu'il nous a fallu pour pouvoir décrypter et prédire la météo, nous pouvons aisément imaginer à quel point il est difficile d'établir une mesure précise et *a fortiori* une prévision des niveaux de pollution.

Ces outils de *monitoring* sont désormais au service des villes grâce à des logiciels, c'est ce qu'a développé la *start-up* israélienne Breezometer, mais aussi des citoyens sous la forme d'applications pour *smartphones*. Les plus connues étant celle de Plume en France et celle de AirVisual dans le reste du monde.

Par extension, des stations météo connectées incluant à la mesure climatique la dimension qualité de l'air, mais plutôt intérieur, sont arrivées sur le marché. Les précurseurs de ces technologies étant NetAtmo ou Foobot.

En dernier recours, de nombreux moyens de protection individuels sont désormais à la portée des citoyens soucieux d'améliorer la qualité de l'air qu'ils respirent. Il existe des dizaines de purificateurs d'air. Ces systèmes étant relativement complexes, pour les mêmes raisons qu'évoquées plus haut, nous recommanderons donc de privilégier les appareils *premium* et d'en lire attentivement les niveaux d'efficacité, les normes atteintes et, surtout, de bien respecter leur entretien. Un purificateur non entretenu peut s'avérer contre-productif. On citera parmi les plus élaborés ceux de Teqoya qui ont également l'avantage d'être fabriqués en France !

En matière d'air extérieur, seuls les masques anti-pollution sont à la portée des citoyens. Largement décrié et rarement conseillé, un bon masque anti-pollution peut cependant réduire fortement l'exposition aux polluants et atténuer les symptômes liés, notamment les réactions



Photo © Wu Hao/FEATURECHINA-REA

Performance de l'artiste chinoise Kong Ning revêtue d'une robe de mariée confectionnée avec 999 masques anti-pollution, dans le cadre d'une action de sensibilisation à la lutte contre la pollution atmosphérique à Pékin, octobre 2014.

« En matière d'air extérieur, seuls les masques anti-pollution sont à la portée des citoyens. »

allergiques, les bronchites, les rhinites, etc. S'ils ont été remis en cause récemment par l'ANSES (rapport paru en mai 2018), c'est principalement par manque d'information et pour prévenir contre les mensonges *marketing* de certaines marques. Les masques anti-pollution sont pourtant des EPI (équipement de protection individuel) de catégorie 3, c'est-à-dire protégeant contre des risques mortels. Mais il existe une multitude de types de masques, des masques dits « de chirurgien » aux masques ARI (appareil respiratoire isolant) utilisés par les pompiers ou en cas de présence de gaz toxiques et qui fonctionnent grâce à une ventilation assistée en circuit fermé. Les EPI étaient jusqu'à présent réservés au monde professionnel. Ce n'est que depuis une dizaine d'années que des masques sont apparus à l'attention du grand public et pour protéger de la pollution atmosphérique. Les normes en vigueur ne sont donc pas adaptées à cet usage, il est facile de les contourner – le ministère du Travail, en charge des EPI, est débordé. Ce qu'il faut retenir, c'est que leur efficacité dépend de la qualité du filtre, mais aussi de son herméticité. D'ailleurs, l'étude de l'ANSES concluait ainsi : « De nombreux facteurs peuvent affecter l'étanchéité d'un masque : absence d'information ou de formation de l'utilisateur, mauvais ajustement du masque, morphologie du visage (présence de barbe, enfant, etc.), augmentation du débit respiratoire lié à une activité physique, absence d'entretien ou de renouvellement du masque, etc. » (extrait du rapport de l'ANSES, mai 2018). Répondant à ces

critiques, les masques WAIR ont été développés sur la base d'une structure brevetée, inspirée du médical, qui permet d'assurer une étanchéité quasi parfaite sur n'importe quel visage. Ils ont été testés selon les réglementations EPI EN1827 et EN1274-7, filtrent les particules, les odeurs, les pollens et les bactéries.

Mais plutôt que d'agir sur la pollution déjà émise, ne serait-il pas plus pertinent de s'attaquer aux causes de cette pollution ? Oui, mais comment ?... La pollution atmosphérique ayant de multiples causes (industrie, chauffage, trafic routier, agriculture, feux...), les domaines de recherche sont nombreux.

Dans l'agriculture et l'élevage, ce sont les émissions d'ammoniac et de méthane qui sont pointées du doigt. Mélangées à d'autres polluants primaires ou secondaires, ces molécules contribuent à la création d'ozone. Les principales innovations dans ce domaine pour réduire la pollution de l'air sont liées à l'agroécologie : usages d'engrais et de pesticides naturels plutôt que chimiques, méthanisation pour produire des biogaz et du compost, incorporation rapide d'effluents, diversification des cultures, gestion des temps agricoles en correspondance avec les saisons, plantation de légumineuses pour enrichir le sol en azote... Des capteurs et des drones sont également venus à la rescousse des agriculteurs pour déterminer plus précisément les besoins de l'exploitation en fonction des conditions météorologiques. Les pionniers Weenat et Airi-

nov ont été complétés par le drone Sequoia de Parrot Pro.

Dans le tertiaire, ce sont les travaux d'isolation des logements qui sont les plus utiles. Car en luttant contre la déperdition de chaleur, on chauffe moins et on pollue donc moins ! En revanche, les logements bien isolés peuvent dégrader l'air intérieur. Il faut donc les aérer davantage encore !

Dans le transport et l'énergie, suite au scandale Volkswagen, les systèmes de filtration des voitures se sont grandement améliorés et sont encore plus contrôlés. Reste à rappeler aux automobilistes la nécessité de les entretenir correctement. Les infrastructures routières influent également sur la pollution : un rond-point plutôt qu'un feu rouge contribue à fluidifier la circulation et donc à réduire la pollution émise. Là aussi, le numérique a apporté beaucoup d'innovations. Les capteurs Oocar et Drust proposent aux conducteurs de faire un meilleur usage de leur voiture pour, entre autres, moins consommer. Il existe des applications de location de voitures entre particuliers comme OuiCar.fr, de location de parking comme Park-Match, et également des outils pour trouver plus vite un stationnement public en ville comme OnePark et ZenPark (une grande partie de la pollution en ville serait due aux automobilistes cherchant une place).

Le domaine des énergies renouvelables s'est fortement développé. Des panneaux solaires dotés de capacités de production toujours plus importantes sortent régulièrement. Ces panneaux sont désormais à la portée des particuliers – c'est ce que propose Solorea –, et existent même en version souple (Lacoste a développé avec la société De Rigueur Lab un modèle de sac intégrant un panneau solaire). Heliolite cherche à améliorer le rendement et l'utilisation des panneaux grâce à des trackers. Echy utilise, quant à elle, des réseaux de fibre lumineuse pour éclairer l'intérieur des bâtiments sans aucune autre énergie que celle du soleil. Les *start-ups* rivalisent d'ingéniosité dans les énergies hydrauliques, éoliennes et même hydroliennes (une éolienne sous l'eau !). C'est le cas de NewWind qui a inventé un « arbre à vent », de FairWind qui veut rendre accessible l'éolien aux PME grâce à des structures compactes ou encore de feu la *start-up* Nénuphar qui avait créé des éoliennes flottantes, de Tidalys et de son hydrolienne géante ou encore d'Unéole une éolienne au *design* original. La géothermie qui utilise l'eau chaude provenant des nappes phréatiques est également une énergie de plus en plus utilisée.

Mais toutes ces nouvelles technologies sont de faux amis. On ne sait comment recycler les panneaux solaires et leur fabrication est très gourmande en énergies et en matériaux rares, tout comme les éoliennes. La multiplication des données issues des objets connectés pose le problème de leur stockage. Aujourd'hui, 247 milliards de courriels transitent chaque jour par la Toile. Propre en apparence, le monde virtuel est en réalité aussi polluant qu'énergivore. Si Internet était un pays, il serait le cinquième consommateur mondial d'électricité. Un peu partout sur la planète, mais loin de nos regards, fleurissent des *datacenters* gigantesques stockant ces milliards de données. Toutes les technologies de filtration posent à la fois le problème de leur fabrication et celui du non-recyclage des filtres. Aucune filière de recyclage n'existe à ce jour, alors que ce sont des millions de km<sup>2</sup> de filtres qui sont jetés chaque jour.

Alors la meilleure innovation pour polluer moins ne serait-ce pas, tout simplement, de consommer moins ? L'utilisation de modes de transport propres, doux ou partagés, la réduction des besoins de mobilité (télétravail...), le recyclage, la réparation, la consommation mesurée de toutes les denrées (eau, nourriture, vêtements), le local, le tri, etc., ce sont là autant de manières efficaces d'améliorer l'air de tous !

Il est également essentiel d'envisager la lutte contre la pollution à un niveau national, voir supranational. S'engager dans des actions de sensibilisation est donc un acte hautement impactant. Si nous parvenions à faire abaisser les valeurs limites d'émissions définies par la législation nationale et européenne et renforcer les contrôles de l'État en cas de dépassements, nous pourrions alors imposer une réduction progressive des émissions des industries.

Seules des mesures de grande ampleur, et donc politiques, auront la capacité de faire évoluer les taux de pollution dans le bon sens. Mais compte tenu de la gravité de la situation, il faudra attendre vingt à trente ans pour voir les effets de toute mesure prise. Les technologies sont donc nécessaires pour patienter en attendant la réduction des causes.

Les innovations peuvent donc nous aider sur le court terme, mais ce sont des changements de comportements et de politiques qui seuls permettront de résoudre le problème sur le long terme.