

Pollution atmosphérique et développement urbain en Chine

BENJAMIN GUINOT

Les villes chinoises, comme la plupart des villes des pays en voie de développement doivent relever le défi d'une urbanisation rapide conjuguée à des besoins accrus en énergie, tout en essayant de maîtriser leurs rejets polluants. Ce souci d'un meilleur environnement est particulièrement appuyé pour la qualité de l'air. Le coût économique de la pollution atmosphérique a favorisé l'émergence au niveau national d'une réelle politique de surveillance et de contrôle, et la recherche tout comme l'industrie sont désormais en mesure de proposer des réponses technologiques adaptées à ces défis de grande ampleur. Aussi, à l'instar de Pékin, les principales « villes-vitrines » chinoises ont-elles amélioré leur capacité à lutter contre la pollution, mais la situation est encore mitigée, voire parfois catastrophique, pour les villes plus petites.

L'assimilation par les villes chinoises de millions de nouveaux citoyens est sans précédent dans l'histoire du monde moderne. L'ampleur de cet exode rural est notamment palpable en périphérie des capitales de province ou des sous-préfectures de la côte où s'élèvent en peu de temps des quartiers entièrement nouveaux. Alors qu'à la fin des années 1980 la population urbaine ne représentait pas 10 % de la population chinoise, elle dépasse au milieu de la décennie 2000 le cap des 40 %, et pourrait atteindre 60 % en 2020. Sur notre planète, la Chine devrait entraîner, à elle seule, un tiers du doublement de la population urbaine attendu entre 1990 et 2025. Cette urbanisation est perçue comme une chance par les Chinois en quête de modernité et d'un confort de vie accru encore inaccessibles dans les campagnes ou les petites villes. Mais le phénomène est si rapide et d'une telle ampleur que son contrôle reste limité. Une forte pression s'exerce donc sur les ressources naturelles nécessaires au fonctionnement de ces zones urbaines en expansion. L'eau, d'abord, dont les réserves sont limitées en de nombreuses régions⁽¹⁾, est distribuée dans des réseaux souvent sous dimensionnés. En bout de chaîne, les réseaux d'assainissement qui eux aussi peinent à suivre le rythme des constructions ne peuvent absorber les grandes quantités de déchets liquides et solides nouvellement générées. L'énergie,

ensuite, dont la consommation accélérée pour les besoins industriels et domestiques de ces centres urbains entraîne une pollution atmosphérique dense aux impacts environnementaux parmi les plus préoccupants à l'échelle du pays mais aussi du monde. Les villes chinoises représentent de fait des vitrines du futur où les problèmes mais aussi beaucoup des solutions de demain ayant trait au développement durable et aux politiques énergétiques pourraient émerger assez rapidement.

Les autorités sont en effet confrontées au défi pressant de la réduction des rejets dans l'atmosphère et de l'augmentation de la population urbaine, de son niveau de vie et de sa consommation d'énergie. À l'aune de ce défi, la trajectoire chinoise se distingue cependant de celle des pays déjà développés par un degré d'urbanisation encore particulièrement faible. Cette particularité va entraîner dans les prochaines années la conjugaison inédite de deux variables. En premier lieu, le rythme de croissance des grands centres urbains existants, qui devrait nettement s'accélérer comme cela a déjà été observé aux États-Unis ou dans d'autres pays développés

1. Les régions septentrionales (un tiers du PIB, 42 % de la population) sont touchées par une aridification croissante et durable d'après les projections climatiques régionales (voir le livre *Regional Climate of China*, Berlin Heidelberg, Springer, 2008, en accès libre : <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-79241-3>).

lorsque le taux d'urbanisation dépassa 30 %. Ensuite, le taux d'exposition des populations aux risques sanitaires liés à la pollution : alors que les populations des pays développés étaient déjà largement urbaines lorsque ces pays traversèrent leurs périodes de plus forte pollution dans les années 1970 et 1980 (74 % de citoyens aux États-Unis en 1970, par exemple), la population chinoise, elle, est en plein bouleversement socio-économique, ce qui implique une mise en œuvre difficile de politiques variées et évolutives pour limiter son exposition à la pollution. Cet article aborde la complexité du problème en retraçant son évolution depuis les années 1980 et l'élévation du niveau économique des villes. Il présente également une évolution des réponses que les autorités centrales et locales y apportent, avant d'esquisser les perspectives qui s'offrent en matière de contrôle de la pollution atmosphérique en Chine à travers l'expérience de Pékin.

La nature de la pollution évolue avec le niveau de développement des villes

D'après le dernier rapport sur l'état de l'environnement⁽²⁾, près de 40 % des villes équipées d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air⁽³⁾ ont fait état en 2007 d'indices de pollution égaux ou supérieurs au niveau maximal, la catégorie 3, dont les valeurs seuils se trouvent être pourtant cinq fois plus élevées que celles préconisées par l'OMS⁽⁴⁾. Un autre tiers n'en était que légèrement inférieur, si bien que les trois quarts de la population urbaine chinoise respiraient un air considéré comme nocif. Les villes les plus polluées sont les zones urbaines abritant entre un et huit millions d'habitants. Il s'agit souvent de capitales de province ou de villes côtières dont le développement économique dépend d'un tissu d'activités lourdes, comprenant en particulier des unités de production d'énergie, des industries métallurgiques ou chimiques. Ces villes industrielles souffrent traditionnellement de la pollution liée à la combustion du charbon, la ressource énergétique la plus courante en Chine. Or, les autorités locales ne fournissent pas les moyens humains, financiers et technologiques nécessaires pour faire face efficacement à cette pollution, au contraire des très grandes villes en voie de modernisation rapide que sont Pékin, Shanghai ou encore Tianjin, Shenzhen et Canton. Ces mégapoles voient, en effet, une restructuration radicale des activités industrielles qui disparaissent des centres villes, soit pour s'implanter plus loin dans des structures plus modernes, soit pour y être remplacées par des activités industrielles ou tertiaires à forte va-

leur ajoutée. Dans ces villes également, les activités domestiques (chauffage, cuisine) n'utilisent plus le charbon mais le gaz ou l'électricité et l'ensemble de ces changements radicaux a fortement contribué à la diminution de la pollution atmosphérique. Le corollaire de cette modernisation est l'émergence d'une nouvelle pollution par le trafic routier qui rend l'atmosphère de ces cités « modernes » de plus en plus semblable à celle des pays développés.

L'évolution de la pollution, du SO₂ aux particules

Longtemps, la pollution atmosphérique en Chine a été étroitement associée au dioxyde de soufre (SO₂). Ce polluant est produit lors de la combustion du charbon dont le soufre représente un élément constitutif d'importance variable. Dans les années 1990, plusieurs mesures visant le secteur industriel ont permis de contenir les effets de l'accroissement de sa consommation de charbon (+50 % entre 1990 et 2005) sur la qualité de l'air. Il s'est agi principalement d'inciter les industriels à consommer un charbon de meilleure qualité, c'est-à-dire moins soufré. En conséquence, les concentrations de SO₂ dans l'atmosphère diminuèrent de 50 % au cours de cette période. Toutefois, la question des émissions de SO₂ n'est pas pour autant résolue et aujourd'hui encore, un tiers du territoire chinois est exposé aux pluies acides dont il est le premier responsable. Les systèmes de désulfuration placés en sortie de cheminées pour piéger le SO₂ des rejets industriels sont souvent cités comme la solution technologique au problème. En réalité, seules quelques unités ont été installées dans tout le pays. De haute technologie, ces systèmes sont coûteux à utiliser et en pratique ne fonctionnent guère en dehors des périodes de contrôle. Dans ce contexte, il n'est pas étonnant de constater que la Chine n'a pas réussi à atteindre son objectif de réduction de ses émissions de SO₂ ces trois dernières années⁽⁵⁾. Il est cependant utile de rappeler que les villes en Europe, aux États-Unis et au Japon, pour lesquelles des données sont disponibles, ont connu dans la période 1970-1980 des niveaux de pollution semblables, voire plus élevés que ceux relevés en

2. RSEC 2007, *Report on the State of the Environment in China*, China State Environmental Protection Administration, Pékin. http://www.mep.gov.cn/plan/zkgb/2007zkgb/200811/t20081117_131297.htm.

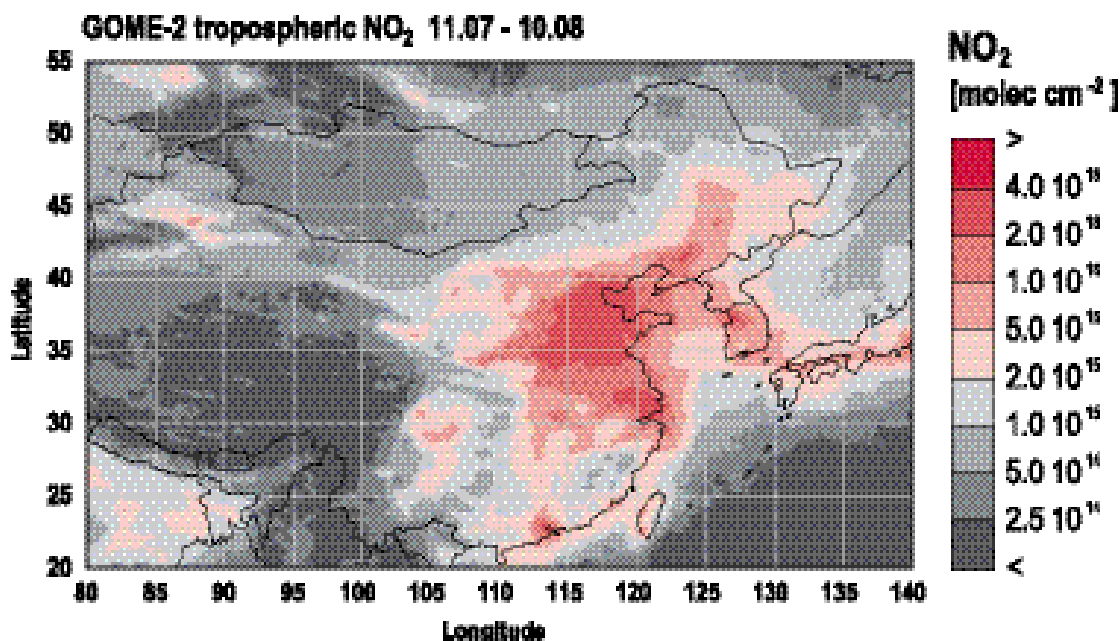
3. 113 villes ont bénéficié de la politique centrale de développement des réseaux de surveillance établie dans le 11e plan quinquennal. Pour plus de détails, lire : http://www.gov.cn/zwgk/2007-11/26/content_815498.htm.

4. Organisation mondiale de la santé

5. RSEC, *Report on the State of the Environment in China*, op. cit.

Figure 1. Concentrations troposphériques de dioxyde d'azote (NO₂) sur la Chine entre novembre 2007 et octobre 2008.

Données fournies par l'instrument SCIAMACHY embarqué sur le satellite ENVISAT.



Chine aujourd'hui. Ainsi, en ce début de siècle, les valeurs moyennes de SO₂ dans des villes industrielles chinoises telles que Lanzhou, Taiyuan, Shenyang et Chongqing, sont comparables à celles observées dans les années 1980 à Séoul et dans les grands pays industriels européens comme la Belgique ou les Pays Bas⁽⁶⁾.

Ce n'est qu'au début des années 1990 que la perception de la pollution atmosphérique par les autorités environnementales a embrassé le problème des particules en suspension dans l'air. Jusque là, les observateurs relevaient régulièrement la visibilité mesurée en kilomètres dans la plupart des villes⁽⁷⁾ mais sans en lier les variations aux concentrations de particules (appelées aussi aérosols), pourtant déterminantes. Les archives de l'époque offrent d'ailleurs des corrélations remarquables entre la visibilité atmosphérique et les données de consommation d'énergie⁽⁸⁾, qui permettent même ainsi de constater que la région de Canton et du Delta de la rivière des Perles a été la première région du pays à souffrir, au milieu des années 1980, de sévères épisodes de pollution par les particules.

Les concentrations de ces particules ont d'abord été rapportées en termes de *Total Suspended Particles* (TSP) et ont, sous cette appellation, toujours largement dépassé les

propres normes chinoises, en particulier dans les villes du nord du pays où le charbon est utilisé intensivement pour le chauffage, et où le déficit de précipitations et l'érosion des sols favorisent la mise en suspension de grandes quantités de poussières minérales. À titre d'exemple, la valeur moyenne nationale était d'environ 400 µg/m³ à la fin des années 1980 et n'avait diminué que d'un tiers dix ans plus tard. Les niveaux de TSP ne baissèrent pas de 1999 à 2003⁽⁹⁾, malgré une diminution historique de la consommation d'énergie entre 1997 et 2002. Pour se rapprocher des normes internationales, la mesure évolua en 1996 des TSP vers les PM₁₀, lesquelles, rendent compte des particules de diamètre inférieur à dix microns. Ce faisant, la mesure s'affranchit des

6. Thomas G. Rawski, « Urban air quality in China: Historical and comparative perspectives, prochainement », in *Resurgent China: Issue for the future*, Ed. Nazrul Islam, Palgrave-Macmillan, 2008 et accessible en ligne sur le site de l'Université de Pittsburgh, Department of Economics, working paper n° 282, <http://ideas.repec.org/s/pit/wpaper.html>
7. Qiu, J. et Yang, L., « Variation characteristics of atmospheric aerosol optical depths and visibility in North China during 1980–1994 », *Atmospheric Environment*, 34, 2000, p. 603–609. Voir aussi: Wu, D. *et al.* « Effect of atmospheric haze on the deterioration of visibility over the Pearl River Delta », *Acta Meteorologica Sinica*, 64, 2006, p.510–517.
8. Streets, D. G., « Did aerosols over China peak in the 1990s? », <http://www.gee-21.org/publications/DiscussionPapersandJournalPublications.html>, 2007.
9. Sinton, J.E. *et al.*, « An assessment of programs to promote improved household stoves in China », *Energy for Sustainable Development*, 8, 2004, p. 33–52.

plus grosses particules atmosphériques. À partir de 2000, ces données PM₁₀ étaient disponibles dans les villes équipées d'un réseau de surveillance. Depuis 2000, malgré les efforts de contrôle des sources industrielles et le remplacement progressif du charbon par le gaz naturel dans les foyers urbains récents, la diminution des PM₁₀ dans les 100 plus grandes villes chinoises a été irrégulière et assez peu marquée, de l'ordre de 10 %⁽¹⁰⁾. Aujourd'hui, les concentrations particulaires sont en moyenne cinq à huit fois plus élevées que dans les villes d'Europe de l'Ouest ou des États-Unis, et cette pollution par les particules est la caractéristique principale de la pollution urbaine en Chine.

Si les concentrations de SO₂ et de particules TSP/PM₁₀ ont été régulées, à défaut d'être significativement réduites, ce ne fut pas le cas des oxydes d'azote (NO_x) qui incluent NO et NO₂, ni des petites particules (particules « fines » respirables). Leurs niveaux n'ont cessé d'augmenter suivant le rythme de l'accroissement explosif du parc automobile (+20 % annuels depuis 1996) et de la consommation d'énergie (+50 % entre 1990 et 2005). Leur augmentation générale, observée depuis 1996, peut être directement corrélée au développement économique des zones urbaines. Cette augmentation a d'abord concerné les villes du sud comme Canton, qui bénéficiaient alors d'une croissance sensiblement plus soutenue que celles du nord, avant que les mégapoles Pékin-Tianjin et Shanghai ne contribuent significativement aux tendances comme l'illustre la figure 1. Dans ces mégapoles, les NO_x, compte tenu de leur rôle de précurseurs d'ozone et d'autres polluants secondaires gazeux et particulaires, représentent désormais un problème prioritaire pour la qualité de l'air, au même titre que les particules en suspension dans l'air.

Évolution de la gouvernance environnementale

Très tôt, les autorités ont intégré la question environnementale à leur cahier des charges, mais sans pourtant y apporter des réponses adaptées. En 1974, lors de la création de la State Environmental Protection Administration (SEPA), le maître mot aux différents niveaux de l'exécutif restait alors et pour deux décennies encore, « productivité ». C'est donc seulement au cours de la décennie 1990, alors que la Chine concrétise son retour sur la scène internationale, que des mutations de fond ont été amorcées. Les jeux Olympiques de Pékin ou demain l'Exposition universelle à Shanghai ont sans aucun doute eu un effet d'accélérateur dans l'application de règles ambitieuses pour la qualité de l'air, mais n'exercent pas

de véritable influence hors du giron de ces grandes villes. C'est bien plus le coût économique du développement, par ses atteintes à l'environnement et à la santé, qui a motivé une révision des priorités du gouvernement. Toutefois, ce rééquilibrage en faveur de la protection de l'environnement est lent, tant les obstacles qui l'entravent sont nombreux. Une étude commandée par la Banque mondiale estimait à 3,8 % du PIB les dommages causés à l'environnement en Chine en 2003. Des projections récentes⁽¹¹⁾ montrent que les politiques actuelles de contrôle de la pollution, trop molles, ne pourront empêcher un doublement de cette valeur dans les 20 ans à venir au regard de l'urbanisation galopante et de l'augmentation du niveau de vie des résidents urbains.

Malgré sa lenteur, l'évolution des priorités au sommet de l'État a pris un aspect très concret en mars 2008 lorsque la SEPA fut élevée au rang de ministère (Ministry of Environmental Protection, MEP). Autorité environnementale centrale aux pouvoirs renforcés, le MEP reçut comme première mission la réhabilitation de l'environnement selon les objectifs définis dans le 11^e plan quinquennal (2006-2010). Dans la relecture de cette histoire récente, il est intéressant d'avoir en tête qu'aux États-Unis, l'US-EPA (Environmental Protection Agency) fut créée en 1970 alors que le revenu par habitant était de 21 000 dollars (dollar de 2005), tandis que lorsque la SEPA atteignit en 2005 un niveau d'expertise technologique considéré comme comparable, le revenu par habitant en Chine n'était encore que de 4 100 dollars. Soulignons donc que l'empire du Milieu est ainsi devenu une exception notable à la fameuse loi de Kuznets qui met en relation le revenu moyen par habitant et le degré de dégradation environnementale. La forme en U inversé de la loi de Kuznets traduit le fameux « *pollute first, improve later* » que les puissances occidentales ont suivi. Or, en Chine la limitation des ressources en énergie, en eau et en air, est plus que jamais présente à l'esprit des gouvernants chinois et ce, dans un contexte mondial plus soucieux d'environnement que jadis. Les termes de « développement scientifique » ont d'ailleurs été introduits dans la dialectique du PCC lors du Congrès d'octobre 2007. La Chine sait qu'un appétit immodéré en ressources naturelles ne pourrait lui permettre d'atteindre la deuxième phase, dite « verte », de son développement et mettrait en péril l'harmonie économique et sociale de la nation toute entière. Elle s'impose donc d'emprunter de nouvelles voies de développement où l'efficacité énergétique et le contrôle des sources de pollution sont au centre des préoccupations⁽¹²⁾.

10. RSEC, *Report on the State of the Environment in China*, op. cit.

L'industrie : Frein ou moteur du développement de la gouvernance environnementale ?

Dans le domaine du contrôle de la pollution atmosphérique, le MEP fait le choix de travailler en proche interaction avec les industriels, et cela pour deux raisons. D'abord, parce que l'industrie consomme 71 % de l'énergie primaire utilisée dans le pays et 94 % du charbon⁽¹³⁾. Imposer le contrôle des émissions industrielles, c'est avant tout agir sur la première cause de la pollution atmosphérique en Chine. Ensuite, parce qu'user du levier industriel permet de tirer parti de son dynamisme économique et de ses contraintes internes. C'est ainsi qu'à l'été 2007, la SEPA a lancé une politique novatrice et incitative de « crédits verts » en partenariat avec la Bank of China et la China Banking Regulatory Commission. Son but est de conditionner l'éligibilité des entreprises pour les prêts bancaires à leurs performances environnementales. Plus récemment, deux autres mesures ont été annoncées établissant, d'une part, l'obligation pour les entreprises des secteurs les plus polluants (énergie, métallurgie, ciment) de souscrire une police d'assurance pollution, et d'autre part, l'obligation pour les entreprises désirant entrer en bourse ou émettre de nouvelles actions, de se plier à un contrôle de leurs émissions de polluants.

Dans l'ensemble, les effets de ces dispositions à l'égard de l'industrie sont mitigés ou peu visibles pour certains, voire contraires aux objectifs pour d'autres. Effet mitigé en ce qui concerne les incitations financières « vertes », en particulier, les banques n'en ayant pas tenu compte en partie parce que très peu d'entre elles ont des politiques environnementales indépendantes⁽¹⁴⁾. Quant à l'amélioration du management industriel, s'il est le passage obligé vers une meilleure régulation des émissions du secteur, une étude récente⁽¹⁵⁾ montre qu'en augmentant d'un point la capacité des industriels à améliorer la protection de l'environnement, les rejets polluants ne diminuent pas, mais augmentent de 0,59 point.

Par ailleurs, 13 ans après l'adoption de premières normes sur la qualité de l'air, la capacité des autorités environnementales (MEP et Bureaux de protection de l'environnement, EPB) à en assurer la mise en place et le respect reste limitée. Certes, le problème récurrent que connaissait l'ancienne SEPA pour faire appliquer au niveau local les règles nationales s'est reporté au MEP, à qui il appartient désormais de trouver un meilleur rapport de force auprès des EPB répartis sur tout le territoire. Selon le poids politique des gouvernements locaux qui les financent, et leur disposition à intégrer les défis environnementaux qui se posent, une grande

disparité caractérise la capacité des EPB à surveiller et contrôler la pollution atmosphérique. Une fois encore, les grands centres urbains se distinguent, et servant à la fois de laboratoires et de vitrines, tirent fortement la conscience écologique du pays vers le haut. Bénéficiant d'une croissance économique à deux chiffres, et pour certains d'événements internationaux leur permettant de projeter l'image de villes modernes, ils possèdent les moyens d'accompagner leur métamorphose rapide d'une restructuration radicale des activités. Cette tendance, bien qu'atténuée, se propage aux villes industrielles qui les environnent, comme Tianjin ou Shenzhen, et vers les villes les plus dynamiques de la côte. Mais dans les capitales des provinces du centre ou les petites villes de moins d'un million d'habitants, le contrôle par les EPB demeure encore très largement inefficace. La capacité des EPB ne se jugeant pas au seul volume d'instruments de mesure déployés, la qualité du travail technique de contrôle qualité et le niveau de coopération scientifique et technique des agences avec de grandes universités nationales et internationales s'avèrent primordiaux. Il a été montré qu'en Chine le capital humain est un levier plus puissant que les investissements financiers pour faire respecter les normes⁽¹⁶⁾.

Définir des normes adaptées de qualité de l'air

La définition des normes de qualité de l'air ambiant s'appuie en premier lieu sur les connaissances scientifiques relatives aux sources et aux transformations des polluants, ainsi qu'à leurs effets sur la santé. Lorsqu'en 1996, la Chine lança des campagnes de suivi de la qualité de l'air dans ses villes les plus développées, les particularités de sa pollution atmosphérique n'étaient pas suffisamment bien déterminées pour permettre à la SEPA de cibler les polluants d'intérêt et d'en définir avec pertinence les seuils de tolérance. À l'époque, les

11. Mun S. Ho and Dale W. Jorgenson, "Greening China: Market-based policies for air-pollution control," *Harvard Magazine*, September 2008, <http://harvardmagazine.com/2008/09/greening-china.html>
12. En mettant en relation des indicateurs de pollution atmosphérique et la part de la main-d'œuvre primaire dans la population active, Thomas Rawski (« Urban air quality in China: Historical and comparative perspectives, prochainement », *op. cit.*) montre qu'en Chine la diminution des niveaux de particules et de SO₂ s'est amorcée à un niveau de développement économique bas en comparaison avec les États-Unis, le Japon et la Corée du Sud.
13. China National Bureau of Statistics, *China Statistical Yearbook 2006, 2007*, Pekin, China Statistics Press.
14. HEC Eurasia Institute, mars 2008 (<http://www.hec.fr/eurasia>).
15. Li et Zusman, « Translating Regulatory Promise Into Environmental Progress: Institutional Capacity and Environmental Regulation in China », *ELR*, 36, 2006, p.10616-10623.
16. *Ibid.*

autorités s'en sont donc remises aux normes établies aux États-Unis, au Japon et en Europe. Elles ne le firent toutefois pas sans donner les moyens aux agences des villes-phares et aux instituts scientifiques et techniques nationaux de s'équiper de technologies de mesure certifiées et de former les ingénieurs capables de les maîtriser. Aujourd'hui, près de 200 villes sont équipées de stations de surveillance de la qualité de l'air et 86 d'entre elles rapportent chaque jour un indice de pollution s'appuyant sur différents polluants⁽¹⁷⁾ publié par le MEP. La première vague d'équipement des réseaux de qualité de l'air à la fin des années 1990 bénéficia donc largement aux entreprises étrangères d'instruments certifiés, au premier rang desquelles Thermoelectron et Teledyne API (États-Unis) ainsi qu'Environnement SA (France). Ces trois entreprises se partagent aujourd'hui encore environ 70 % du marché des villes les plus développées. Les villes de moindre importance qui se sont équipées récemment (2005-2008) dans une période défavorable aux importations européennes, utilisent des instruments de moyenne gamme principalement d'origine chinoise. Dans un domaine voisin, celui des émissions de polluants dues à l'échappement des véhicules, le lobby des pays fabricants a pesé sur le choix des normes. Cela profita tout d'abord aux marques européennes, japonaises et coréennes, au détriment des marques américaines, avant que les marques chinoises n'apparaissent.

Devant le dynamisme du marché, la stratégie chinoise de R&D s'orienta elle-même résolument dès le début des années 2000, vers la production d'instruments de mesure de la pollution atmosphérique. Des entreprises industrielles de fabrication et de commercialisation se sont développées au sein même de certains grands groupes de recherche affiliés à la Chinese Academy of Sciences ou aux grandes universités. Et depuis peu, la capacité d'innovation technologique de certains instituts chinois leur permet de concurrencer les plus grandes entreprises étrangères sur la fabrication de l'instrumentation conventionnelle de surveillance de la qualité de l'air. Leur appropriation du marché va plus loin encore. Ainsi actuellement, certains partenariats recherche-entreprises 100 % chinois favorisent-ils l'adaptation de nouvelles techniques de mesures ayant un fort potentiel d'applications face aux différents problèmes posés par la pollution atmosphérique urbaine en Chine, comme la mesure DOAS (*Differential Optical Absorption Spectrometry*). En encourageant ce type de technologies à jouer un rôle clef dans ses dispositifs de surveillance de la pollution atmosphérique, la Chine a l'ambition de se positionner en leader sur un segment peu investi par les entreprises étrangères. Elle se pré-

pare ainsi à peser de tout son poids sur le choix des technologies qui, dans le futur, seront qualifiées et employées en Asie et dans le reste du monde.

Plus en amont, la recherche fondamentale n'est pas en reste, bien au contraire. Au contact des meilleurs chercheurs du domaine, les scientifiques chinois ont durant la même période rattrapé leur retard. Depuis les premières collaborations internationales en 1978, et plus significativement depuis le milieu des années 1980, des centaines d'articles ont été publiés dans les revues spécialisées. La qualité de leurs contributions résulte d'une recherche désormais aussi sophistiquée qu'en Europe, qu'ils appliquent à une atmosphère plus complexe. Les progrès accomplis ces dernières années sont en grande partie le fait de collaborations de recherche menées sur le territoire chinois. C'est en particulier le cas dans le domaine de la pollution atmosphérique par les particules qui, en Chine, recèle encore de nombreuses inconnues liées à la multiplicité des sources, aux conditions climatiques et aux habitudes de vie de la population à travers le pays. Pour en évaluer les impacts sanitaires ou radiatifs, la surveillance des particules a glissé de l'ensemble des particules (TSP) vers les classes de particules les plus actives, c'est-à-dire les plus fines (PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ c'est-à-dire les particules de diamètre inférieur à 10, 2,5 ou 1 micron). Dès lors, il est clair que ces efforts de recherche fondamentale, conjugués aux avancées technologiques évoquées précédemment, ont pour objectif de fournir à la Chine la capacité de fixer son propre cap en matière de normes. C'est-à-dire de s'affranchir de l'influence des pays développés, tout en se posant en référence auprès des pays limitrophes en voie de développement.

Quelles perspectives ? Le cas de Pékin

Les habitants du Pékin des années 1970 se rappellent aujourd'hui, avec nostalgie et une certaine incrédulité, qu'ils vantaient alors son ciel azur, à nul autre semblable dans le pays. À l'époque, la démographie n'exerçait aucune contrainte sur l'agencement de la ville qui s'organisait quartier par quartier autour de communautés de travailleurs logés à proximité de leur lieu de travail. L'industrialisation à grande échelle et les réformes bousculèrent ce schéma au

17. L'indice de pollution (API) en Chine est calculé pour chacun des polluants suivants : PM₁₀, SO₂, NO₂. Des trois valeurs obtenues, c'est la plus élevée qui est retenue pour être rapportée. À la différence des indices européens ou américains (souvent appelés indices de qualité de l'air (AQI) plutôt que API), il ne s'agit pas d'un indice pondérant l'ensemble des polluants et l'ozone n'y est pas pris en compte.

début des années 1980. Les usines furent déplacées dans la campagne attenante à la ville, pour laisser à celle-ci l'espace nécessaire au développement de sa banlieue. Pékin connut à partir de cette époque une longue période de pollution intense, doublée d'une augmentation très nette de sa population. Dans les années 1990, ses cités satellites tirèrent profit du développement économique et gagnèrent en taille et en volume d'activités, si bien qu'à la fin du siècle, ce qui avait été la campagne faisait partie de la ville et la zone urbaine encerclait à nouveau les usines.

C'est pourtant dans cette période de bouleversements que la capitale chinoise afficha clairement son ambition de devenir ville olympique⁽¹⁸⁾ et édicta en 1998 un plan de contrôle de la pollution en dix phases⁽¹⁹⁾. Jusqu'en 2000, les autorités s'attelèrent d'abord à éliminer l'usage domestique du charbon en ville au bénéfice du gaz naturel et à promouvoir l'usage d'un charbon moins soufré. Les industries furent délocalisées bien au-delà des limites de la ville et modernisées, afin d'augmenter leur efficacité énergétique⁽²⁰⁾. Cela eut pour bénéfice de limiter les émissions de polluants en général, de SO₂ en particulier, malgré une consommation accrue de charbon principalement dédiée à la demande en électricité. Il faut noter toutefois que si la prédominance du gaz et l'augmentation de la productivité industrielle ont un impact positif sur les émissions de polluants, notamment de particules, elles sont responsables d'une augmentation significative des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre. C'est en 2000, l'année où la mesure PM₁₀ se substitua aux TSP, notamment dans le but de soustraire les moyennes annuelles à l'influence des tempêtes de sable⁽²¹⁾, que les autorités renforcèrent la mise en application des mesures du plan de contrôle visant la réduction de la pollution par les particules. En premier lieu, les sites de construction, si nombreux dans la capitale en chantier, durent être couverts pour éviter la resuspension de poussières, tout comme les vastes sites de stockage de matériaux (gravats, sable, charbon) situés en divers endroits de la ville. Dans le même temps, de nombreuses routes furent pavées et longées de barrières végétales. Si par ce biais, le soulèvement des plus grosses particules et leur contribution aux PM₁₀ diminua sensiblement, la réduction des plus fines nécessitait encore beaucoup d'efforts. Ainsi, le parc vieillissant de taxis fut renouvelé à 85 % entre 2004 et 2006, alors que les deux roues motorisés fonctionnant à deux temps restèrent interdits, tout comme les camions dans la journée. L'entrée en vigueur des normes européennes d'émission pour le trafic routier, Euro II, Euro III puis Euro IV, successivement en 2003, 2005 et 2007⁽²²⁾, eut pour effet de déporter les véhicules les plus polluants vers la

périphérie. Mais en dépit de ces dispositions, la pollution par le trafic routier a pris ces années-là une dimension critique devant l'incapacité de la ville à adapter les solutions de transport public et les infrastructures routières à l'augmentation de la demande. Le parc automobile crût de façon inexorable et a même connu une accélération lors de l'épidémie de SRAS, de nombreux pékinois craignant la proximité dans les transports en commun. En 2000, la moitié des routes urbaines étaient occupées par des véhicules privés, des voitures de sociétés et des taxis qui transportaient moins de 10 % des passagers. Les 90 % restants se déplaçaient en bus, qui occupent, eux, 25 % de l'espace routier urbain.

Les autorités, après avoir fermé les yeux et peut-être même encouragé l'essor de l'automobile, essaient de contrer l'impact du trafic en passe de devenir le principal pollueur au centre ville. Les transports en commun se développent et s'améliorent : ces trois dernières années les lignes de métro sont passées de deux à cinq en 2008. Mais ce triplement de la capacité du réseau reste pourtant encore insuffisant tant la demande est forte de la part des Pékinois⁽²³⁾. Au total, 14 lignes devraient être opérationnelles avant 2015. La flotte d'autobus a été modernisée et compte désormais le plus grand nombre de bus roulant au gaz naturel (3700). Ceux-ci circulent principalement à l'intérieur du cinquième périphérique, et depuis l'été 2008, deux lignes de bus rapides reliant certaines villes satellites ont doublé la capacité de voyageurs de l'ensemble du réseau de bus.

Des opérations de restriction du trafic automobile ont été testées en 2006 lors du sommet sino-africain, au cours de l'été 2007 et durant toute la période olympique (20 juillet-20 septembre 2008). Certes, la part du trafic sur les niveaux

18. Les jeux Asiatiques de 1990 étaient considérés par Pékin et le PCC comme une répétition générale en vue d'une éventuelle candidature pour devenir la ville hôte des jeux Olympiques en 2000. La candidature fut décidée en avril 1991 et le Comité d'exécution des jeux Olympiques 2000 fut fondé.

19. Détails du plan dans Hao J.M. et Wang L.T., « Improving Urban Air Quality in China », *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, 55, 2005, p. 1298-1305.

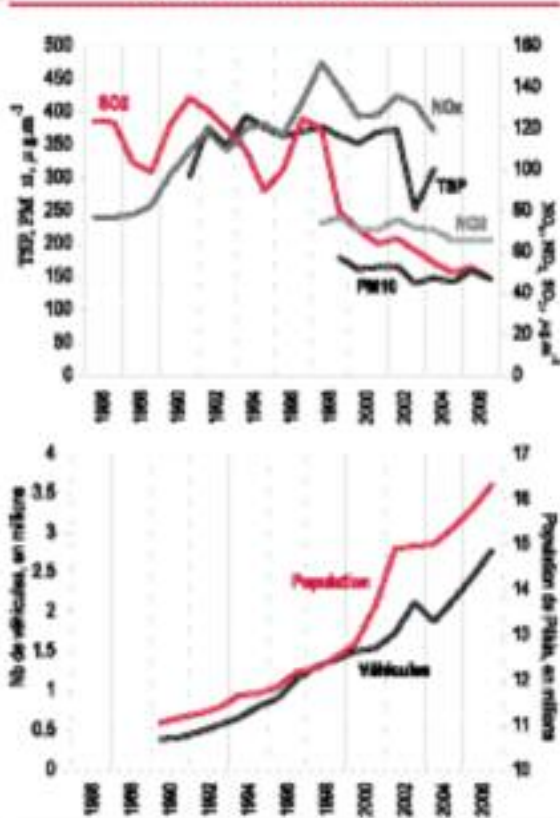
20. Dans ce processus, Pékin bénéficia de l'expérience des entreprises du delta de la rivière des Perles. En effet, plusieurs années auparavant, des entrepreneurs de Hong Kong et de Taiwan avaient externalisé la pollution de leurs usines en les délocalisant à l'embouchure de la rivière des Perles, où ils purent aussi exploiter la manœuvre et la terre à des coûts avantageux. L'efficacité énergétique de ces usines reste aujourd'hui encore la plus basse parmi les autres régions de production, et l'intensité de sa pollution atmosphérique en fait l'une des zones les plus dégradées du pays. Par la suite, les industries du Delta du Yangzi puis de la mégapole en devenir de Pékin-Tianjin ne déplacèrent jamais une unité de production sans en améliorer les performances énergétiques.

21. Cette influence est sensible sur les variations des TSP de la figure 2 où, en 2003 par exemple, l'absence de tempête de sable fait chuter la valeur TSP mais pas les PM₁₀.

22. Rappelons que c'est aujourd'hui cette même norme Euro IV qui est en vigueur dans l'Union européenne.

23. Dès le lendemain de l'ouverture des lignes 5 puis 10 en 2008, l'affluence s'y est établie aux heures de pointe à des niveaux très élevés qui se sont maintenus depuis.

Figure 2. Valeurs annuelles de TSP, PM10, SO2, NOx, NO2, flotte de véhicules et population entre 1986 et 2007



Les données de pollution sont issues des neuf stations de surveillance du MEP.
Sources : <http://www.bjepb.gov.cn/tjhb/portal/04default0376.htm> et <http://www.bjstatb.gov.cn/wqgb/tjgb/mjgb/>

de pollution est significative (20-25 % de la pollution par les particules, par exemple), mais aucune influence directe de cette seule mesure ne peut être évaluée correctement, tant les facteurs météorologiques comme la force et surtout la direction du vent sont prépondérants. Il n'en demeure pas moins que pendant cette période les polluants caractéristiques de la circulation routière, comme les NOx, ont diminué sensiblement⁽²⁴⁾ et que les autorités ont maintenu, en l'adaptant, cette politique de circulation alternée après les JO⁽²⁵⁾.

La période olympique a sans aucun doute marqué un tournant dans l'histoire de la pollution de l'air à Pékin. Le sujet, exagérément développé par les médias au cours des semaines et des jours qui précédèrent le début des épreuves, disparut des préoccupations des observateurs tant la qualité

de l'air se maintint à un bon niveau pendant la quinzaine olympique. Certes, les conditions de vent favorisèrent souvent la dispersion des polluants (plus qu'à l'ordinaire), et les pluies lessivèrent opportunément l'atmosphère de ses particules. Mais ce bon résultat provient avant tout du travail de fond accompli dans le cadre du plan de contrôle initié en 1998.

Première conséquence : par ce biais et sous une pression internationale accrue au cours de la période olympique, la capacité de gestion de la qualité de l'air par les responsables opérationnels a fortement progressé. Nul doute que l'expérience acquise sera utile dans le futur à la définition de politiques de protection nouvelles, et à la mise en place d'un management de l'environnement urbain plus efficace pour le pays tout entier.

La deuxième conséquence découle du travail de contrôle, effectué d'abord à l'échelle de la ville, puis de la zone urbaine de Pékin avant que les contraintes n'affectent les cinq provinces ou municipalité voisines : Hebei, Mongolie Intérieure, Shanxi, Tianjin, Shandong. La géographie de Pékin impose en effet qu'en l'absence de vents venant du nord ou du nord-ouest, susceptibles d'évacuer les polluants vers le secteur ouvert au sud, il faille non seulement maîtriser les sources locales mais également celles implantées dans l'ensemble de la région, jusqu'à 300 ou 500 kilomètres de la ville. Désormais, le défi consiste à maintenir les efforts de contrôle dans le centre de Pékin tout en faisant preuve d'un volontarisme semblable à l'égard du vaste bassin du Hebei et de la grande plaine du nord où vivent et travaillent 100 millions d'habitants. Dans ce bassin d'activités, le suivi et le contrôle ont été suffisamment contraignants pour se mettre au diapason de la capitale jusqu'à alors îlot de modernité au milieu d'une mer de polluants pas ou peu contrôlés.

La troisième conséquence a trait à la perception des questions de pollution par le public, en particulier par les jeunes. Tout au long des années de transformation de la ville en vue des Jeux, la plupart des Pékinois ont ressenti beaucoup de fierté à entendre le Comité international olympique vanter la bonne marche des travaux ainsi que la qualité et la modernité des installations en construction. Seule source de scepti-

24. Wang Y. X. *et al.*, « Traffic restrictions associated with the Sino-African summit: Reductions of NOx detected from space », *Geophys. Res. Lett.*, 34, 2007, L08814, doi:10.1029/2007GL029326.
25. Les voitures dont les plaques minéralogiques se terminent par le chiffre 1 sont interdites à la circulation les lundis, par 2 les mardis, etc. Pas de restriction les week-ends. Toute contravention est sanctionnée par une amende de 100 RMB, ce qui reste relativement peu dissuasif pour un automobiliste suffisamment aisé pour s'acheter une voiture. Par ailleurs, l'achat d'un deuxième véhicule – tendance observée à Mexico en réponse à une politique similaire de restriction du trafic – reste très probable.

ticisme de la part du CIO : l'état de l'environnement. Or, ces critiques reprises par les médias étrangers ont permis en bonne partie d'éveiller les consciences aux défis environnementaux auxquels la ville et sa région font face. Parallèlement, des ONG locales ou des initiatives gouvernementales telles que celle du Beijing Public Net for Environmental Protection⁽²⁶⁾ ont mis en place dans les collèges plusieurs opérations encourageant des actions individuelles ou collectives en faveur des économies d'énergie et d'eau, et de la protection de l'environnement⁽²⁷⁾.

Les JO de Pékin passés, l'Exposition universelle 2010 est en ligne de mire à Shanghai et les jeux Asiatiques, programmés en novembre la même année, transforment aussi Canton. Chaque mégapole déploie des moyens nouveaux pour mieux comprendre la nature de ses polluants et leur dispersion, leurs sources et les moyens de les contrôler. Deux points majeurs dans le domaine de la qualité de l'air sont en cours de réforme.

Il s'agit d'abord de répertorier de la manière la plus exhaustive possible l'ensemble des sources de polluants atmosphériques, province par province, ville par ville. Ce travail d'inventaire est mené sous la direction du MEP⁽²⁸⁾. Il est nécessaire afin que les autorités locales puissent définir, avec plus de justesse, les priorités de contrôle des sources. La centralisation de ces informations essentielles aux modèles de prévision de la qualité de l'air de demain permettra également au gouvernement central de fixer avec plus de pertinence les objectifs nationaux de réduction des émissions.

L'autre point concerne le mode de communication des officiels s'agissant de pollution atmosphérique. Ce point faible s'est particulièrement manifesté lors des Jeux de Pékin en cristallisant l'attention des observateurs sur les objectifs de « ciel bleu ». Un jour de « ciel bleu » est une journée pour laquelle l'indice de pollution est inférieur à 100 (soit $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , soit tout de même plus de quatre fois la norme européenne). Atteindre le nombre de jours de « ciel bleu » tourne à l'obsession pour l'EPB de Pékin. Ce nombre, fixé en 2008 à 255⁽²⁹⁾ est à la hausse d'une année sur l'autre depuis dix ans, sur un rythme qui semble lié à l'augmentation du budget dédié à la protection de l'environnement par la municipalité. Certes les efforts concrets sont indéniables et réguliers depuis 1998, mais un simple coup d'œil aux données archivées sur le site de l'EPB⁽³⁰⁾ met en évidence qu'ils sont doublés d'un ajustement des chiffres se situant aux alentours de la valeur 100. Certains n'hésitent pas à qualifier cet ajustement de manipulation⁽³¹⁾. En moyenne, ces dernières années le nombre de valeurs comprises juste sous la barre 100 (96-100) est quatre fois supé-

rieur au nombre de jours légèrement au-dessus de la limite (101-105). Cette bizarrerie statistique suggère que les valeurs sont parfois diminuées de quelques unités pour gonfler artificiellement le nombre de jours de « ciel bleu ». Cette modification, pour minime qu'elle soit sur l'information de fond⁽³²⁾, offre un argument aux détracteurs de la Chine qui est difficile à contrer. Pour sortir de ce piège et faire évoluer rapidement les outils et les modes de communication, des groupes de réflexion formés de chercheurs et de décideurs politiques ont été mis en place par les EPB les plus actifs, et encouragés par le MEP. Un autre signe d'une évolution de l'information vers plus de transparence s'est récemment manifesté au travers de l'initiative AMFIC (Air Quality Monitoring and Forecasting in China) menée conjointement par l'UE et la Chine. Le site en anglais et en chinois offre un accès aux concentrations horaires et/ou journalières des principaux polluants atmosphériques (PM_{10} , NO_2 , SO_2 , monoxyde de carbone et ozone) mesurées et modélisées dans les grandes villes⁽³³⁾.

Quels scénarios pour demain ?

Nous l'avons vu, le management scientifique et technique des autorités environnementales et des industriels, la R&D des laboratoires et les modes de communication sur les questions de pollution progressent vite dans les zones urbaines dynamiques et dans les villes voisines sous leur influence directe. Cependant, la situation dans les villes moyennes est encore très mitigée (voire catastrophique dans les plus petites villes) et les progrès sont conditionnés par la bonne volonté du pouvoir local. Dans le but d'uniformiser ces progrès,

26. <http://www.bjee.org.cn/cn/> Site produit par le Beijing Environmental Protection Publicity and Education Center, l'un des départements de l'EPB de Pékin.
27. Au chapitre des incitations mises en place rapidement afin de sensibiliser les Pékinois à la protection de l'environnement, citons en particulier l'interdiction faite aux supermarchés de distribuer des sacs plastiques qui prit effet le 1er juillet 2008, quelques semaines seulement après son annonce.
28. http://www.gov.cn/zwgk/2006-10/23/content_420862.htm, les résultats seront publiés a priori à l'attention exclusive du gouvernement avant la fin de l'année 2009.
29. Soit 70 % des jours de l'année ; objectif atteint un mois avant le terme, le 30 novembre 2008, et salué par la plupart des quotidiens de Pékin et du pays (<http://www.china-news.com.cn/gn/news/2008/11-30/1467988.shtml>)
30. Site de la municipalité de Pékin : <http://www.bjepb.gov.cn>. Site du MEP http://datacenter.mep.gov.cn/TestRunQian/air_dairy.jsp.
31. Andrews S., « Inconsistencies in air quality metrics : " Blue Sky " days and PM_{10} concentrations in Beijing », *Environmental Research Letters*, 3, 2008, doi:10.1088/1748-9326/3/3/034009
32. En effet, une modification de quelques unités est négligeable en comparaison de l'incertitude de la mesure (en particulier, la mesure de PM_{10}) qui est de l'ordre de 15 à 20 %. Voir sur ce sujet : <http://www.ambafrance-cn.org/spip.php?article4569>
33. <http://www.amfic.eu/>.

le MEP vient d'engager une réforme du mode d'évaluation des fonctionnaires locaux qui ne se basera plus seulement sur les résultats de production et de rendement économique obtenus, mais qui intégrera aussi un indicateur de la performance environnementale de leur management suivant la méthode développée conjointement par les universités de Yale et de Columbia aux États-Unis⁽³⁴⁾.

Enfin, parmi les facteurs susceptibles de rebattre les cartes économiques en Chine, il est légitime de penser que le ralentissement des exportations de produits manufacturés pourrait se faire ressentir sur les niveaux de pollution dans

les régions comme le delta de la rivière des Perles, où la production de ces biens pour l'exportation représente 10 à 40 % des émissions de SO₂ et de PM₁₀⁽³⁵⁾. Il sera intéressant dès lors de suivre l'évolution des émissions, notamment dans les régions de l'intérieur du pays. Ces dernières, revalorisées aux yeux des entrepreneurs puisque moins contraignantes que celles de la côte au plan du droit du travail, sont donc susceptibles d'accueillir de nouvelles activités secondaires encouragées par une redéfinition des priorités industrielles du pays. •

34. Le Center for Environmental Law & Policy de l'Université de Yale et l'Université de Columbia, au travers du Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), sont leaders depuis 1998 dans le développement d'indices environnementaux à l'échelle nationale. Leur dernière publication, qui s'intitule *2008 Environmental Performance Index (EPI 2008)*, fournit aux décideurs nationaux un outil scientifique et facile d'usage leur permettant de prendre en compte les données environnementales dans leur processus de décision. L'*EPI 2008* a classé 149 pays d'après leur proximité aux objectifs fixés par 25 indicateurs, ce qui permet aux pays de comparer leur gestion avec celle de leurs voisins et de leurs pairs. L'*EPI*, cependant, ne porte que sur les questions environnementales à l'échelle nationale. Étant donné la diversité géographique de la Chine et l'autonomie de ses administrations locales, un sous-indice national, plus efficace est en cours d'élaboration.
35. Streets D. *et al.*, « Modeling study of air pollution due to the manufacture of export goods in China's Pearl River Delta », *Environ. Sci. Technol.*, 40, 2006, p. 2099-2107.