

ENV 6003

CHANGEMENTS CLIMATIQUES :

impacts, adaptation, mitigation

MODULE 7

La Chine – entre miracle économique et désastre environnemental

par Sebastian Weissenberger

SOMMAIRE

Introduction

1. La population – croissance et limitation
2. La naissance et le développement de la Chine
3. La croissance économique récente
4. Les problèmes environnementaux de la Chine
 - 4.1 *La qualité de l'air*
 - 4.1.1 *Les émissions atmosphériques*
 - 4.1.2 *Les pluies acides*
 - 4.1.3 *Les effets sur la santé et l'économie*
 - 4.1.4 *La qualité de l'air en milieu urbain*
 - 4.1.5 *La situation de Beijing*
 - 4.2 *La pollution de l'eau et l'eutrophisation*
 - 4.3 *Le climat, la désertification, les événements climatiques extrêmes, les ressources en eau et les impacts des changements climatiques*
 - 4.3.1 *La désertification*
 - 4.3.2 *Les impacts de la désertification*
 - 4.3.3 *La lutte contre la désertification*
 - 4.3.4 *Le succès de la lutte contre la désertification*
 - 4.4 *Les ressources en eau*
 - 4.4.1 *La privatisation et la facturation de l'eau*
 - 4.4.2 *Le transfert des eaux sud-nord*
 - 4.5 *Les événements météorologiques extrêmes*
 - 4.5.1 *Les inondations et l'augmentation des précipitations catastrophiques*
 - 4.5.2 *Les cyclones*
 - 4.5.3 *Les zones côtières et l'augmentation du niveau de la mer*
 - 4.6 *Les impacts des changements climatiques sur les hauts plateaux*

5. La Chine et les changements climatiques

5.1 Les émissions de GES de la Chine

5.2 Les alternatives énergétiques de la Chine

5.2.1 Le charbon

5.2.2 Le charbon « propre »

5.2.3 L'énergie thermonucléaire

5.2.4 L'hydroélectricité et les autres énergies renouvelables

5.3 Les transports

5.3.1 L'incitation à l'utilisation des transports en commun

5.3.2 Le réseau ferroviaire

5.3.3 Le transport maritime

5.3.4 L'amélioration des standards techniques des véhicules

5.4 La politique climatique internationale de la Chine

5.5 Le mécanisme de développement propre et le transfert technologique

6. La lutte de la Chine contre la dégradation environnementale – comment conjuguer croissance et préservation d'un environnement viable?

6.1 Les lois et les institutions

6.2 Les programmes environnementaux en Chine

6.3 L'objectif Beijing ciel bleu

6.4 L'éducation et l'implication de la population

Conclusion



INTRODUCTION

La Chine, le pays le plus peuplé du monde et, depuis peu, le plus important émetteur de gaz à effet de serre du monde, jouera dans un avenir prochain un rôle capital dans la lutte contre l'effet de serre. Une croissance économique débridée a décuplé ses besoins énergétiques au cours des dernières décennies. Un ralentissement de cette croissance n'est pas en vue. Les conséquences environnementales de cette croissance économique à tout prix sont sévères. Pollution de l'eau, smog, qualité de l'air inacceptable, déforestation, désertification, tempêtes de poussière sont autant de maux qui affligent aujourd'hui les Chinois. La forte dépendance au charbon est responsable de la forte croissance des émissions de gaz à effet de serre et des problèmes de qualité de l'air que connaît actuellement la Chine. Le gouvernement chinois est conscient de ces problèmes et entreprend d'importants efforts pour endiguer la détérioration du milieu de vie de sa population. Le rythme de croissance économique effréné menace cependant de réduire à néant ces efforts.

La situation de la Chine s'apparente à celle d'autres pays émergents désireux d'atteindre un niveau de développement comparable à celui des pays industrialisés, mais qui doivent faire face aux conséquences environnementales et sociales d'un tel développement. Politiquement, la Chine fait partie des pays qui ne figurent pas à l'annexe A du protocole de Kyoto, qui n'ont donc pas de cibles de réduction d'émissions jusqu'en 2012. La position de la Chine vis-à-vis de la deuxième période d'engagement aura beaucoup de poids dans le débat international. Est-ce qu'elle s'engagera dans un processus d'après-Kyoto ou est-ce qu'elle essayera d'éviter de se doter de cibles de réduction d'émissions pouvant faire entrave à sa croissance? La direction que prendra la Chine par rapport au protocole de Kyoto sera peut-être, avec celle des États-Unis, l'élément déterminant quant à l'avenir du climat de la Terre.

1. La population – croissance et limitation

La Chine est le pays le plus peuplé du monde et a connu une véritable explosion démographique au cours du XX^e siècle (figure 1). Pendant longtemps, jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, la population de la Chine est restée relativement stable, entre 60 et 110 millions d'habitants. Sous la dynastie Qing, au XVIII^e et au XIX^e siècle, elle augmente jusqu'à 400 millions d'habitants. L'explosion démographique a lieu à partir des années 1950. Depuis cette décennie, la population a doublé en quarante ans.

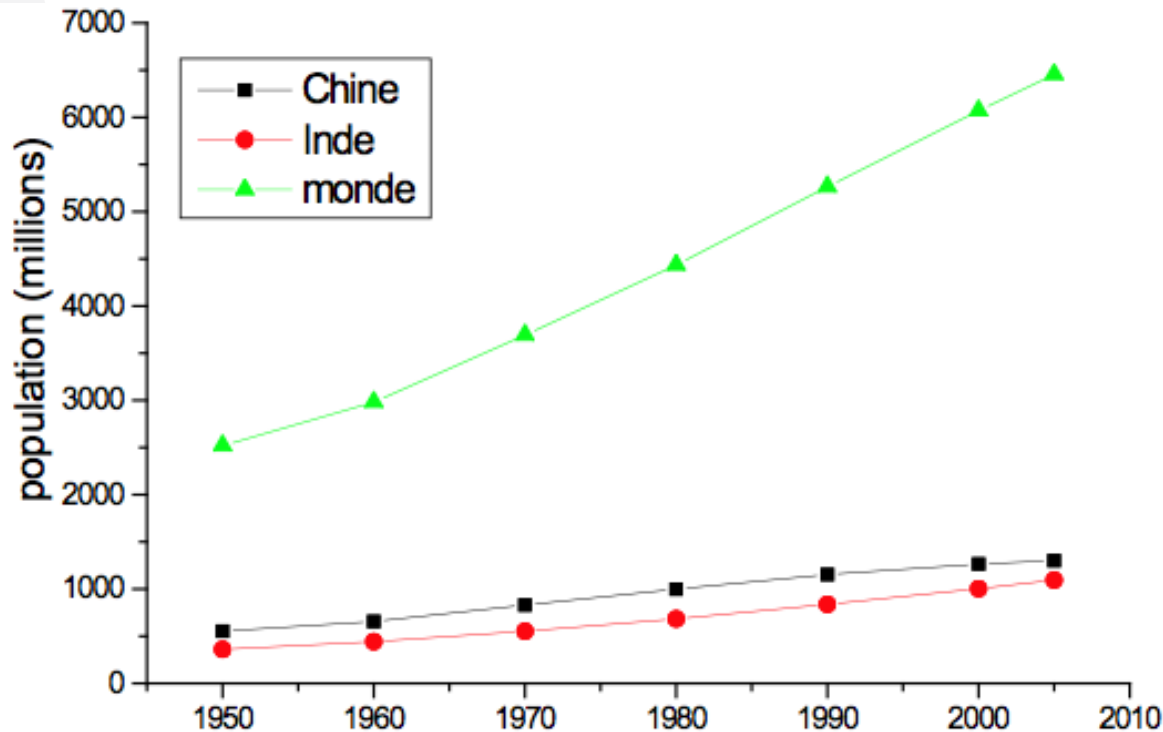


Figure 2

LA POPULATION MONDIALE ET CELLE DES DEUX PAYS LES PLUS PEUPLÉS, LA CHINE ET L'INDE.

Source : United Nations (2007), University of Michigan (2007).

Jusqu'à la fin des années 1950, la natalité en Chine était encouragée autant par les traditions que par le pouvoir politique qui voyait dans la croissance démographique, et donc de la force de travail, une condition pour le développement économique (Scharping, 1996). L'avortement et les moyens de contraception étaient interdits. Cependant, lors du Grand Bond en avant de 1958-1963, l'échec de la politique agricole et une fuite en avant illusoire ont engendré une crise humanitaire qui a fait entre 15 et 30 millions de morts attribuables à une malnutrition généralisée et à d'autres maladies. À la suite de cet événement, le gouvernement envisage une politique de contrôle des naissances qu'il a mis en place progressivement surtout après la fin de la révolution culturelle.

L'application des mesures de contrôle de la natalité varie dans le temps. Dans les périodes de contrôle draconien des naissances, des punitions sévères et des stérilisations forcées sont imposées aux contrevenants (Strittmaier, 2003). Dans les périodes moins strictes, seules des contraventions sont infligées aux familles ayant trop d'enfants.

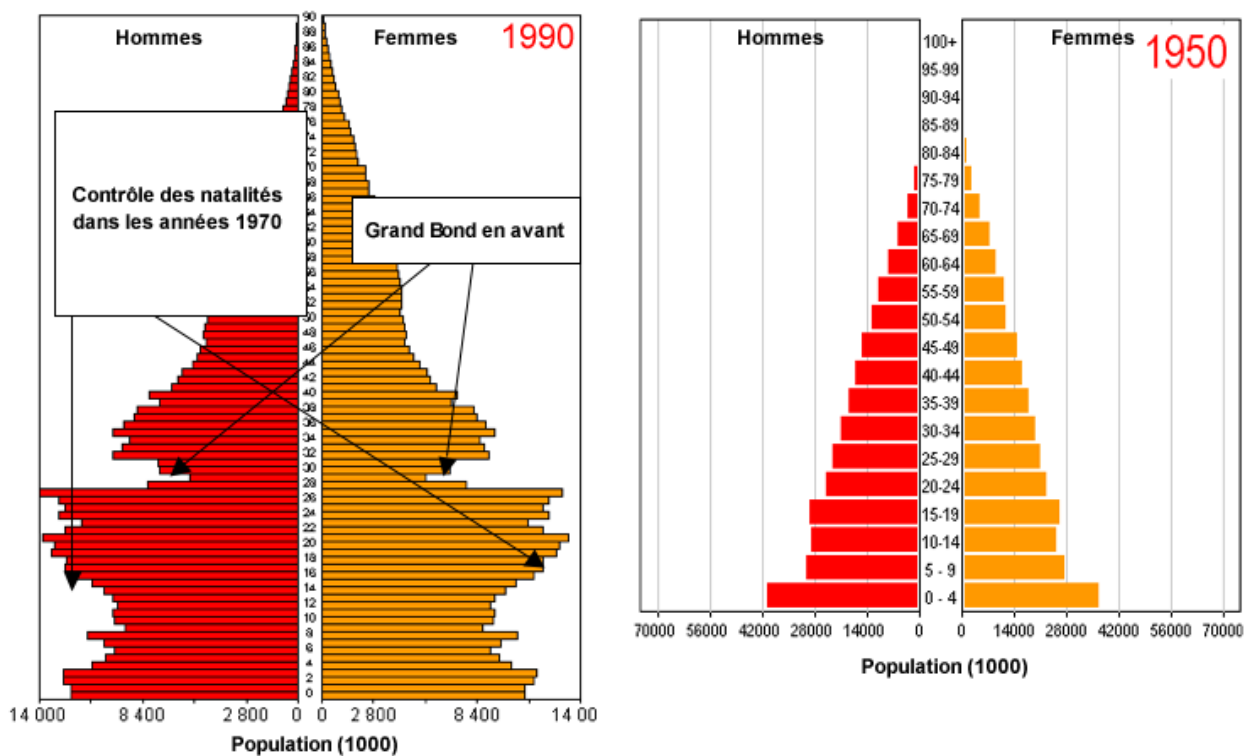
En milieu rural, l'application de la politique de contrôle des naissances est plus difficile (Strittmaier, 2003). D'une part, les enfants étant indispensables au fonctionnement du milieu rural, celui-ci est

souvent exempté des mesures de restriction des naissances. D'autre part, le recensement de la population étant très défaillant dans les campagnes, il ne permet pas d'avoir de suivi ou de contrôle efficace des naissances. Dans les faits, seulement 20 % des enfants sont des enfants uniques, témoins du bilan mitigé de la politique de contrôle des naissances. Durant la révolution culturelle, de vastes campagnes de relocalisation de la population ont freiné l'urbanisation de la Chine. Depuis, l'urbanisation a repris de plus belle, surtout au profit des villes des zones côtières du sud.

La politique de contrôle des naissances a deux conséquences importantes sur la structure démographique de la Chine.

La première conséquence est le vieillissement de la population, comme l'illustre la comparaison des structures de la population de 1970 et celles de 2000 (figure 3).

Figure 3



LA STRUCTURE DE LA POPULATION DE LA CHINE.

La pyramide de la population de la Chine s'est dramatiquement modifiée depuis les années 1950. On peut observer l'impact du Grand Bond en avant, visible comme un bref, mais profond déclin des naissances dans les années 1958-1961 (donc la tranche âgée de 30 ans en 1990). On observe également un vieillissement important de la population, attribuable à la réduction du taux de fertilité depuis les années 1970 (donc la population âgée de 20 ans et moins en 1990).

Source : International Institute for Applied Systems Analysis (2008).

La seconde est le déficit de filles, puisque les avortements de fœtus féminins sont plus fréquents que ceux de fœtus masculins, car dans les différentes couches sociales et dans la plupart des régions, les filles sont considérées comme un fardeau financier et les garçons, au contraire, comme une garantie d'avenir. Le rapport femmes/hommes devient de plus en plus inégal (figure 4). Pour l'ensemble de la Chine, il est de 1,1 et peut atteindre 1,2 dans certaines régions (Erling, 2000). Il s'agit surtout de régions rurales éloignées et de régions dans lesquelles la politique de l'enfant unique a été particulièrement forcée. Dans certaines régions rurales, une exception à la politique de l'enfant unique est accordée quand le premier enfant est une fille.

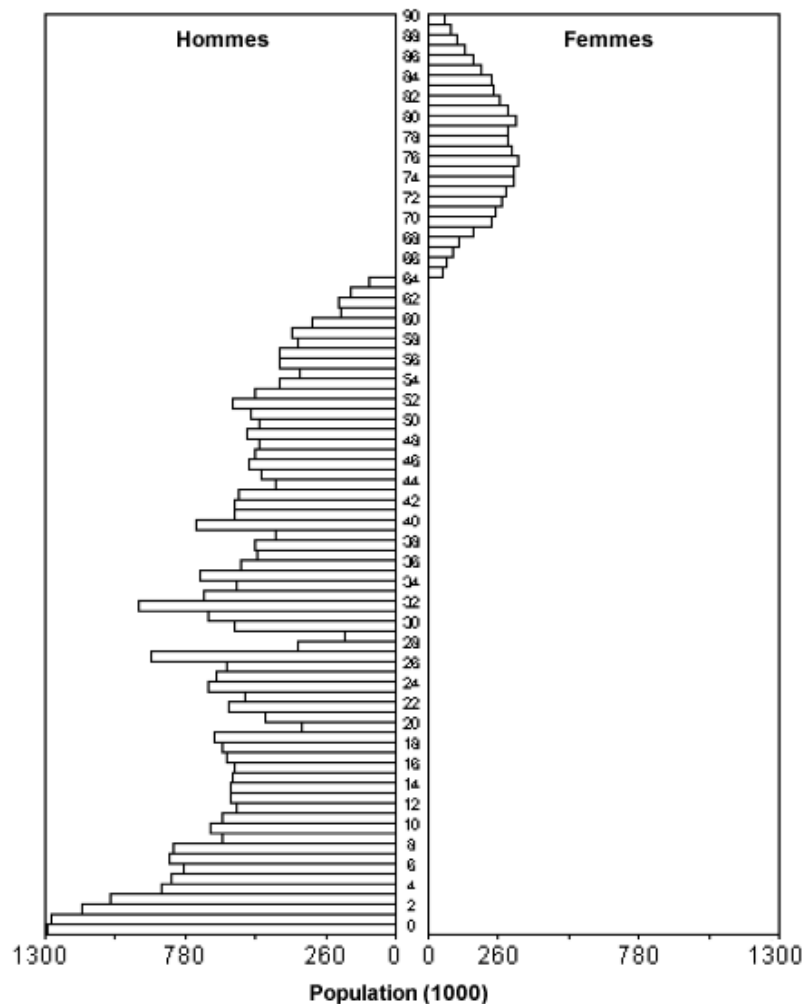


Figure 4

LE RAPPORT DES SEXES EN CHINE EN 1990.

Au fil du temps, le rapport des sexes s'est de plus en plus déplacé vers la population masculine. Le chiffre de 1300 pour la population âgée de 0 an signifie un excédent de presque un tiers de naissances de garçons par rapport aux naissances de filles. L'excédent de femmes pour les âges au-dessus de 65 ans est plutôt dû à la plus grande espérance de vie des femmes comparativement à celle des hommes.

Source : International Institute for Applied System Analysis (2008).

Le développement économique et social de la Chine intervient donc dans un contexte d'une population déjà très dense, encore en croissance. L'utilisation du territoire, des ressources naturelles et des ressources agricoles est intensive et ne laisse que peu d'espace libre. Les pressions environnementales accrues résultant de la croissance économique et de l'industrialisation seront donc difficiles à absorber. L'utilisation croissante des territoires à des fins autres qu'agricoles, conjuguée à une perte de productivité de l'agriculture à la suite de la désertification et de la pollution, laisse planer le risque d'un déficit alimentaire, forçant la Chine à importer des denrées alimentaires.

2. La naissance et le développement de la Chine

Selon les anciennes légendes, l'histoire de la Chine commence avec Pangu qui sépara la Terre des cieux, lui donna forme et prépara ainsi la venue des « trois Augustes et des cinq Empeurs », dieux et rois légendaires qui auraient régné en Chine avant la dynastie Xia, il y a plus de 4000 ans (Wikipédia, 2008a). Ce qui est historiquement plus vérifiable est la lente construction de la Chine qui débute autour de 200 ans avant notre ère et culmine dans la première unification de la Chine en 221 avant notre ère, sous le premier empereur Qin, également célèbre pour son « armée enterrée » de milliers de soldats de terracotta, destinée à garder son mausolée (Hilgemann et Kinder, 2007; Poon, 2007, Wikipédia, 2008b). De nombreuses dynasties se sont succédé au cours des 2000 ans qui suivirent, entrecoupées d'invasions, en particulier celle des tribus mongoles de Djengis Khan (1165-1227) et de Kubilaï Khan (1215-1294), ce dernier établissant la première dynastie étrangère en Chine.

De tout temps, la Chine a été un pays ouvert sur le commerce et les échanges. Sous la dynastie Han (206 av. J.-C. – 220 apr. J.-C.), la célèbre route de la soie a permis des échanges avec le Caucase, le Moyen-Orient et le bassin méditerranéen. Sous la dynastie des Tang (618-907), les échanges fréquents avec l'Inde ont mené entre autres à l'introduction du bouddhisme en Chine. Au XII^e et au XIII^e siècle, l'incorporation de la Chine au vaste empire mongol qui s'étendait jusqu'à l'Europe a mené à des échanges culturels et commerciaux entre toutes ces contrées. C'est à cette époque qu'eurent lieu les fameux voyages de Marco Polo.

Dès le XVIII^e siècle, les Européens (Portugais, Néerlandais, Anglais, Français, Allemands) ont redécouvert la Chine. Ils profitèrent d'une faiblesse grandissante du pouvoir central pour fonder un nombre de plus en plus important de colonies et pour imposer leur volonté à la Chine, malgré des oppositions et des révoltes. Ce n'est qu'en 1911 que Sun Yat Sen, le leader du Kuomintang, redonne sa liberté à la Chine à la suite d'une longue lutte qui entraîna l'abdication, le 12 février 1912, du dernier empereur, Puyi, alors âgé de cinq ans.

L'époque de la Chine républicaine connut deux guerres mondiales, des affrontements avec le Japon et l'Allemagne, une alliance ambiguë avec la Russie, la montée du mouvement communiste, la Longue Marche de 1934 à 1935 des armées communistes de Mao Zedong qui prit finalement le pouvoir le 1^{er} octobre 1949 et déclara la création de la République populaire de Chine (Shinn et Worden, 1994).

L'histoire de la République populaire de Chine se caractérise par une fermeture hermétique aux influences étrangères, même à celles venant des autres pays communistes, et par de grands programmes de réformes radicales, en particulier le Grand Bond en avant de 1958 à 1959 et la révolution culturelle de 1966 à 1976. L'ouverture de la Chine vers le monde et le commerce extérieur ne s'est opérée qu'à partir de 1979 avec la politique de réforme et d'ouverture de Deng Xiaoping. D'abord lente, cette ouverture s'est accélérée depuis le milieu des années 1990 avec la volonté du Parti communiste chinois de solliciter la croissance économique et les investissements étrangers. Dès lors s'est amorcée une croissance économique effrénée du pays, synonyme de transition politique, culturelle et de mœurs, d'urbanisation, d'industrialisation, d'enrichissement, mais aussi de pollution et d'une augmentation exponentielle des émissions de gaz à effet de serre.

Le pouvoir politique demeure entre les mains du Parti communiste, hégémoniste et peu enclin à une démocratisation du pays. Économiquement, le pays opère cependant une transition radicale d'une économie planifiée vers une économie de marché capitaliste, ouverte à l'investissement étranger et fondée presque exclusivement sur l'exportation et la production manufacturière.

3. La croissance économique récente

La croissance économique de la Chine depuis l'ouverture politique dans les années 1980 et surtout depuis le début de la politique de croissance économique du milieu des années 1990 est spectaculaire, comme en témoigne l'ascension vertigineuse du PIB (figure 5).

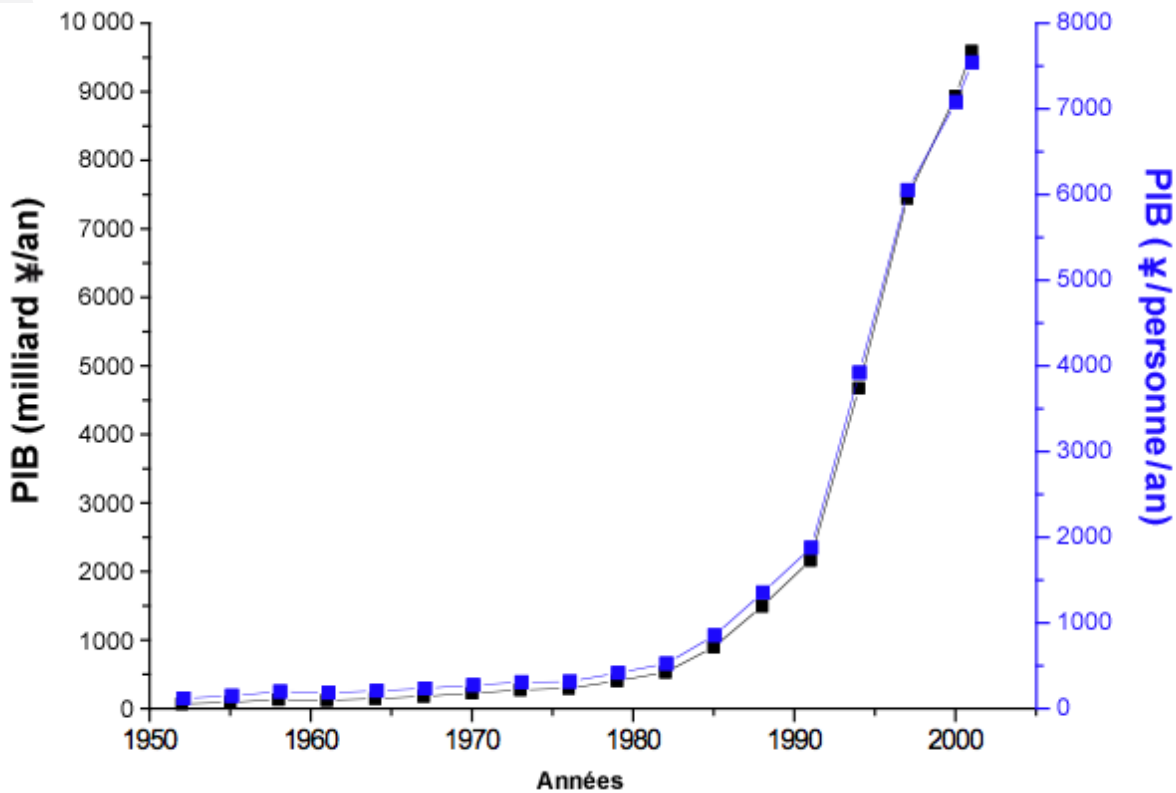


Figure 5

L'ASCENSION RAPIDE DU PIB EN CHINE DEPUIS LES ANNÉES 1950.

Malgré l'augmentation concurrente de la population, le PIB par personne croît à un rythme tout aussi rapide que le PIB. La pauvreté a diminué de façon spectaculaire en Chine avec l'éclosion de l'économie depuis les années 1980.

Source : Données de www.china.org.

Cette nouvelle économie chinoise est fondée en grande partie sur la production de biens d'exportation. Cette orientation se reflète dans l'évolution des exportations, dont le volume se multiplie à un rythme croissant depuis les années 1980 : 2000 millions en 1980, 4000 millions en 1990, 9000 millions en 2000, 27 000 millions en 2005 (Bundesbank, 2007). Les grandes chaînes de commerce européennes et américaines maximisent leurs profits en produisant en Chine des produits à un prix bien inférieur au prix de vente dans les pays développés, à l'exemple de trois des quatre plus grands distributeurs au monde. Ainsi, l'entreprise française Groupe Carrefour a acheté pour 7,86 milliards de dollars de biens en Chine en 2006, la chaîne allemande Metro AG pour 1,9 milliard de dollars (China consultants, 2007). Walmart, le plus grand détaillant mondial, a carrément transféré son bureau d'approvisionnement mondial en Chine et a acheté pour 18 milliards de dollars de produits en 2005 (AFL-CIO, 2005). De plus en plus, l'économie chinoise évolue vers des produits de consommation de haut niveau, comme l'équipement audiovisuel et les voitures, et développe son marché intérieur.

Cette orientation vers l'industrie et la production manufacturière a provoqué une transformation du marché du travail. Depuis 1984, l'importance de l'agriculture dans le PIB national a diminué de 32 % à 15 % (World Bank, 2005). Cette évolution est comparable à celle qui s'est opérée dans les pays industrialisés, en particulier en Europe à la suite de la création de l'Union économique européenne. Elle a entraîné une diminution relative de l'importance de l'agriculture, même si, en termes absolus, la productivité de ce secteur continue à augmenter, mais à un rythme moindre que celui d'autres secteurs de l'économie.

En parallèle, la nature du marché chinois a été profondément bouleversée et les entreprises collectives étatiques ont été remplacées par d'autres types d'entreprises, dont des entreprises privées, inexistantes auparavant. Alors que les entreprises d'État représentaient 78 % de la production de PIB en 1978, elles n'en représentaient plus que 28 % en 1998 (Seitz, 2000). Une des conséquences de l'émergence du secteur privé dans ce marché en expansion rapide a été l'apparition de grandes fortunes personnelles. En 2006, la Chine comptait 15 milliardaires par rapport à seulement 3 en 2004 (McLeod, 2006).

Les investissements étrangers sont le principal moteur de la croissance de la Chine (figure 6). Ils sont passés de quasi inexistantes à 150 milliards de dollars en l'espace de quinze ans.



Figure 6

LES INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS EN CHINE.

Négligeables avant 1990, ils ont grimpé à plus de 150 milliards de dollars après cette date. Le gouvernement chinois essaye de canaliser et d'endiguer ce flot d'investissements, afin d'éviter une croissance incontrôlée et une dérive inflationniste.

Source : US-China Business Council (2005).

Ces investissements proviennent principalement des voisins asiatiques (Hong Kong, Corée du Sud, Japon, Taïwan) et des grands pays occidentaux (États-Unis, Allemagne) (tableau 1). Une grande partie des investissements de compagnies provient de paradis fiscaux comme Hong Kong, les îles Vierges, les îles Cayman ou les Samoa occidentales. En effet, il est estimé que 20 % des investissements internationaux directs de compagnies des États-Unis et 30 % des profits transitent par des paradis fiscaux à travers des compagnies *offshore* (Hines et Rice, 1994). Durant les dernières années, le Parti communiste chinois a tenté d'endiguer un tant soit peu le flux de capitaux étrangers de peur de perdre le contrôle de l'économie et par crainte de tendances inflationnistes à la suite d'une augmentation trop rapide de la masse monétaire.

Tableau 1

L'ORIGINE DES INVESTISSEMENTS ÉTRANGERS EN CHINE

Pays d'origine	Investissement (US\$)
Hong Kong	19,00 milliards
Îles Vierges Britanniques	6,73 milliards
Corée du Sud	6,25 milliards
Japon	5,45 milliards
États-Unis	3,94 milliards
Taïwan	3,18 milliards
Îles Cayman	2,04 milliards
Singapour	2,01 milliards
Samoa	1,13 milliard
Allemagne	1,06 milliard

Source : US – China Business Council (2005).

Cette richesse n'est cependant pas répartie équitablement, ni sur le plan social, ni sur le plan géographique. Le PIB moyen des régions côtières du centre et du sud de la Chine est jusqu'à cinq fois supérieur à celui de provinces intérieures comme le Tibet, Gansu ou Guizhou (figure 7).

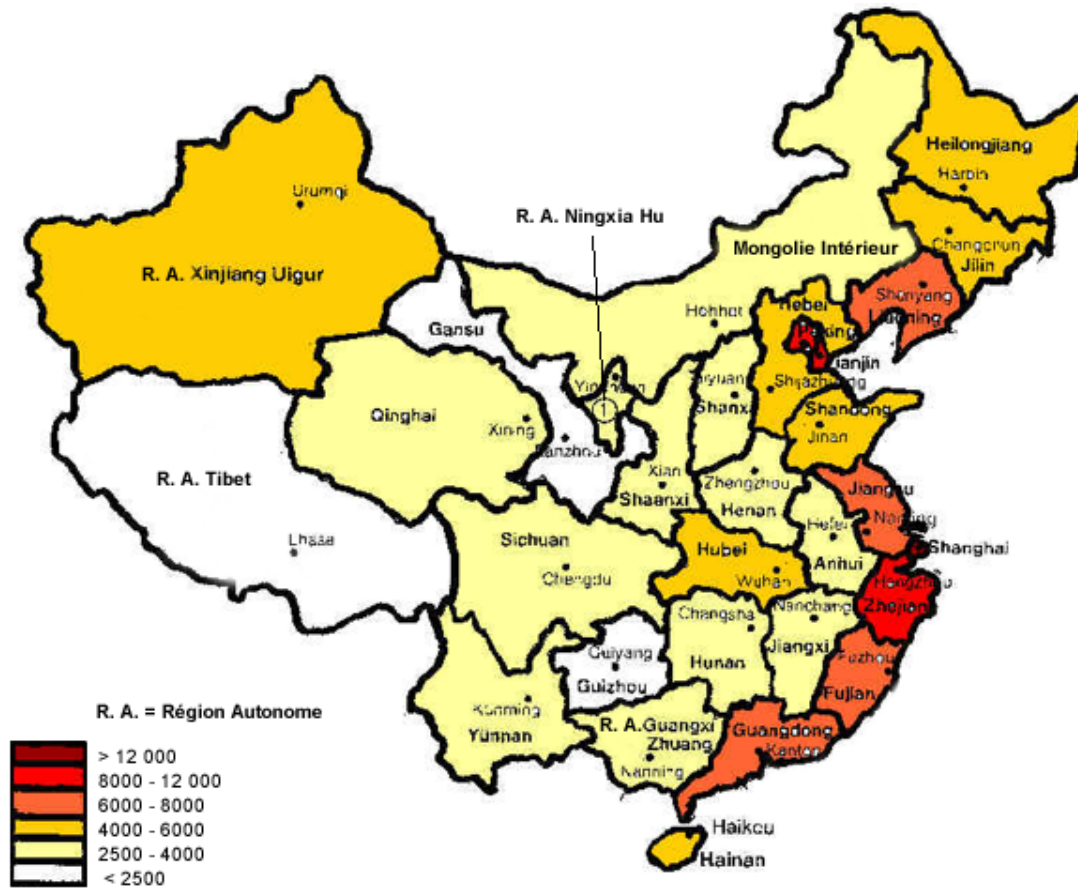


Figure 7

LE PIB MOYEN (EN YUAN) DANS LES PROVINCES DE LA CHINE EN 1995.

Source : Hein (2007).

Malgré la répartition inégale, la croissance économique a également profité aux plus pauvres, dont le nombre est passé de 200 millions en 1981 à 70 millions en 1995 (Han, 1998). La condition des paysans reste souvent précaire et leur revenu s’est amélioré sensiblement moins vite que celui des citadins. Cependant, en considérant qu’en 1980, 90 % des paysans étaient sous le seuil de la pauvreté, avec un revenu annuel de moins de 500 yuans, et que ce chiffre est tombé à moins de 10 % en 1996, les répercussions positives du boom économique sur toutes les classes de la population deviennent évidentes (Han, 1998). Le fossé grandissant entre les milieux ruraux et urbains provoque cependant un exode rural vers les villes. La part de la population rurale a diminué de 81 % à 71 % entre le début des années 1980 au milieu des années 1990 (Han, 1998). De plus, les paysans sont de plus en plus portés à abandonner les terres agricoles à des promoteurs, à l’industrie et au commerce, ces activités étant bien plus lucratives. À long terme, cette perte annuelle de 0,5 % des terres agricoles suscite des questions sur l’approvisionnement alimentaire de la population toujours grandissante. Globalement,

l'inégalité de la répartition de la richesse s'est constamment accrue en Chine depuis les années 1980 (figure 8). Elle est maintenant supérieure à celle de l'Europe, alors qu'elle était inférieure en 1980, et dépasse même celle des États-Unis (figure 8). L'inégalité des revenus est plus prononcée que dans la plupart des grands pays asiatiques.

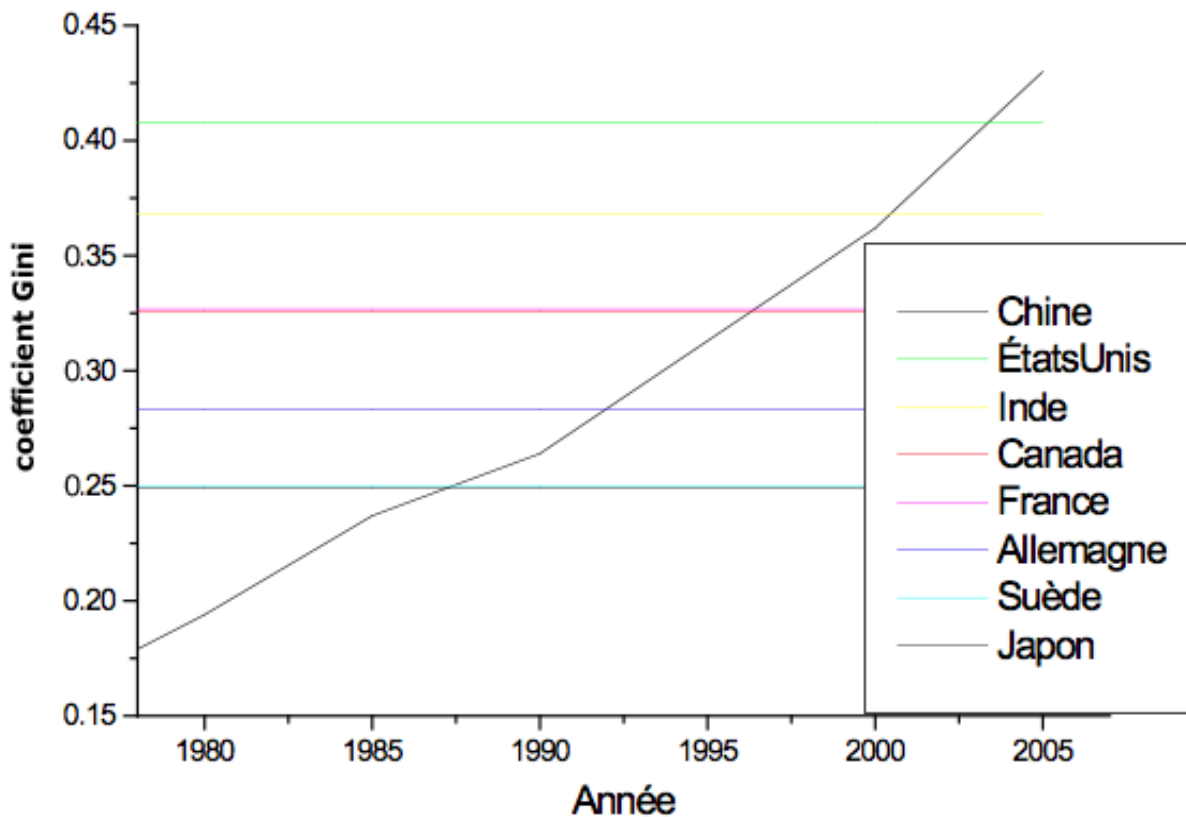


Figure 8

L'ÉVOLUTION DU COEFFICIENT DE GINI DE LA CHINE DE 1978 À 2005 ET LES COEFFICIENTS DE GINI DE CERTAINS PAYS EN 2007.

Le coefficient de Gini mesure l'inégalité des revenus dans un pays. Plus il est élevé, plus les inégalités sont prononcées.

Source : Données pour la Chine de National Bureau of Statistics of China (2008), pour les autres pays de World Bank (2007x).

4. Les problèmes environnementaux de la Chine

La Chine connaît de nombreux problèmes environnementaux tels que la détérioration de la qualité de l'air, la pollution des fleuves et des terres, la désertification, la diminution des ressources en eau et l'impact des inondations et d'autres événements climatiques extrêmes tels que

le déboisement, la diminution des espaces naturels et de la biodiversité. Les coûts humains, sociaux et économiques de cette dégradation environnementale sont faramineux, à un point tel que le gouvernement chinois hésite à les rendre publics de peur de provoquer une instabilité sociale (McGregor, 2007). En effet, la Banque mondiale s'est vue obligée de retirer le tiers de son rapport sur la pollution en Chine, omettant de nombreuses données de l'étude épidémiologique (McGregor, 2007). La publication d'un rapport d'études environnementales sur le coût du développement économique a, quant à elle, été reportée indéfiniment (IRC, 2007).

Les craintes du gouvernement ne sont pas sans fondement. Il existe en effet des précédents en matière de conflits environnementaux qui ont provoqué des affrontements violents, comme le conflit entre la population d'un village de la province de Zhejiang et une usine chimique accusée de polluer l'eau, les sols et l'air causant ainsi des cancers, des maladies respiratoires, des fœtus mort-nés et rendant les champs incultivables. La bataille entre les 20 000 villageois et les 3000 forces de l'ordre fit plusieurs blessés graves et des dégâts importants, dont la destruction de plusieurs dizaines de voitures de police (Phoenix Weekly, 2005; China Daily, 2005a).

Les conclusions de l'étude de la Banque mondiale sont en effet inquiétantes. Selon cette l'étude, 750 000 décès prématurés par an sont attribuables à la pollution atmosphérique et à la pollution de l'eau. Une grande partie de ces décès prématurés ont eu lieu dans le nord-ouest du pays, où se trouvent la plupart des mines de charbon (Mc Gregor, 2007). Les coûts de cette pollution atmosphérique et de cette pollution de l'eau pour l'économie chinoise seraient de 100 milliards de dollars par an (IRC, 2007).

Devant cet état de fait, le gouvernement chinois ne baisse pas les bras. Il entreprend au contraire des campagnes de grande envergure afin d'enrayer la détérioration de l'environnement du pays. Dans certains dossiers, comme celui de la déforestation et de la qualité de l'air urbain, un certain succès de ces mesures peut être constaté. Dans d'autres, comme la pollution atmosphérique et les émissions de CO₂, les efforts de l'État n'arrivent pas à suivre la cadence de la croissance rapide de l'économie, de la demande énergétique et du standard de vie.

4.1 La qualité de l'air

En octobre 2005, le spectacle de voltige de la Patrouille de France, prévu à Beijing, a dû être annulé parce que la visibilité était inférieure à 1,5 km (Likun, 2006). Cette anecdote résume l'état de la qualité de l'air en Chine et en particulier dans les grandes villes. La qualité de l'air en Chine s'est dégradée de manière catastrophique durant les dernières décennies. Les concentrations des principaux polluants atmosphériques – les oxydes de soufre et d'azote, les particules fines, le

monoxyde de carbone et le carbone organique volatil – ont toutes augmenté dramatiquement au cours des dernières décennies. La combustion de charbon, l'accroissement du parc automobile, la croissance de l'activité industrielle, la déforestation et la désertification contribuent tous à cet état de fait. Le nuage de pollution chinois est clairement visible dans les images satellites (figure 9) et s'étend jusque loin dans le Pacifique et parfois jusqu'en Amérique du Nord.

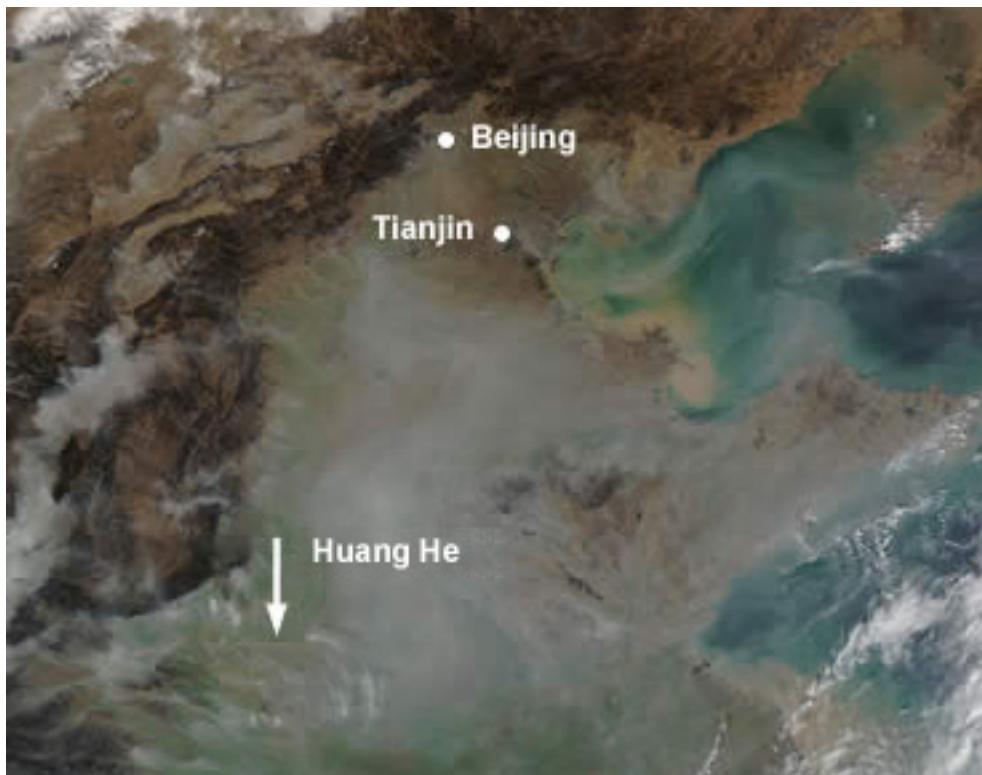


Figure 9

LE NUAGE DE POLLUTION AU-DESSUS DE LA CHINE.

Source : MODIS Rapid Response Team/NASA, dans *New Scientist*.

4.1.1 Les émissions atmosphériques

Les émissions de SO₂ de la Chine sont les plus élevées du monde. Elles ont augmenté continuellement entre 1980 et 1995 pour atteindre 23,7 millions de tonnes. Elles ont par la suite légèrement diminué et se chiffraient à 19,95 millions de tonnes en 2000. Quarante-cinq pour cent des émissions de SO₂ proviennent de la combustion de charbon. Cela explique aussi le plateau d'émissions entre 1995 et 2005, puisque la consommation de charbon a légèrement décliné durant ces années, à la suite de la rationalisation de la production et de la fermeture de milliers de petites mines et usines particulièrement vétustes

et polluantes. Depuis, la croissance de la consommation de charbon a cependant repris et si, selon les projections, cette consommation atteint 1,44 Gt d'ici 2010, les émissions de SO_2 grimperont jusqu'à 26,3 millions de tonnes par an (Yang et Schreifels, 2003). En 2004, elles avaient déjà augmenté à 22,55 millions de tonnes par an (SEPA, 2004). Actuellement, seulement 14 % des centrales thermiques sont équipées de dispositifs de désulfuration et 40 % de ceux-ci sont inopérants (Delfs, 2006). Les concentrations de SO_2 atteignent des seuils élevés, en particulier dans le nord-est du pays (figure 10), causant des pluies acides et des problèmes de santé.

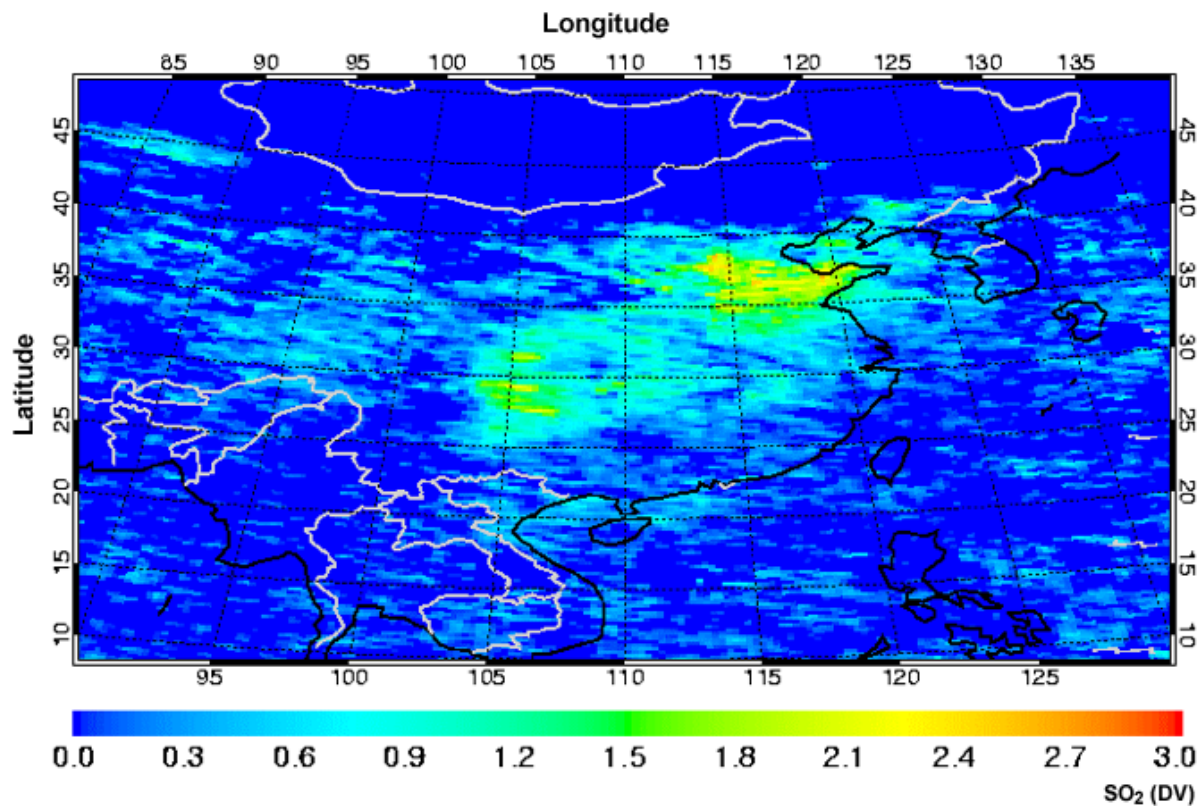


Figure 10

LES CONCENTRATIONS DE SO_2 AU-DESSUS DE LA CHINE ET DES PAYS AVOISINANTS EN FÉVRIER 2005.

Source : European Space Agency (TEMIS-ESA).

Même si les émissions de SO_2 , de particules et d'autres substances continuent globalement d'augmenter en Chine, des améliorations locales de la qualité de l'air sont atteintes grâce à des mesures telles que des restrictions sur l'utilisation de réchauds au charbon, la fermeture d'usines polluantes ou leur relocalisation dans des zones peu peuplées et l'installation de filtres dans les chambres de combustion de charbon (Larssen *et al.*, 2006).

Les émissions de NO_2 ont, elles aussi, continuellement augmenté. Elles sont passées de 8,56 millions de tonnes par an, en 1990, à 12,2 millions, en 1995, et à 13,9 millions, en 2000. En conséquence, les concentrations atmosphériques ont augmenté, à l'encontre de plusieurs pays industrialisés où elles ont diminué (figure 11). Le secteur du transport contribue de plus en plus aux émissions de NO_2 . Le temps où les Chinois se déplaçaient par millions en bicyclette sera bientôt révolu. Le taux de croissance du parc automobile est impressionnant – 44 % et 86 % en 2002 et 2003 (Noël et Meidan, 2005). Le parc automobile atteignait presque 32 millions de véhicules à la fin de 2005 (People's Daily, 2007). Cela représente toujours une minorité de la population, soit 3 % (People's Daily, 2007). Il faut donc prévoir que la demande continuera à croître et les observateurs s'attendent à ce que la Chine devienne sous peu le plus grand producteur de voitures au monde (PricewaterhouseCoopers, 2005).

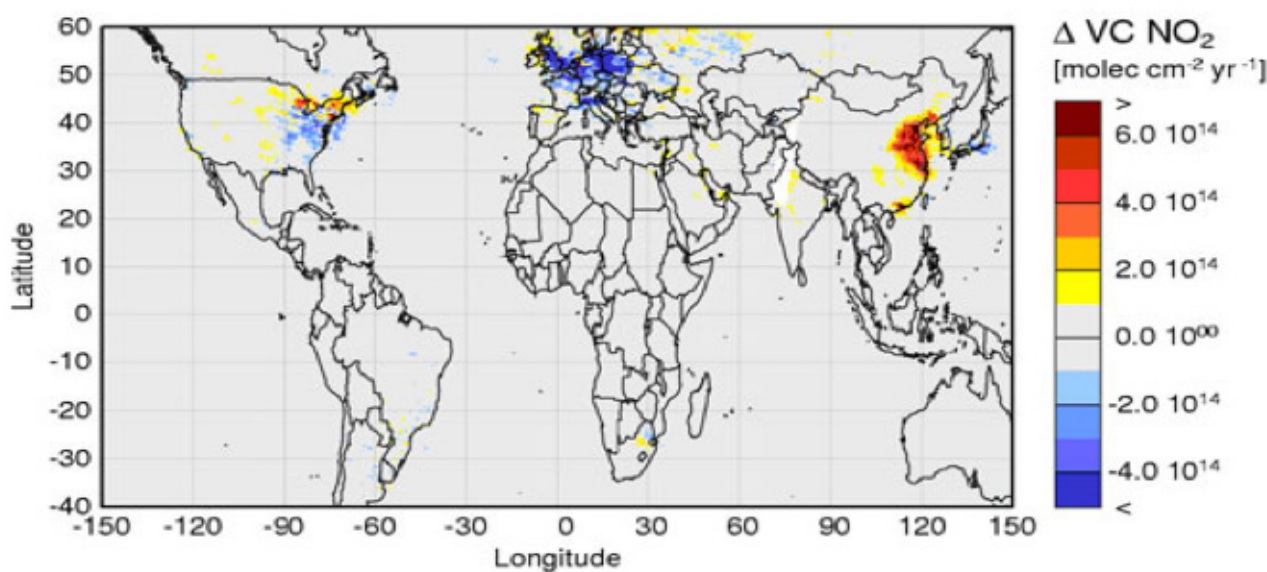


Figure 11

LES VARIATIONS ANNUELLES MOYENNES DE LA CONCENTRATION DE DIOXYDE D'AZOTE (NO_2) DANS LA TROPOSPHÈRE ENTRE 1996 ET 2004, MESURÉE PAR SPECTROMÉTRIE OPTIQUE.

L'augmentation des concentrations dans le nord-est de la Chine ressort clairement, alors qu'en Europe et dans le nord-est des États-Unis, les concentrations de NO_2 ont au contraire diminué dans le même laps de temps.

Source : Richter *et al.* (2005) dans ESA.

4.1.2 Les pluies acides

L'augmentation des concentrations atmosphériques de SO_2 et de NO_2 est responsable des pluies acides, qui touchent maintenant 30 % du territoire chinois (figure 12), et est aussi à l'origine d'épisodes de dépérissement forestier (Larssen *et al.*, 2006). Les pluies acides nuisent aux forêts, mais aussi aux cours d'eau, à l'agriculture, détériorent le patrimoine bâti et occasionnent ainsi des dommages importants à la société ainsi qu'aux écosystèmes.



Figure 12

CARTE DES PLUIES ACIDES AU-DESSUS DE LA CHINE COMPILÉE À PARTIR DE 86 STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE.

Source : Larssen *et al.* (2006).

4.1.3 Les effets sur la santé et l'économie

La pollution de l'air provoque des maladies respiratoires et cardiovasculaires. Il est estimé que 600 000 à 700 000 personnes par an meurent prématurément à cause de la pollution de l'air en Chine et que 25 % des décès en milieu rural sont dus aux maladies respiratoires (Vidal, 2007; Budin et Jouve, 2005). D'ici quinze ans, l'incidence de maladies respiratoires pourrait s'élever à 20 millions par an (Vidal, 2007). La pollution de l'air est ainsi considérée comme une des principales causes de mortalité en Chine (Watts, 2005).

La pollution atmosphérique se traduit aussi en un coût social élevé. Les coûts des pluies acides se chiffrent à 110 milliards de yuans ou 13 milliards de dollars par an (AFP, 2003). Les coûts totaux de la pollution atmosphérique pour la Chine sont difficiles à évaluer puisqu'ils touchent un vaste éventail de secteurs et sont souvent difficiles à quantifier. Certaines sources les placent à 2 % ou à 3 % (AFP, 2003), d'autres à 8 % ou à 12 % du PNB (World Bank, 2007). Le plus récent rapport de la Banque mondiale adopte une fourchette de 3 à 7 % du PNB, soit 11 à 32 milliards de dollars par an (Vidal, 2007; Larssen *et al.*, 2006)

4.1.4 La qualité de l'air en milieu urbain

Dans son rapport de 2004 sur l'état de l'environnement en Chine, l'Administration d'État pour la protection de l'environnement (State Environmental Protection Administration ou SEPA) de la Chine dévoile que seulement 132, soit 38,6 % des 342 villes, dans lesquelles la qualité de l'air est mesurée, atteignent une qualité de l'air jugée acceptable (SEPA, 2005). Dans 61,4 % des villes, la qualité de l'air ne respectait pas les normes, dans 20 % elle était jugée de très mauvaise qualité (SEPA, 2005). En ce qui a trait à la population, 33,1 % des habitants jouissaient d'un air de qualité acceptable tandis que 66,9 % des habitants subissaient une qualité de l'air en dessous des normes acceptables (SEPA, 2005).

La Banque mondiale, quant à elle, recense 20 des 30 villes les plus polluées au monde en Chine (World Bank, 2009).

En milieu urbain, les particules fines contribuent souvent à la mauvaise qualité de l'air. Elles sont liées à des problèmes respiratoires ainsi qu'aux pluies acides. Le niveau de particules fines observé dans beaucoup de villes chinoises dépasse celui observé n'importe où dans le monde (World Bank, 2007). La pollution particulaire est concentrée dans le nord de la Chine (figure 13).

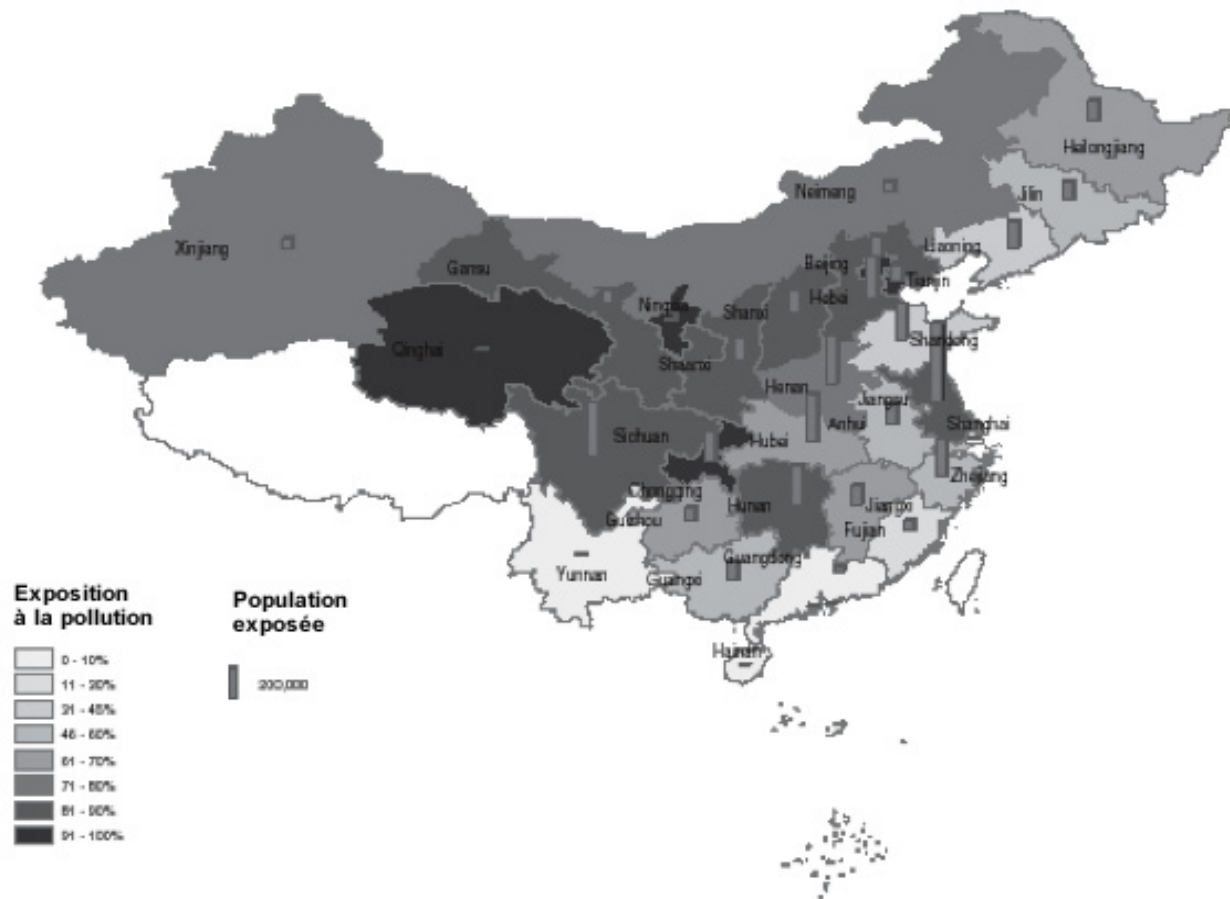


Figure 13

LA POPULATION URBAINE EXPOSÉE À UNE CONCENTRATION ÉLEVÉE DE PARTICULES FINES DE MOINS DE 10 μM (PM₁₀).

Source : World Bank (2007).

4.1.5 La situation de Beijing

Dans l'optique de la tenue des 29^e Jeux olympiques à Beijing en 2008, les autorités ont entrepris des efforts considérables pour améliorer la qualité de l'air dans la métropole. La qualité de l'air était en effet à ce point inquiétante que le Comité olympique avait considéré déplacer des épreuves d'endurance particulièrement exigeantes comme le cyclisme (UNEP, 2007), lesquelles, aux derniers Jeux olympiques d'Athènes, avaient été perturbées par la chaleur et par l'air difficilement respirable (Leeb, 2004). Les athlètes sont particulièrement vulnérables à un air pollué. Un cycliste, par exemple, peut ventiler 150 litres d'air par minute, dix fois plus qu'une personne normale (Lovgren, 2004).

À Beijing, en 1998, la qualité de l'air dépassait le seuil de mauvaise qualité de l'air 300 jours par an (Likun, 2006). La concentration de SO₂ était en moyenne annuelle de 120 µg/m³, soit le double de la norme nationale (60 µg/l) et le triple de la norme de l'OMS (20 µg/l) (ME, 2003). La concentration de particules fines en suspension (PM₁₀) peut atteindre plus de 378 µg/m³, bien au-dessus de la norme nationale de 200 µg/m³, de celle de l'OMS de 90 µg/m³ ou de celle de l'Union européenne de 50 µg/m³ (Magdeleine, 2006; UNEP, 2007).

Depuis plusieurs années, les paramètres de la qualité de l'air se sont cependant sensiblement améliorés. Le nombre de jours où l'air atteint le niveau de qualité acceptable selon la norme nationale est graduellement passé de seulement 100 jours par an, en 1998, à 241 jours par an, en 2006 (UNEP, 2007). Les concentrations de SO₂ ont diminué de 71 à 53 µg/m³, celles de NO₂ de 71 à 66 µg/m³ et celles de CO de 2,7 à 2,1 µg/m³. Seules les concentrations de PM₁₀ sont restées constantes entre 140 et 166 µg/m³ (UNEP, 2007).

Une grande partie de la pollution de l'air en Chine résulte de l'utilisation du charbon. Celui-ci est responsable de 90 % des émissions de SO₂ et de 80 % des particules en suspension à Beijing (ME, 2003). Pour réduire la pollution de l'air due au charbon, le Bureau pour la protection de l'environnement de Beijing a adopté deux stratégies : le recours à des sources d'énergie propre pour les petites centrales, et la rénovation technique complète pour les grandes centrales (UNEP, 2007). Ainsi, au fil du temps, 15 200 des 16 300 chaudières à charbon de Beijing ont été remplacées par des dispositifs au gaz naturel, au GPL, à l'énergie solaire ou géothermique. Le Bureau pour la protection de l'environnement de Beijing comptait remplacer les 1105 chaudières restantes avant les Jeux olympiques de Beijing (UNEP, 2007). Les concentrations de PM₁₀ ont moins diminué à cause de l'augmentation des tempêtes de sable et de l'activité dans le secteur de la construction.

En ce qui concerne les entreprises, la fermeture de l'usine de production de houille de Beijing a pu réduire, à elle seule, la consommation de charbon de la ville de 3 millions de tonnes et les émissions de SO₂ et de suie de 7500 et de 7300 tonnes respectivement. La centrale thermique de Huaneng a installé un système de désulfuration et installera également un système d'élimination de NO₂ (UNEP, 2007).

Le plus grand consommateur de charbon est l'usine sidérurgique de Shougang en banlieue de Beijing, une des plus grandes aciéries de Chine, qui consomme à elle seule 1/7 du charbon de la ville, soit plus de 4 millions de tonnes par an (Budin et Jouve, 2005; ME, 2003). Les

autorités exigent la destruction de ses plus vieux fourneaux, mais cela représente une réduction de la capacité de production de 25 %. Cela aurait sans aucun doute des impacts sur les 120 000 employés de l'usine, sans compter le chiffre d'affaires de 36 milliards de yuans, soit plus de 500 millions de dollars par an (ME, 2003; Likun, 2006). Au lieu de fermer cette usine, certaines des unités de production pourraient être déplacées, ce qui permettrait de réduire de 18 000 tonnes par jour les émissions de particules à Beijing (UNEP, 2007).

Abandonné en Europe et en Amérique du Nord depuis la période d'après-guerre, le charbon reste une des principales sources d'énergie pour le chauffage résidentiel en Chine. Le chauffage des domiciles compte pour 30 % de l'utilisation de charbon de Beijing (ME, 2003). Pendant les mois d'hiver, son utilisation fait quintupler les émissions de SO₂ et augmenter de 50 % les concentrations de particules en suspension (ME, 2003).

4.2 La pollution de l'eau et l'eutrophisation

Hormis les problèmes de qualité de l'air, la pollution de l'eau inquiète particulièrement les autorités chinoises ainsi que certaines parties de la population, surtout depuis la sortie de la monographie de Ma Jun, *China's water crisis*, en 1999 (Jun, 2004). Selon un rapport de l'OCDE, commandité par la Chine, un tiers de la longueur totale des rivières et des fleuves, les trois quarts des lacs et le quart des eaux côtières sont considérés comme hautement pollués (Vidal, 2007). Les impacts sur la santé publique sont alarmants. Trois cents millions de personnes consomment une eau contaminée; 190 millions de personnes par an souffrent de maladies hydriques. En particulier, 30 000 enfants par an meurent de diarrhées (Vidal, 2007).

Les causes de cette pollution généralisée de l'eau sont à chercher dans le développement industriel, agricole et urbain, qui rejette des phosphates, des nitrates, des métaux lourds et des polluants organiques dans les cours d'eau.

Les phosphates et les nitrates, issus des eaux usées insuffisamment traitées et de l'agriculture qui a de plus en plus massivement recours aux fertilisants, causent une eutrophisation des cours d'eau et l'apparition de cyanobactéries (algues bleu-vert), qui mettent en péril les écosystèmes aquatiques ainsi que le potentiel d'utilisation humaine de l'eau. En mai 2007, la prolifération de cyanobactéries dans le lac Taihu, la troisième plus importante source d'eau douce de la Chine, a forcé cinq millions d'habitants à utiliser de l'eau embouteillée pour boire, cuisiner et se laver. D'autres grands lacs ont été également affectés, par exemple le lac Dianchi dans le sud-ouest de la Chine ou le réservoir Xinlicheng, source d'eau potable pour les trois millions d'habitants de Changchun dans le nord de la Chine (Watts, 2007).

L'absence d'infrastructures est en partie à l'origine de cette eutrophisation, puisque 17 000 villes sont dépourvues de système de traitement des eaux usées. Le volume d'eaux usées a, quant à lui, doublé entre 1990 et 1999, atteignant 78 milliards de tonnes (Wu *et al.*, 1999). De plus, 70 % de la population rurale n'a pas accès à de l'eau traitée, ce qui la rend vulnérable à une dégradation de la qualité de l'eau de surface (Vidal, 2007). En conséquence, l'eau potable dépasse les seuils permisibles de concentrations d'excréments jusqu'à 86 % en milieu rural et 28 % en milieu urbain (Wu *et al.*, 1999). Cependant, comme en Europe ou en Amérique du Nord, l'agriculture est la majeure source de nitrates et de phosphates en Chine, le plus grand utilisateur de fertilisants artificiels au monde. Elle en consomme 41,2 millions de tonnes, le double des États-Unis, pour une superficie de pays presque identique (données de 2004 dans Brown, 2005).

La pollution de l'eau ne se résume pas aux nitrates et aux phosphates. De nombreux polluants rejetés par les effluents d'usines affectent la qualité de l'eau. Les autorités chinoises estiment qu'un incident de déversement de polluants a lieu tous les trois jours en moyenne (Zhang, 2006). Le Yangtsé et le Huang He (fleuve Jaune) sont particulièrement menacés, puisque 14 000 des 20 000 industries pétrochimiques sont situées sur les rives de ces deux fleuves. Deux mille autres industries pétrochimiques sont situées près de sources d'approvisionnement en eau de régions densément peuplées (Zhang, 2006).

Les polluants les plus fréquents sont les substances organiques, les acides, les bases, les phénols, le cyanure, le plomb, le cadmium, le mercure et les bichromates qui excèdent tous les normes gouvernementales dans une grande partie de l'eau potable. Les concentrations de mercure sont 45 % à 700 % plus élevées que ces normes et les concentrations de plomb 3600 % à 5216 % (Wu *et al.*, 1999). L'augmentation de 100 % du nombre de cancers du foie et de l'estomac, observée depuis 1970 en Chine, est en partie attribuée au niveau de pollution de l'eau (Wu *et al.*, 1999). La Chine a le plus haut taux de mortalité par cancer du foie au monde (Wu *et al.*, 1999).

La cartographie de la pollution des eaux peut être consultée depuis 2006 sur le site internet d'une ONG chinoise, qui a regroupé toutes les sources disponibles pour construire une banque de données numériques référencée pour les années 2004, 2005 et 2006 (IPEA, 2007). La banque de données contient 2500 entreprises qui sont des sources ponctuelles de pollution aquatique ainsi que des usines de traitement de l'eau reconnues pour être inefficaces (Zhang, 2006).

Actuellement, le problème de la pollution de l'eau n'est pas maîtrisé. Au contraire, à la fin du 10^e plan quinquennal 2001-2005, qui prévoyait une réduction de 10 % de la demande biochimique d'oxygène, celle-ci avait au contraire augmenté de 2 %. L'objectif de 10 % a été reconduit dans le prochain plan quinquennal 2006-2011 (ADB, 2007). Parmi les moyens mis en œuvre figurent l'amélioration du recensement des sources de pollution, incomplet jusqu'à maintenant, la réglementation des effluents à l'aide de permis échangeables et de taxes, la centralisation et la dissémination des informations environnementales et une implication des différents acteurs industriels et sociaux (Pu, 2003).

4.3 Le climat, la désertification, les événements climatiques extrêmes, les ressources en eau et les impacts des changements climatiques

La Chine est un grand pays d'une superficie équivalant à celle des États-Unis (bien que celle des États-Unis paraisse plus grande sur la plupart des cartes en raison de la distorsion des projections cartographiques habituelles). En ce qui concerne le climat, la Chine se divise en deux zones, une zone aride ou semi-aride dans le nord et l'ouest et une zone humide dans le sud (figure 14). En conséquence, les problèmes environnementaux rencontrés en Chine varient selon les zones considérées. Dans les provinces du nord, la désertification pose de sérieux problèmes, tandis que, dans celles du sud, les pluies diluviennes et les inondations représentent une menace constante.



Figure 14

LES ZONES CLIMATIQUES EN CHINE.

Le pays est divisé en une zone aride et semi-aride au nord et à l'ouest (incluant le plateau du Tibet) et une zone humide dans le sud.

Source : CCICCD (2006).

4.3.1 La désertification

La Chine est un des pays les plus affectés par la désertification. La superficie touchée par la désertification s'élève à 2,6 à 3,3 millions de km², soit 27 % à 35% du pays (CCICCD, 2006). Soixante-dix-neuf pour cent des terres arides, semi-arides et sèches (subhumides) sont menacées (CCICCD, 2006).

La désertification s'accélère depuis les années 1950. L'analyse de photos aériennes démontre que la quantité de terres désertifiées a augmenté de 137 000 km² à la fin des années 1950 à 176 000 km² au milieu des années 1970, équivalant à un taux de désertification moyen

de 1560 km²/an sur une période de 25 ans. Entre 1975 et 1987, ce taux aurait augmenté à 2100 km²/an (Zhu et Wang, 1993). Plus récemment, ce taux a été estimé à 2 460 km²/an (CCICCD, 2006).

La désertification a des causes multiples, naturelles autant qu'anthropiques, et se manifeste sous des formes diverses. Selon le Comité national chinois pour l'implémentation de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CCICCD), les terres affectées par la désertification se répartissent selon les catégories suivantes :

- les terres affectées par l'érosion éolienne : 1 607 400 km²;
- les terres affectées par l'érosion hydrologique : 204 600 km²;
- les terres des hauts plateaux affectées par le gel et le dégel : 363 300 km²;
- les terres affectées par la salinisation : 233 200 km².

Les terres désertifiées à la suite de l'érosion éolienne occupent 19 % du territoire et représentent 70 % des terres désertifiées. Ces terres forment une ceinture de sable de 4500 km de longueur et jusqu'à 600 km de largeur, qui s'étend du bassin, à l'ouest, à la plaine de Songnen, à l'est, et qui touche 13 provinces du nord de la Chine (CCICCD, 2006). Cette partie du pays est moins peuplée que le sud de la Chine. Trente-six et demi pour cent de ce territoire est considéré comme une zone désertique, tandis que 40,5 % sont utilisés pour l'agriculture et l'élevage et 23 % sont constitués d'oasis et de zones riveraines (Zhu et Wang, 1993). La désertification affecte donc directement les agriculteurs et les éleveurs.

Un des facteurs naturels qui contribue à la désertification est la diminution des précipitations. Dans le nord et le nord-ouest de la Chine, les précipitations annuelles ont diminué d'un tiers entre la fin des années 1950 et les années 1980. En conséquence, des lacs importants ont diminué de volume. Le lac Lobnor a disparu en 1972. Le lac Kukuror a perdu un tiers de sa superficie et 100 m de profondeur. Le lac Ohlin à la source du Huang He, perd 2 cm de niveau par an (Zhu et Wang, 1993). Cependant, la diminution des précipitations est autant une cause qu'un résultat de la désertification puisque la disparition de la végétation a un impact négatif sur le bilan hydrologique. C'est un mécanisme de rétroaction classique qui mène à la création et au maintien des zones désertiques.

Les facteurs anthropiques sont également importants. L'agriculture trop intensive, les coupes à blanc, l'exploitation de mines et l'industrialisation rapide sont autant d'éléments qui contribuent à la désertification (Freund, 2006). Dans l'ouest de la Chine, les traces d'immenses coupes à blanc sont visibles dans le paysage (Gittings, 2001).

4.3.2 Les impacts de la désertification

Les conséquences de la désertification touchent environ 110 millions de personnes. Les pertes économiques directes, résultant principalement de la perte de productivité des sols, sont d'environ 6,5 milliards de dollars par an. Les coûts indirects, lorsque les dommages aux voies de transport et de communication, l'ensablement du patrimoine bâti ou la réduction de la durée de vie des infrastructures d'irrigation sont ajoutés, sont beaucoup plus élevés, de l'ordre de 2 à 3 milliards de dollars par an (Datong, 1997; Gluckman, 2000).

Les tempêtes de sable sont de plus en plus fréquentes à Beijing, située en bordure de la zone désertique du nord de la Chine, à 150 milles du désert de Gobi qui se rapproche continuellement (Brown, 2003). Elles peuvent transporter jusqu'à 300 000 tonnes de sable dans la capitale (Freund, 2006).

Dans les campagnes, la désertification contribue à la pauvreté. À moyen terme, l'avancée des déserts, les tempêtes de sable plus fréquentes, le manque d'eau chronique et le mécontentement des populations touchées pourraient mettre en péril le boom économique chinois (Freund, 2006).

4.3.3 La lutte contre la désertification

La Chine ne reste pas inactive devant cette problématique. Au contraire, la lutte contre la désertification est une priorité nationale. Elle a mis en œuvre de grands programmes de reboisement du territoire et de combat contre la désertification. Les campagnes de reboisement entreprises durant les années 1990 et 2000 se poursuivent actuellement à travers le plan d'action de foresterie dans le cadre de l'Agenda 21 en Chine. Le Bureau national de lutte contre la désertification a été créé en 1991 (CCICCD, 2000). En 1994, la Chine a adopté la Convention des Nations unies sur la désertification et a développé un plan d'action national (CCICCD, 2000).

Le projet de reboisement le plus ambitieux est celui de la « muraille verte », qui devrait s'étendre sur 4500 km à travers 13 provinces du pays. Selon le docteur W. Schulz, de la *Gesellschaft für technische Zusammenarbeit*, une agence de coopération internationale allemande, « Il s'agit du plus grand projet de reforestation du monde, affectant 40 % de la superficie terrestre de la Chine, soit 350 000 km², qui sera reboisée dans un laps de temps de seulement 80 ans. »

Au cours de cette entreprise, la Chine apprend des erreurs du passé. Encore selon Schultz :

« Au début de leurs efforts à repousser le désert, ils avaient des problèmes principalement de nature technique. Les efforts reposaient grandement sur des plantations de monoculture. Quand un problème d'infestation apparaissait, des régions entières étaient ruinées. Maintenant, ils essaient d'utiliser des espèces mixtes, mais évidemment toujours avec un penchant pour les essences à croissance rapide, notamment les peupliers et les pins. Des espèces à revenu, telles que les arbres fruitiers ou les producteurs de noix, seront également plantées, afin de garantir un revenu supplémentaire aux agriculteurs et d'améliorer l'acceptabilité sociale du projet en milieu rural. » (Freund, 2006).

Les plans gouvernementaux comprennent plusieurs axes d'intervention, dont le reboisement, la déforestation évitée, la conservation et la protection des terres à risque.

Le reboisement

Au cours des dernières décennies, 35 milliards d'arbres ont été plantés en Chine. Le couvert forestier au début des années 2000 était de 16,5 % comparativement à 12 % au début des années 1980 (Gittings, 2001). De nombreux moyens ont été employés afin d'atteindre cet objectif.

Les programmes de plantation sont généreusement financés par le gouvernement. Les initiatives privées et issues d'associations trouvent aisément des subventions. L'aide internationale, à l'instar de la *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*, depuis 1978, a également contribué au programme de reboisement (Freund, 2006). Des subventions gouvernementales spécifiques sont attribuées pour l'implantation de forêts écologiques.

En plus des terres arides en voie de désertification, les terres arables marginales sont visées par les initiatives de reboisement. Dans ce cas, des compensations pour la perte de terres cultivables peuvent être versées aux agriculteurs.

Le reboisement a été érigé en devoir national. Ainsi, selon la loi, chaque Chinois est requis de planter 3 à 5 arbres par an. À défaut de s'acquitter de cette obligation, les Chinois contribuent à une des plus de 2000 organisations non gouvernementales œuvrant à la protection de l'environnement (CCICCD, 2006).

Les moyens techniques employés varient selon les conditions géographiques. Sur le plateau du Tibet, par exemple, des semences d'arbres, d'arbustes et d'herbes ont été répandues par hélicoptère (Gittings, 2001).

Parfois, les efforts entrepris pour respecter les quotas de reboisement peuvent prendre une tournure singulière. Ainsi, la ville de Shanghai a littéralement pillé ses environs pour verdifier son territoire. Soixante-dix mille arbres, incluant des magnolias centenaires pesant dix tonnes, ont été transplantés des régions environnantes, par exemple de la province d'Anhui qui se trouve à 700 km de Shanghai (Gittings, 2001).

La conservation, la protection et la déforestation évitée

Tous les efforts de reboisement seraient en vain sans un contrôle de la déforestation et de la désertification. Afin d'enrayer la désertification des steppes et des prairies, le gouvernement a investi huit milliards de yuans dans des projets de conservation entre 2002 et 2005 (CCICCD, 2006).

La réduction de la demande de produits forestiers est un des leviers les plus efficaces contre la déforestation. Cette réduction est atteinte grâce à des mesures d'économie et de recyclage, mais aussi grâce à l'importation à grande échelle de produits forestiers.

Le recyclage a été fortement encouragé en Chine et maintenant 60 % de toute la demande de fibre pour la fabrication de papier et de carton provient de papier recyclé importé en grande partie des États-Unis et de l'Europe. Les importations de papier recyclé ont quintuplé entre 1996 et 2006, de 3,4 à 21,6 millions de tonnes (Forest Trends dans Zhao, 2007). Le recyclage et le traitement de papier recyclé sont devenus des activités très lucratives. La femme la plus riche de Chine qui est aussi l'entrepreneuse la plus riche du monde, Zhang Yin, a construit sa fortune estimée à 3,4 milliards de dollars avec du papier recyclé (BBC, 2006). Sa compagnie *Nine Dragon Papers* importe du papier usé des États-Unis et le recycle en Chine.

D'autres mesures peuvent sembler anecdotiques, mais ont une grande portée dans un pays de 1,3 milliard d'habitants. Ainsi, l'Association de la cuisine de Chine a demandé à ses membres de cesser l'utilisation de baguettes en bois jetables. Le potentiel d'une telle mesure est impressionnant, puisque la Chine utilise 45 milliards de paires de baguettes de bois chaque année, entraînant la destruction de 25 millions d'arbres (Cao, 2007). Cette mesure n'est qu'une parmi de nombreuses mesures et de restrictions imposées à l'exploitation du bois et de produits forestiers en Chine (ITTO, 2007a).

Les restrictions imposées à l'exploitation de la forêt domestique en même temps que l'augmentation de la demande de bois signifient que la Chine « exporte » sa déforestation. La demande croissante de bois ne provient plus seulement de la demande intérieure, comme c'était encore le cas au début des années 2000, mais est liée à la production manufacturière de produits dérivés du bois. En effet, la Chine est maintenant le plus important pays exportateur de meubles, de contreplaqué et de revêtements de sol (Musa, 2007). La valeur des exportations de meubles de la Chine croît à un rythme de 23 % par an depuis 2000 et a dépassé 17,4 milliards de dollars en 2006, équivalant à 19 % du total mondial. Les principaux marchés sont les États-Unis (46 %), l'Asie (25 %) et l'Europe (20 %) (ITTO, 2007a). Soixante-dix pour cent de tout le bois rond importé par la Chine est exporté à nouveau sous une forme transformée (White *et al.*, 2006). En conséquence, le volume d'importation de produits forestiers de la Chine a triplé entre 1997 et 2005, de 40 millions de m³ à 134 millions de m³ par an, soit 6,4 milliards à 16,4 milliards de dollars par an (White *et al.*, 2006).

La Chine est présentement le plus grand pays exportateur de produits forestiers transformés. Pour cette raison, elle est souvent vue comme un des acteurs principaux de la déforestation massive à l'échelle mondiale qui s'élève à 13 millions d'hectares par an, soit une superficie équivalente à celle de la Grèce ou du Nicaragua, et de l'exportation de bois souvent illégale d'Indonésie, de Nouvelle-Guinée, de l'Amazonie ou encore du continent africain (Anon, 2007; Musa, 2007). La Chine est consciente de ces reproches et agit en élaborant des directives pour l'établissement d'exploitations forestières durables à l'extérieur de son territoire par des compagnies chinoises (ITTO, 2007b; Butler, 2007).

L'amélioration des pratiques agricoles

Un autre volet de la lutte contre la désertification concerne l'amélioration des pratiques des agriculteurs. En effet, ceux-ci contribuent souvent à la désertification, en plus d'en être les premières victimes.

La première étape a été l'instauration, depuis 1981, d'un réseau d'observation et de mesure des pratiques agricoles, composé de 580 stations d'observation. Depuis 2005, une centaine de stations automatisées de mesure d'eau souterraine dans diverses zones écologiques ont été installées (CCICCD, 2006).

Ensuite, depuis 2001, le gouvernement a mis en place le programme de « 100 professionnels de science et technologie visitent les régions rurales » de manière à permettre le transfert de technologies plus adaptées et plus modernes.

Sur le plan social, le gouvernement a aussi été mis en place un programme de responsabilité collective contractuelle des pâturages. Ce programme s'inspire en apparence directement de la célèbre tragédie des biens communs décrite par Garrett Hardin (1968). Cette responsabilisation des individus doit ainsi empêcher une surexploitation des terres de pâturage, qui mène inévitablement à une diminution du couvert végétal, exposant le sol à l'érosion et finalement à la désertification. En même temps, le gouvernement assiste financièrement les éleveurs pour la construction des barrières à bétail ainsi que pour la revégétalisation des prairies particulièrement dégradées. Les éleveurs qui pratiquent le pâturage contrôlé reçoivent des subventions pour l'achat de grains, afin de garantir leur niveau de productivité et de revenus (CCICCD, 2006).

4.3.4 Le succès de la lutte contre la désertification

Les mesures de lutte contre la désertification ont un effet mesurable. Ainsi, selon les données gouvernementales, le processus d'expansion des déserts a été remplacé par un processus de contraction dans les années 1990 à 2000, à un rythme moyen de 1283 km² an⁻¹, pour un total de 7585 km² sur toute la période (CCICCD, 2006; AFP, 2005) (tableau 2). Cette réduction de superficie désertifiée se centralise principalement dans les provinces de la Mongolie intérieure, du Gansu, du Liaoning et du Ningxia dans le nord et le nord-ouest du pays (AFP, 2005).

Tableau 2

LA RÉDUCTION DE LA SUPERFICIE DE TERRES DÉGRADÉES ET DÉSERTIFIÉES EN CHINE PAR TYPE DE TERRES

Type of degradation	1990-1999	2000-2005		
	million ha	Percent of total area	million ha	Percent of total area
Wind-erosion desertification	187,31	19,51 %	183,94	19,16 %
Water-erosion desertification	26,48	2,76 %	25,93	2,70 %
Salinization	17,29	1,80 %	17,38	1,81 %
Freezing-thawing desertification	36,40	3,79 %	36,37	3,79 %

Source : CCICCD (2006).

En même temps que d'enrayer l'avancée des déserts, les programmes de reboisement ont eu pour effet corollaire de réduire la superficie de terre arable. Selon le ministère du Territoire et des Ressources, la Chine aurait perdu 8 millions d'hectares, soit 6,6 % de ses terres arables durant la décennie 1995-2005 (Liu, 2006). En 2005, il y avait 122 millions d'hectares de terres arables, soit 13 % du territoire chinois. Cela représente 0,27 hectare par personne, moins de 40 % de la moyenne mondiale. Si, dans l'est de la Chine, ce sont la construction et l'industrialisation qui ont causé la perte de 2,19 millions d'hectares de terres arables, dans l'ouest du pays, la conversion de terres arables marginales en prairies ou en forêts est le principal facteur responsable de la perte de terres arables (Liu, 2006).

4.4 Les ressources en eau

L'eau est une denrée rare dans bien des parties du territoire. La disponibilité en eau se situe entre 1700 et 2500 m³ par personne par an, ce qui place la Chine en situation de vulnérabilité hydrique au même titre que de nombreux pays du Moyen-Orient, mais dans une situation moins précaire que celle de l'Inde ou des pays du nord de l'Afrique (Colin, 2006; Cygler, 2008).

En dépit de la quantité limitée d'eau, son utilisation est en croissance constante. D'ici quarante ans, l'Académie des sciences de la Chine s'attend à une augmentation de 50 % de l'usage de l'eau, dont une grande partie est consacrée à l'usage industriel (Vidal, 2007). L'exploitation croissante des ressources en eau, jumelée avec la diminution des précipitations observée surtout dans le nord du pays, risque de mener à une pénurie d'eau en l'absence de mesures correctrices.

Des signes de surexploitation sont d'ores et déjà visibles. À Beijing, le niveau de la nappe phréatique a baissé de 59 m depuis 1965 (Brown, 2001). La rareté de l'eau est d'autant plus problématique que sa qualité a diminué de manière quasi générale, comme il a été discuté plus haut. Le manque d'eau de qualité acceptable, en quantité suffisante, a un impact sur l'industrie, l'agriculture et la population. Dans le futur, l'augmentation des températures rendra la tâche des agriculteurs plus difficile. Ainsi, une augmentation de 2 °C pourrait faire décroître la productivité des rizières non irriguées de 5 % à 12 % et une augmentation de 1 °C provoquerait une augmentation de la demande d'eau de 6 % à 10 % pour les rizières irriguées, ce qui les rendrait encore plus vulnérables à une pénurie d'eau (IPCC, 2007).

4.4.1 La privatisation et la facturation de l'eau

Une des solutions préconisées pour remédier à certains aspects de la crise de l'eau est une facturation appropriée de l'eau et une privatisation des infrastructures. Ces deux mesures auraient pour effet de réduire la consommation d'eau et d'attirer des compétences externes, ce qui aiderait à pallier le manque de stations de traitement d'eau et la vétusté des infrastructures. Dans une analyse de l'approvisionnement en eau de 408 villes chinoises, un taux de fuite de 21,5 % a été constaté (Yu et Danqing, 2006). Ce taux paraît important, mais n'est pas exceptionnel lorsqu'il est comparé à celui d'une grande ville industrialisée comme Montréal, au Canada, où il atteint 40 % (Rodrique, 2008; Lemoine, 2008).

L'eau est vue comme un bien essentiel en Chine et est en conséquence facturée à un taux très bas, se situant bien au-dessous du coût réel. Par exemple, dans le bassin versant du Tarim, en 1997, le prix moyen de l'eau de 0,006 yuan (environ 0,1 cent canadien) par m³, ne correspondait qu'au quart du coût d'approvisionnement et le dixième du coût marginal (Dobie, 2000). Là non plus, la situation de la Chine n'est pas particulière. En effet, dans beaucoup de pays, l'eau est soit gratuite, soit fournie à un prix très peu élevé. En France, le faible prix de l'eau destinée à l'agriculture a favorisé l'implantation de monocultures très avides en eau, situation socialement peu souhaitable puisque les coûts réels de l'eau sont portés par la collectivité (souvent les municipalités) créant une externalité économique en même temps qu'une problématique environnementale (Bové *et al.*, 2001).

L'implantation de grandes multinationales de l'eau est amorcée en Chine depuis une vingtaine d'années. La compagnie française Suez a signé plus de 18 accords de coentreprises (*joint-ventures*) (Suez, 2004) et construit 100 usines de traitement de l'eau (Yu et Danqing, 2006). La multinationale française Veolia et le groupe britannique Thames Water Company, par l'intermédiaire de la China Water Company, sont également présents en Chine (Frangs, 2006). Au total, le capital étranger ne représente cependant que 1 % de l'investissement total à l'échelle du pays (Yu et Danqing, 2006), mais est très présent dans de nombreuses villes. Les contrats sont extrêmement lucratifs pour ces compagnies, puisque l'État garantissait, dans un premier temps, un régime de profits garantis. Même après l'abolition de ce régime en 1997, les retours sur l'investissement se situent entre 12 % et 18 % (Yu et Danqing, 2006).

Un résultat immédiat de cette privatisation a été l'augmentation du prix de l'eau dans de nombreuses villes. Sur 35 villes analysées, le tarif moyen a augmenté de 0,14 RMB par tonne, en 1988, à 1,26 RMB par tonne, en 2003, donc une augmentation d'un facteur de

huit en 15 ans (Yu et Danqing, 2006). À Beijing, le prix de l'eau a augmenté d'un facteur de 23 entre 1989 et 2003 et coûte maintenant 2,9 RMB par tonne (Yu et Danqing, 2006). Pour le cinquième de la population au plus faible revenu, le coût de l'eau représente plus de 4 % du salaire, celui de l'électricité plus de 11 %. Il est difficile de dire si cette privatisation accompagnée d'une hausse des prix a contribué à améliorer la situation de l'eau.

4.4.2 Le transfert des eaux sud-nord

Pour pallier le manque d'eau dans les provinces du Nord, le gouvernement mise sur un détournement d'eau massif du sud vers le nord (figure 15). Un tel projet avait déjà été évoqué par Mao Tsé-Toung en 1952 et a été repris par Jiang Zemin en 1999 (Lasserre, 2005). Au cours des prochaines soixante années, il prévoit investir 60 milliards de dollars dans un système de transfert des eaux du sud vers le nord (China Daily, 2005b). Selon les plans de ce projet (Water technology.net, 2008), des eaux du Yangtsé et de plusieurs de ses tributaires seraient détournées par trois itinéraires vers les régions du nord de la Chine selon les tracés oriental, central et occidental. Une fois terminé, ce projet transportera 44,8 milliards m³ d'eau sur une distance de plus de 1000 km (Embassy of the PRC, 2002).

Le *tracé oriental* emprunte le canal de Jiangdu, par un tunnel au-dessous du Huang He, et de là vers des réservoirs près de Tianjin, 1550 km plus loin. Ce projet est entamé depuis 2002 et son achèvement est prévu pour 2012 (Lasserre, 2005).

Le *tracé central* passe par le réservoir de Dajiangkou sur la rivière Han, dont l'élargissement causera le déplacement de 250 000 personnes. De là, l'eau passera par deux tunnels de 7 km de long au-dessous du Huang He et se dirigera vers Beijing. Au lieu d'alimenter le réservoir de Dajiangkou uniquement par la rivière Han, ce qui réduirait du tiers son débit, une partie de l'eau du barrage des Trois-Gorges pourrait être dérivée. C'est ce tracé qui semble être privilégié et aurait fait partie dès le départ de la planification du barrage des Trois-Gorges (Colin, 2006). Les travaux ont débuté en 2003 et devraient s'achever en 2030 (Lasserre, 2005).

Le *tracé occidental* consisterait en un détournement des eaux de tête du Yangtsé ainsi que des affluents du Mékong et d'autres cours d'eau vers l'amont du Huang He. En plus des défis techniques, tels que la construction de longs tunnels et de grands barrages sur les hauts plateaux du Qinghai-Tibet à 3000-5000 m d'altitude, les objections des pays en aval de ces fleuves, notamment la Birmanie, la Thaïlande, le Laos, le Cambodge et le Vietnam, ont jusqu'à maintenant empêché ce projet de prendre forme. Cependant, le début des travaux est prévu en 2010, ce qui permettrait de détourner l'eau à partir de 2050 (Water.technology.net, 2008).

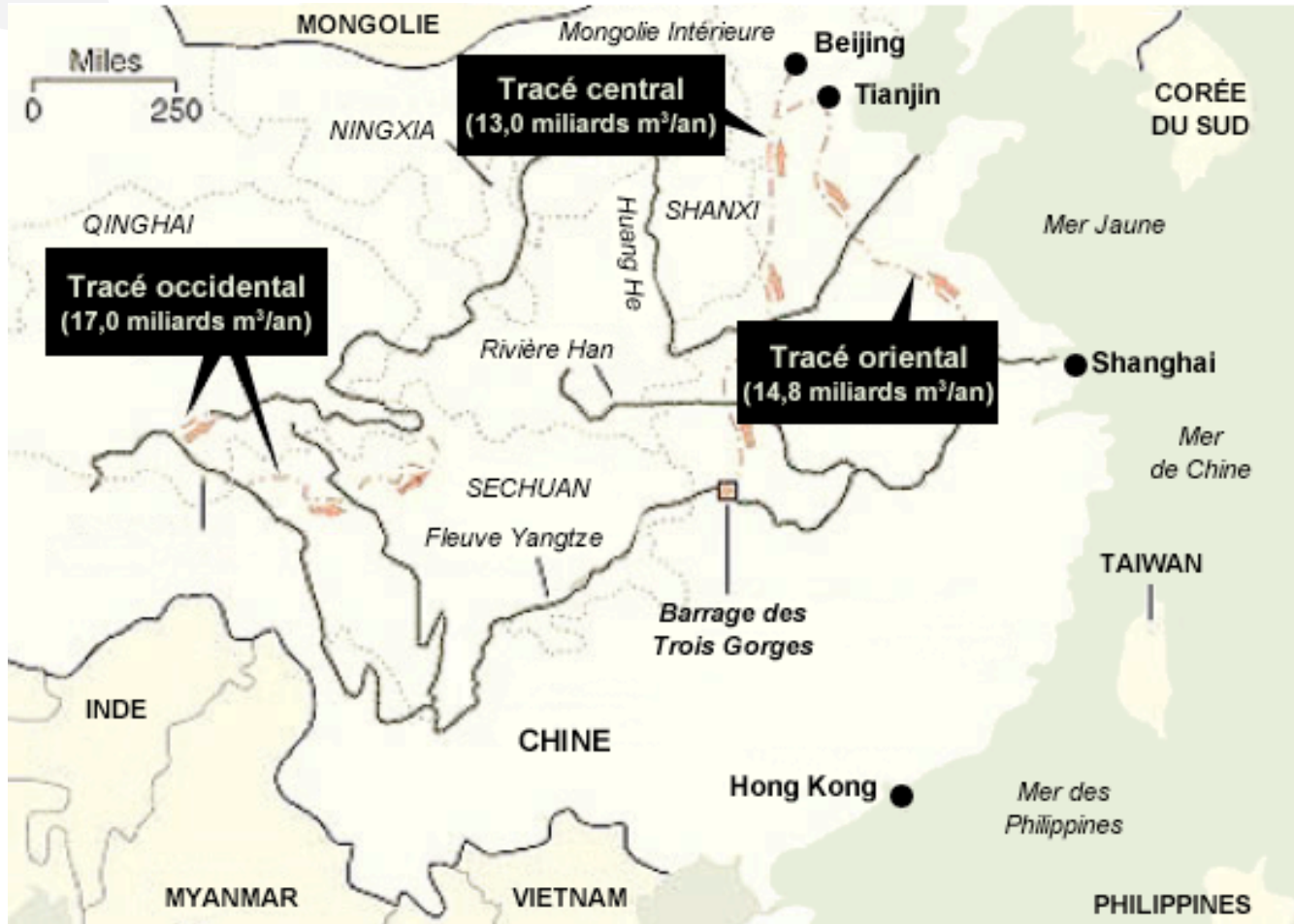


Figure 15

LE PROJET DE TRANSFERT DES EAUX SUD-NORD.

Source : Water-technology.net (2008).

4.5 Les événements météorologiques extrêmes

Au contraire du nord, où le manque d'eau chronique est le principal risque climatique, le sud de la Chine connaît des inondations régulières, des débordements de fleuves, des tempêtes et des ouragans qui menacent les côtes et l'intérieur des terres. Dans ce contexte, un renforcement du cycle hydrologique, une intensité ou une fréquence de tempêtes plus importantes à la suite des changements climatiques ainsi que l'augmentation du niveau de la mer représentent des sujets d'inquiétude.

4.5.1 Les inondations et l'augmentation des précipitations catastrophiques

Les inondations catastrophiques font partie de la vie de la Chine depuis des temps ancestraux. Le Huang He, situé au centre du berceau de la civilisation chinoise, est sorti de ses berges plus de 1500 fois au cours des quatre derniers millénaires. Selon certaines estimations, l'inondation de 2079 av. J.-C. a fait des millions de morts (Times Past, 2002).

Au cours du siècle dernier, dans les années 1930 et 1950, les inondations ont causé des hécatombes. En 1931, une première inondation (figure 16) provoquée par un typhon a fait 1 à 4 millions de victimes (Harnsberger, 2007); en 1938, à la suite d'une rupture volontaire des digues pour enrayer l'avancée de l'armée japonaise, une deuxième inondation a fait un demi à un million de victimes. D'autres inondations dans les années 1950 ont été responsables de plusieurs dizaines de milliers de décès (Markus, 2002). En 1998, des inondations ont causé 4000 décès (Markus, 2002).



Figure 16

LA GRANDE INONDATION DE GAOYOU.

Après trois semaines de pluies torrentielles en août 1931, les trois plus grands fleuves de la Chine (le Yangtsé, le Huang He et le Hai He) débordent et atteignent des records de niveaux d'eau, qui perdurent pendant des mois. 140 000 habitants se sont noyés et presque quatre millions sont morts dans les neuf mois suivants. Jusqu'à 25 millions de personnes ont perdu leur domicile, leurs champs ou leur bétail. La superficie inondée, 160 000 km², était aussi grande que l'Angleterre et la moitié de l'Écosse réunies. Cette catastrophe naturelle est considérée comme la pire du siècle. Le célèbre aviateur Charles Lindbergh et sa femme Anne documentèrent la désolation dans des vues aériennes faites pour les autorités chinoises. Un missionnaire américain, Thomas « Lyt » Harnsberger, ainsi qu'un moine bouddhiste, l'ermite Lin, s'illustrèrent particulièrement dans la reconstruction de la ville de Gaoyou, menée par le général Wang Shuxiang et 20 000 ouvriers (Yingying, 2006).

Source : About Gaoyou homepage.

Le danger potentiel des inondations s'est accru au XX^e siècle à cause de la déforestation et de l'augmentation de la population. La déforestation réduit la capacité d'absorption d'eau des terres. En même temps, la croissance démographique pousse de plus en plus de personnes à s'installer dans des zones à risque. Le gouvernement a depuis longtemps commencé à s'attaquer au problème. La première stratégie employée depuis des siècles, voire des millénaires, qui s'est accélérée au cours du XX^e siècle, a été la régularisation des fleuves à l'aide de barrages et de réservoirs.

L'importance des forêts comme protection naturelle contre les inondations a été reconnue plus tard. En 1998, les effets dévastateurs des inondations du Yangtsé, causées en grande partie par la déforestation des zones situées dans la partie amont du fleuve, ont été l'élément déclencheur de l'instauration d'un programme de protection des forêts naturelles (White *et al.*, 2006). Ce programme consiste en une restriction drastique des droits de coupe de bois dans la région du Yangtsé (White *et al.*, 2006). Ainsi, les programmes de lutte contre la désertification à travers une lutte contre la déforestation contribuent également à réduire l'importance des inondations.

Les changements climatiques compliquent cependant cette tâche. Alors que les précipitations ont diminué dans le nord, les précipitations extrêmes ont augmenté dans l'ouest et le sud du pays. Ces changements de régimes de précipitation peuvent déjà être observés, puisque le nombre d'inondations a augmenté d'un facteur de sept depuis les années 1950 (Cruz *et al.*, 2007).

4.5.2 Les cyclones

Dans les réseaux de nouvelles occidentaux, les reportages sur les ouragans atlantiques sont très fréquents. On en vient presque à oublier que des cyclones (l'équivalent en Asie des ouragans) aussi puissants et aussi dévastateurs frappent régulièrement les côtes des pays de l'Asie de l'Est et du Sud-Est. Selon certaines études, les changements climatiques pourraient créer des conditions plus favorables à la formation de cyclones plus fréquents et plus intenses dans le Pacifique. Cette inférence repose entre autres sur la corrélation positive trouvée entre la fréquence de cyclones dans le Pacifique et l'indice ENSO (El Niño-Southern Oscillation) et les prévisions selon lesquelles des conditions El Niño plus fréquentes seraient à prévoir dans le futur. Il existe des signes indicateurs d'une augmentation de l'intensité et de la fréquence de cyclones dans le Pacifique au cours des dernières décennies (Fan et Li, 2005 dans IPCC, 2007). Les dommages causés par les cyclones en Chine ainsi que dans

d'autres pays d'Asie ont également augmenté (PAGASA, 2001; ABI, 2005; GCOS, 2005a, b dans IPCC, 2007). Des 21 cyclones les plus importants recensés entre 1950 et 2004, quatorze se sont produits depuis 1986 (Fan et Li, 2005 dans IPCC, 2007).

4.5.3 Les zones côtières et l'augmentation du niveau de la mer

L'augmentation du niveau de la mer risque d'accroître le risque d'inondations et de rendre les terres basses côtières inhabitables. Une augmentation de 30 cm du niveau de la mer pourrait provoquer la perte de 81 348 km² de terres sur les côtes de la Chine (Du et Zhang, 2000 dans IPCC, 2007).

Une augmentation du niveau de la mer pourrait aussi entraîner l'intrusion d'eau salée dans les aquifères. Selon les études de Huang et Xie (2000 dans IPCC, 2007), une augmentation de 0,4 m à 1 m du niveau de la mer pourrait causer une pénétration d'eau salée jusqu'à 1 à 3 km à l'intérieur de la terre dans l'estuaire du Zhuyang.

Les zones deltaïques sont les zones les plus menacées par l'augmentation du niveau de la mer (figure 17). Les deltas du Zhujiang, du Yangtsé et du Huang He sont densément peuplés et sont également des zones d'une intense activité économique. Ils génèrent une part substantielle du PIB de la Chine (Niou, 2002; She, 2004 dans IPCC, 2007). Shanghai est le premier port mondial tandis que Hong Kong est une des plus grandes places financières au monde. En tenant compte de l'expansion thermique de l'océan, des mouvements tectoniques et de la subsidence des sols, une augmentation du niveau de la mer locale de 70 à 90 cm, de 50 à 70 cm et de 40 à 60 cm d'ici 2050 est anticipée pour les deltas du Zhujiang du Yangtsé et du Huang He (IPCC, 2007).



Figure 17

LES TROIS GRANDES ZONES DELTAÏQUES DE LA CHINE.

Source : Adapté de www.interex.fr.

La biodiversité des zones deltaïques est très riche. Sur le plan écologique, elles sont donc d'une grande importance, mais aussi d'une grande fragilité. Des changements dans les températures, les précipitations et la salinité à la suite de l'intrusion d'eau de mer dans les nappes phréatiques et d'inondations plus fréquentes risquent de provoquer une perturbation importante des écosystèmes deltaïques. En plus des changements climatiques, la perte d'habitat causée par des activités anthropiques contribue à la fragilisation de ces écosystèmes.

Dans certains deltas, l'activité humaine a accentué la subsidence naturelle, ce qui les rend encore plus à risque dans le cas d'une augmentation du niveau de la mer. Ceci est entre autres le cas de la ville de Shanghai dans le delta du Yangtsé ou de celle de Tianjin dans l'ancien delta du Huang He (Nguyen *et al.*, 2000; Li *et al.*, 2004a; Jiang, 2005; Li *et al.*, 2005; Woodroffe *et al.*, 2006 dans IPCC, 2007). La ville de Shanghai se serait affaissée d'environ 2 m à cause du pompage des nappes phréatiques (Sciama et Barnéoud, 2008). Comme pour beaucoup de deltas dans le monde, par exemple celui du Nil, la construction de barrages sur les grands fleuves réduit l'apport de sédiments aux deltas et entraîne leur retrait comme il a été souvent observé. Dans le delta de la Léna, en Russie, le retrait atteint 3,6 à 4,5 m par an (Leont'yev, 2004 dans IPCC, 2007). Dans le delta du Huang He, l'apport de sédiments était tombé dans les années 1990 à 34 % de ce qu'il était dans les années 1950 à 1970. À la suite de la construction du barrage des Trois-Gorges, l'apport de sédiments au delta du Yangtsé sera réduit de moitié (Li, 2004b dans IPCC, 2007).

L'étalement urbain est en lui-même un facteur climatique. Il est connu que les grandes agglomérations modifient les températures locales. Leur albédo, étant souvent inférieur à celui de milieux naturels, cause une hausse des températures. Le remplacement de la végétation par des surfaces bétonnées et asphaltées entraîne aussi une altération du cycle hydrologique. Ainsi, autour de la ville de Shenzhen, les précipitations hivernales ont significativement reculé entre 1988 et 1996 alors que la superficie urbanisée a augmenté d'un facteur de trois (Kaufmann *et al.*, 2007).

Tableau 3

LES TROIS GRANDS DELTAS FLUVIAUX DE LA CHINE

Delta*	Superficie (10 ³ km ²)	Croissance (km ² /an)	Perte en cas d'augmentation du niveau de la mer de 30 cm (10 ³ km ²)	Débit fluvial (10 ⁹ m ³ /an)	Habitants (millions)	PIB (10 ⁹ US\$)	Grandes villes*	Habitants (millions)
Huang He et Huaihe (fleuve Jaune, fleuve Blanc)	36,3	21	21,3	33,3	24,9	58,8	Tianjin (Tientsin)	11
Changjiang (Yangtsé)	66,9	16	54,5	905	76	274,4	Shanghai Hangzhou	20 6,5
Zhujiang (rivière des Perles)	10	11	5,5	326	42,3	240,8	Guangzhou (Canton) Macao Hong Kong Shenzhen	13 0,4 7 7

* Les anciennes dénominations des fleuves et des villes sont en parenthèses.

Source : Données de IPCC (2007).

La pêche dans les zones côtières risque de souffrir des effets combinés des changements climatiques et de la dégradation de l'environnement (Su et Tang, 2002; Zhang et Guo, 2004 dans IPCC, 2007). La pollution et l'eutrophisation causent une dégradation continue de la qualité de l'eau dans les zones côtières et au large de l'embouchure des grands fleuves. Dans les deltas du Zhujiang et du Yangtsé, des zones anoxiques se sont formées au fond de la mer, en raison des rejets trop importants de matière organique et d'éléments nutritifs (Hu *et al.*, 2001 dans IPCC, 2007).

Des « marées rouges », c'est-à-dire des éclosions massives de certains types d'algues, souvent accompagnées de présence de toxines telles que la phycotoxine paralysante, sont souvent observées sur les côtes de la Chine. En 2008, avant les Jeux olympiques, 13 000 km² de la mer Jaune étaient touchés par ce phénomène. Selon les scientifiques chinois, en plus des rejets d'eaux municipales non traitées et des apports de fertilisants agricoles, les températures élevées de l'eau et l'augmentation des précipitations seraient à l'origine de ces éclosions d'algues (Yardley, 2008). Un réchauffement supplémentaire des eaux à la suite des changements

climatiques aggraverait sans aucun doute ces problèmes. Une plus grande fréquence d'événements El Niño aurait un impact négatif sur certaines espèces aquatiques. La raréfaction des ressources halieutiques, déjà surexploitées actuellement, mènerait inéluctablement à une réorganisation du secteur de la pêche.

4.6 Les impacts des changements climatiques sur les hauts plateaux

Les changements climatiques provoquent un réchauffement du haut plateau tibétain. Depuis les années 1980, ce réchauffement est observé, par décennie, à un rythme de 0,16 °C pour les températures annuelles moyennes, et de 0,32 °C pour les températures hivernales moyennes (IPCC, 2007). D'ici 2050, les températures pourraient augmenter de 1 °C à 2 °C. Ce réchauffement a comme conséquence une fonte accélérée des glaciers. Les 15 000 glaciers de l'Himalaya renferment 12 000 km³ d'eau douce et représentent ainsi la troisième réserve d'eau douce mondiale après les calottes glaciaires de l'Antarctique et du Groenland (IPCC, 2007). Les glaciers de l'Himalaya fondent plus vite que les autres glaciers du monde (figure 18) et une disparition de la majorité des glaciers de la Chine d'ici 2100 est possible (UNDP, 2006). Jusqu'en 2030, la superficie des glaciers du plateau tibétain pourrait passer de 500 000 km² (en 1996) à 100 000 km² (IPCC, 2007).

Comme les 46 000 (Spencer, 2007) glaciers du plateau tibétain sont la source de plusieurs des plus grands fleuves de la Chine et de l'Asie (le Yangtsé, le Huang He, le Mékong, le Salouen, le Brahmapoutre, le Gange, l'Indus, l'Irrawaddy), l'approvisionnement en eau des deux milliards de personnes qui dépendent de ces fleuves pourrait devenir plus précaire (UNDP, 2006). À moyen terme, la fonte des glaciers libérera évidemment des quantités d'eau importantes, ce qui profiterait au nord et à l'ouest aride de la Chine, mais l'augmentation de l'évaporation causée par des températures plus élevées pourrait annuler cet effet (UNDP, 2006). Certaines études prévoient au contraire une diminution du débit de surface de 20 à 40 % pour les provinces du Ningxia, du Xinjiang et du Qinghai (Tao *et al.*, 2005 dans IPCC, 2007).



Figure 18

**IMAGE SATELLITE (ASTER) DE LACS RÉSULTANT DE LA FONTE DE GLACIERS
DANS L'HIMALAYA, BHOUTAN.**

Source : NASA.

Le réchauffement provoque aussi, comme dans les régions arctiques, un affaissement structurel du pergélisol qui dégèle plus souvent et jusqu'à des profondeurs de 4 à 5 m. Sur le plateau du Qinghai-Tibet, la température du pergélisol s'est élevée de 0,2 à 0,3 °C et sa profondeur s'est abaissée de 4 à 5 m entre 1975 et 1989 (IPCC, 2007). En outre des impacts sur les écosystèmes qui y sont liés, une dégradation du pergélisol compromet la stabilité d'infrastructures, comme les routes, les bâtiments, les canalisations, et provoque des glissements de terrain plus fréquents. Ainsi, des constructeurs du chemin de fer Qinghai-Tibet, le plus élevé du monde, terminé en 2007, réfléchissent d'ores et déjà aux mesures de stabilisation qui devront être apportées aux voies dans le futur (Peng *et al.*, 2007).

La vie des habitants du haut plateau tibétain risque de changer grandement. Pour l'instant, les éleveurs se réjouissent des températures plus clémentes, puisqu'ils perdent moins de bêtes en raison du froid. Mais eux aussi voient la transformation de leur environnement avec inquiétude (Spencer, 2007). Le futur est en effet incertain. Le réchauffement et le déplacement des zones climatiques pourraient d'un côté élever la limite de la zone de pâturage et en augmenter

la superficie (IPCC, 2007). D'un autre côté, cela se produit dans des zones déjà touchées par la désertification de sorte que la fonte des glaciers ainsi que l'augmentation de l'évaporation pourraient ne pas laisser des quantités d'eau suffisantes pour alimenter ces nouveaux pâturages (Li et Zhou, 2001; Qiu *et al.*, 2001 dans IPCC, 2007).

5. La Chine et les changements climatiques

Comme il a été montré dans la section précédente, la Chine est hautement vulnérable aux impacts des changements climatiques. La désertification dans le nord du pays, les événements extrêmes dans le sud, la fonte des glaciers au Tibet, tous ces problèmes se posent actuellement et se poseront de manière accrue dans le futur à mesure que les changements climatiques se feront sentir. Les changements climatiques auront aussi un impact sur les ressources en eau et sur les rendements agricoles, deux des ressources les plus précieuses de la Chine et dont la disponibilité est déjà limitée. À moyen terme, la diminution de ces ressources et les autres impacts des changements climatiques pourront entraver la croissance démographique et économique de la Chine.

Il n'est donc pas surprenant que la Chine s'intéresse de très près à la question des changements climatiques. Autrefois un émetteur relativement insignifiant, la Chine se retrouve depuis peu dans le peloton de tête des plus grands émetteurs du monde, ce qui la place devant une responsabilité internationale accrue. Par ailleurs, les émissions par personne restent très faibles comparativement à celles des pays industrialisés. La Chine ne veut donc pas sacrifier son développement économique à des mesures de réduction d'émissions. Le développement économique mène à une croissance de la demande énergétique. La solution la plus facile pour la Chine, le charbon, est en même temps celle qui présente le plus mauvais bilan de gaz à effet de serre, en même temps que de contribuer aux problèmes de qualité de l'air et de pluies acides. C'est une des raisons pour lesquelles la Chine investit massivement dans des alternatives énergétiques.

5.1 Les émissions de GES de la Chine

Les données sur les émissions de la Chine sont moins précises que celles des pays industrialisés puisque la Chine, en tant que pays non-membres de l'annexe 1, n'est pas tenue de fournir des inventaires nationaux annuels d'émissions de GES. En tant que signataire de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, elle est seulement tenue de fournir une déclaration initiale. Celle-ci a été soumise en 2004, mais les données d'émissions de GES y figurant datent de 1994. Les séries de données existantes proviennent donc de compilations issues de sources variées.

L'augmentation des émissions est spectaculaire et à l'image du miracle économique chinois. Elles ont augmenté de 2,5 fois entre 1980 et 2002 et de 1,5 fois entre 1990 et 2002. Comme le montre la figure 19, la plus grande partie des émissions est due à l'utilisation du charbon.

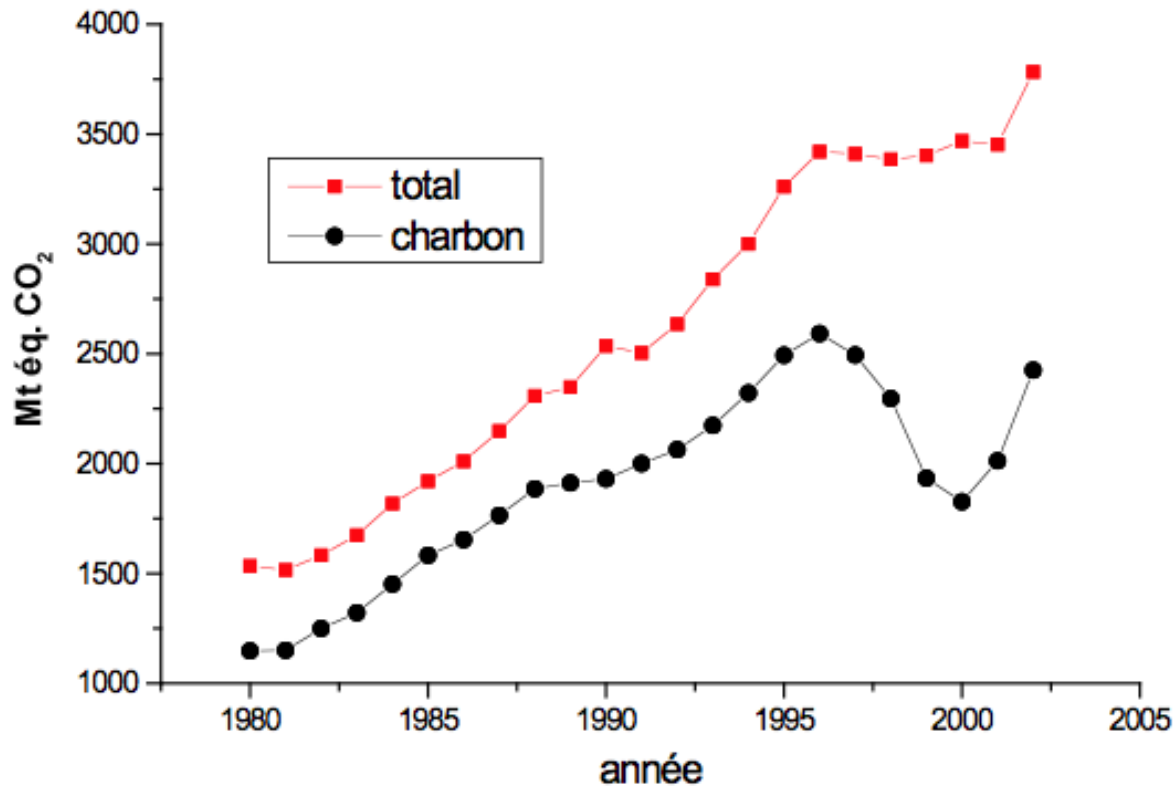


Figure 19

L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DE LA CHINE DEPUIS 1980.

Note. – Les émissions du secteur de l'affectation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (ATCATH) ne sont pas incluses.

Source : Données compilées par World Resource Institute de EIA (2004a, b) et Marland *et al.* (2005).

Le charbon est responsable des deux tiers aux trois quarts des émissions de la Chine (tableau 4). La diminution des émissions liées au charbon entre 1995 et 2000 (figure 19) correspond à une certaine stagnation de l'utilisation du charbon, mais s'explique néanmoins difficilement et n'était, dans tout état de fait, que passagère. Le pétrole qui inclut le secteur des transports, mais aussi l'utilisation industrielle du pétrole et celle du mazout à des fins de chauffage ne compte que pour 13 % à 17 % du total des émissions, bien moins que dans les pays industrialisés. Cela s'explique évidemment par la plus faible concentration de véhicules en Chine. Le gaz naturel reste marginal en Chine. La production de ciment liée au secteur de la construction a explosé durant les 20 dernières années. Cela est un reflet du boom immobilier dans les villes du sud et l'expansion du secteur industriel et manufacturier.

Tableau 4

**LA RÉPARTITION EN POURCENTAGE DES ÉMISSIONS DE CO₂
DE LA CHINE SELON LE TYPE DE COMBUSTIBLE**

Année	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Production de ciment
1980	74,79 %	16,88 %	1,78 %	2,59 %
1985	82,43 %	14,03 %	1,29 %	3,70 %
1990	76,12 %	13,19 %	1,16 %	4,13 %
1995	76,45 %	13,02 %	1,30 %	7,27 %
2000	52,67 %	16,81 %	1,86 %	8,58 %
2002	64,11 %	16,49 %	1,93 %	9,55 %

Note. – Les émissions du secteur de l'ATCATF ne sont pas incluses.

Source : Données compilées par World Resource Institute de EIA (2004a, b) et Marland *et al.* (2005).

En analysant plus en détail l'évolution des émissions, on peut noter deux faits intéressants. Premièrement, les émissions par personne ont constamment augmenté depuis 20 ans et ont atteint, au début des années 2000, le double du niveau du début des années 1980 (figure 20). Elles sont cependant encore loin des émissions individuelles des pays industrialisés puisqu'elles ne sont que d'environ le quart de celles de l'Europe et environ le huitième de celles de l'Amérique du Nord.

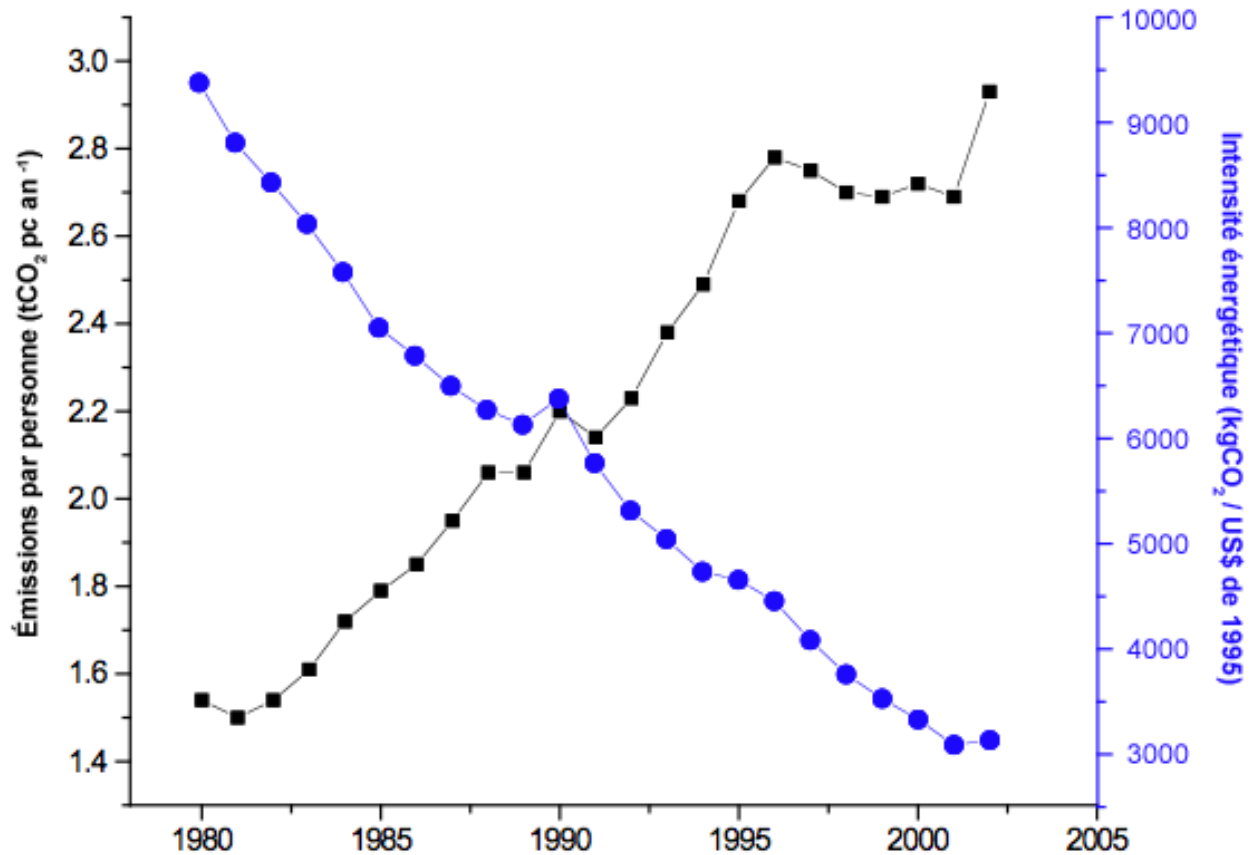


Figure 20

LES ÉMISSIONS DE CO₂ PAR PERSONNE ET L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE DE LA CHINE.

Source : Données compilées par World Resource Institute de EIA (2004a, b) et Marland *et al.* (2005).

Deuxièmement, l'intensité d'émissions, c'est-à-dire la quantité de gaz à effet de serre émise par unité de PIB, a au contraire constamment diminué entre 1980 et 2002 (figure 20). En tant que mesure de l'efficacité de l'économie, l'intensité énergétique révèle que l'économie chinoise, en ce qui a trait aux émissions de GES, est trois fois plus efficace au début des années 2000 qu'au début des années 1980. Cela est une évolution normale. Dans la plupart des pays, l'efficacité énergétique et l'intensité d'émissions diminue avec le temps. Entre 1990 et 2002, l'intensité d'émissions a diminué en moyenne de 23 % dans les pays développés et de 12 % dans les pays en voie de développement, en fonction de l'amélioration des infrastructures et du progrès technologique.

La diminution de l'intensité d'émissions provient également d'un changement d'importance relative des différents secteurs de l'économie. En Chine, comme dans d'autres pays en transition, le secteur tertiaire, donc les services, occupe une place de plus en plus importante. Comme

le secteur tertiaire est plus faible en émissions que le secteur primaire (ressources naturelles, mines, foresterie, agriculture et pêches) ou le secteur secondaire (construction et production manufacturière), l'intensité d'émissions baisse.

La Chine se démarque cependant par l'ampleur de sa réduction d'intensité d'émissions, qui dépasse celle de tous les autres grands émetteurs de CO₂ (tableau 4). Son intensité d'émissions se situe dans le milieu de la gamme des pays en transition et, si la tendance à la baisse se maintient, pourrait à moyen terme rejoindre celle des pays en transition les plus avancés et les pays d'Amérique du Nord et d'Australie. La Chine reste cependant encore loin des pays industrialisés autres que l'Amérique du Nord et l'Australie, dont l'intensité d'émissions est nettement inférieure, principalement grâce à une plus grande efficacité énergétique. Il est aussi à noter que l'intensité d'émissions a augmenté dans certains pays en transition comme l'Iran, l'Arabie saoudite, l'Indonésie ou le Brésil, qui misent fortement sur le secteur primaire et en particulier l'extraction de pétrole.

Tableau 5

L'INTENSITÉ D'ÉMISSIONS DES 25 PRINCIPAUX ÉMETTEURS DE CO₂ AU MONDE

Pays (classé par ordre d'intensité)	Intensité d'émissions en 2000 (kg CO ₂ /1000 \$ ppp de PIB)	Variation 1990-2002 (%)	
		de l'intensité	(du PIB)
Ukraine	2369	-6	-50
Russie	1817	-5	-26
Iran	1353	17	64
Arabie saoudite	1309	45	32
Pakistan	1074	4	55
Chine	1023	-51	205
Afrique du Sud	1006	-3	27
Pologne	991	-43	47
Australie	977	-16	51
Turquie	844	-2	42
Indonésie	799	22	62
Canada	793	-15	40
Inde	768	-9	87

Pays (classé par ordre d'intensité)	Intensité d'émissions en 2000 (kg CO ₂ /1000 \$ ppp de PIB)	Variation 1990-2002 (%)	
		de l'intensité	(du PIB)
Corée du Sud	729	-2	100
États-Unis	720	-17	42
Brésil	679	17	35
Argentine	659	-18	33
Mexique	586	-9	41
Espagne	471	5	37
Allemagne	471	-29	22
UE25	449	-23	27
Royaume-Uni	450	-29	32
Japon	400	-6	16
Italie	369	-10	20
France	344	-19	24

Note. – Les valeurs ne sont pas comparables à celles de la figure 20, car l'année de base des dollars constants n'est pas la même : 2000 dans le tableau 5, et 2005 dans la figure 20.

Source : Données de Baumert *et al.* (2005).

5.2 Les alternatives énergétiques de la Chine

Dans sa lutte contre la pollution de l'air et du même coup contre les émissions de GES, la Chine mise entre autres sur une diversification des sources énergétiques et l'implantation d'énergies non polluantes. Dans cette quête, la Chine développe des projets tous azimuts : l'énergie nucléaire, l'hydroélectricité, l'énergie éolienne et autres. Puisque les énergies alternatives ou le nucléaire ne pourront à court ou à moyen terme répondre à la demande énergétique et que l'importation de pétrole ou de gaz serait ruineuse, la Chine devra continuer à utiliser le charbon comme principal combustible. Pour cette raison, la Chine essaye de se doter de technologies de combustion de charbon moins polluante, autant pour lutter contre la pollution atmosphérique que contre les émissions de gaz à effet de serre.

5.2.1 Le charbon

La question des émissions de GES de la Chine est étroitement liée à celle de la pollution atmosphérique. En effet, dans les deux cas, le charbon est le principal coupable, suivi des activités industrielles et du transport.

Le charbon est à la base de la production d'énergie en Chine. Le plus grand consommateur de charbon est le secteur électrique (Yang et Schreifels, 2003). La production de charbon est passée de 980 000 tonnes en 1988 à 2200 tonnes en 2005. Cette production sert essentiellement à combler la demande intérieure. Une nouvelle centrale au charbon est construite chaque semaine. À ce rythme, les émissions de CO₂ de la Chine auront doublé en 2035, comparativement au début des années 2000 (ZDF, 2007). Le charbon est responsable de 80 % des émissions de CO₂ de la Chine (Gallagher, 2007).

La croissance de la consommation de charbon et des émissions de GES est une conséquence de l'appétit énergétique de la Chine (figure 21). La demande énergétique croît rapidement depuis 1970 et encore plus vite depuis le début des années 2000. Comme on peut le voir dans la figure 21, c'est principalement la consommation de charbon qui augmente à un rythme élevé, tandis que celle des autres sources énergétiques ne varie que peu.

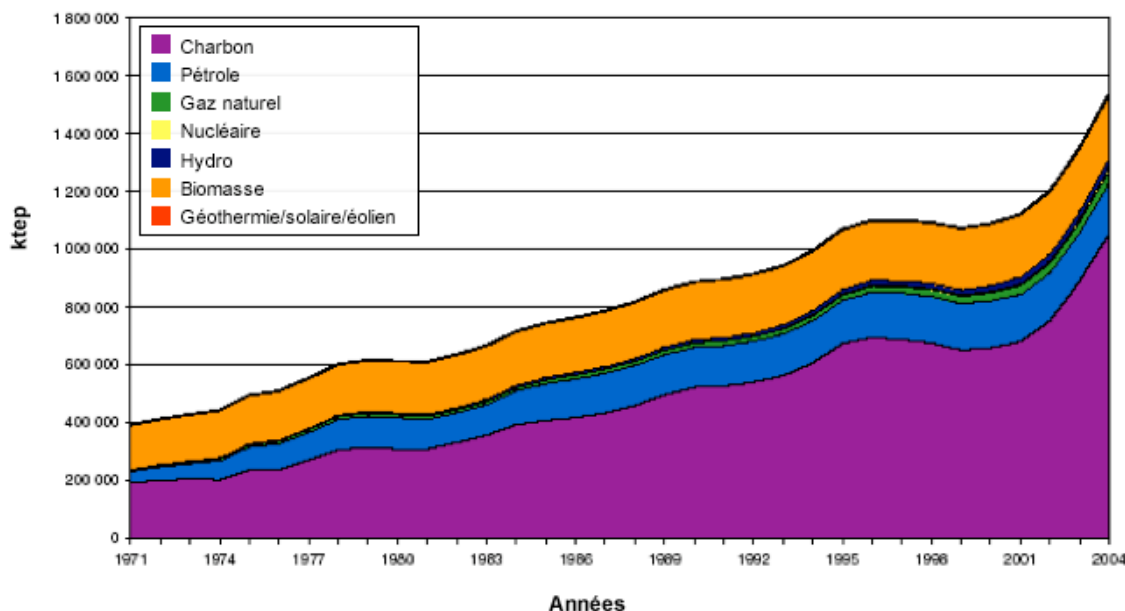


Figure 21

LA CROISSANCE DE LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE DE LA CHINE ET LA RÉPARTITION DES SOURCES D'ÉNERGIE.

Source : OECD/IEA (2006).

Le charbon s'impose en Chine comme la principale source d'énergie parce que le sous-sol recèle de vastes gisements de charbon, surtout dans le nord-est du pays, dans la province du Shanxi. Ses habitants utilisent le charbon depuis l'époque néolithique, il y a 10 000 ans. La Chine est le plus grand producteur de charbon au monde. Elle extrait au-delà de 2000 Mt/an, plus du tiers du charbon extrait dans le monde (BP, 2007). Ses réserves sont estimées à environ 115 000 Mt; elles occupent la troisième place en importance dans le monde, derrière celles des États-Unis et de la Russie (BP, 2007). Mais la consommation considérable de charbon, qui croît à un rythme de plus de 10 % par an, oblige la Chine à en importer, principalement d'Australie, d'Indonésie et du Vietnam. Depuis 2006, la Chine est devenue un importateur net de charbon.

La sécurité dans les mines chinoises est catastrophique. Chaque année, des milliers de mineurs trouvent la mort dans des accidents liés à l'extraction du charbon. En 2002, il y a eu jusqu'à un maximum de 7000 mineurs morts dans des catastrophes minières. Le gouvernement chinois essaye d'endiguer ce phénomène en contrôlant mieux les petites mines principalement responsables des accidents. Il prévoit en fermer 4000 en vue de réduire la mortalité de 20 % à l'horizon de 2010. Depuis 2002, le nombre de morts a en effet significativement diminué.

Un autre problème lié à l'extraction du charbon est la présence de feux souterrains. Ces feux qui peuvent être initiés par une intervention humaine ou par des causes naturelles consomment 109 millions de tonnes de charbon par an, ce qui équivaut à 360 Mt de CO₂, soit 2 % à 3 % de la production de CO₂ par la combustion de combustibles fossiles. En guise de comparaison, cette quantité de CO₂ correspond à celle émise par tous les véhicules automobiles légers aux États-Unis (Fields, 2002).

Les autres filières fossiles jouent un rôle moins important en Chine. Le pétrole compte à peu près pour le quart de la consommation d'énergie primaire du pays, le gaz naturel entre 2 % et 3 % (APEREC, 2004). Cependant, l'expansion du parc automobile se traduit par une croissance de la consommation de pétrole. Ce parc a décuplé durant les années 1990 et continue d'augmenter à un rythme soutenu. Certains experts estiment que le parc automobile augmentera d'un facteur de sept entre 2000 et 2020, atteignant 250 millions de véhicules, soit 150 voitures pour 1000 personnes (AFP, 2004). La demande de pétrole grandissante explique en partie l'implication politique et économique de la Chine en Afrique. Ainsi, l'Angola est devenu le plus grand pays fournisseur de pétrole pour la Chine, même si, dans l'ensemble, environ la moitié de ses approvisionnements provient encore du Moyen-Orient (Gallagher, 2007).

5.2.2 Le charbon « propre »

Un des moyens que la Chine veut employer pour réduire ses émissions de CO₂ est le captage de CO₂ lors de la combustion de charbon. Cette technologie, encore expérimentale, est communément appelée la filière du charbon « propre ».

Une centrale équipée d'un dispositif de capture de CO₂ sera opérationnelle en 2009 à Tianjin près de Beijing. Cette centrale de 650 MW aura coûté 5,7 milliards de dollars et sera construite conjointement par des compagnies chinoises et une multinationale américaine, Peabody Energy (Peabody Energy, 2007). Une autre centrale expérimentale « Near Zero Emissions Coal (NZE) » a été inaugurée en 2007 près de Beijing. Elle fait partie du projet lancé lors du sommet sino-européen de 2005 (British Geological Survey, 2007; AEA Technology, 2007). L'Australie mène également de front avec des entreprises chinoises un projet de centrale à captage de CO₂ dans la banlieue de Beijing. Cette centrale, mise en service à quelques semaines des Jeux olympiques de 2008, récupérera 85 % du CO₂ produit, en tout 5000 tCO₂/an. Ce projet a été cofinancé par le gouvernement australien dans le cadre du Partenariat Asie-Pacifique sur le développement propre et le climat (Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate), programme multilatéral de réduction des émissions de GES. Le gouvernement australien contribue pour 12 millions de dollars australiens au développement de la filière à récupération de CO₂, dont 4 millions en Chine (ScienceDaily, 2008; CSIRO, 2008).

Au-delà de la technique de récupération, la Chine essaye de réduire ses émissions en rendant les centrales plus efficaces, car les nombreuses petites centrales qui existent actuellement sont très peu efficaces en moyenne. La moitié des centrales ont une capacité inférieure à 300 MW. Ainsi, le onzième plan quinquennal de la Chine prévoit des investissements de presque 500 millions de dollars dans les techniques énergétiques telles que la gazéification, les centrales au charbon pulvérisé, les centrales à lit fluidisé, les centrales de gazéification intégrée à cycle combiné (GICC) et la cogénération (Zhao et Gallagher, 2007). Cependant, même si un nombre important de ces centrales sont en construction, elles ne représentent que le quart des nouvelles centrales en construction en Chine (Gallagher, 2007).

La durée de vie d'une centrale thermique se situant autour de 50 ans, le problème des émissions dues au charbon ne semble donc pas prêt à être résolu. Il est en effet improbable que les centrales mises en service actuellement soient mis hors service prématurément pour faire place à des centrales au rendement supérieur et (ou) équipées de technologies de récupération de CO₂. Ce constat est de portée planétaire, puisque dans les décennies à venir 55 % des nouvelles centrales au charbon au monde seront construites en Chine (Gallagher, 2007).

5.2.3 L'énergie thermonucléaire

L'énergie thermonucléaire est la plus importante filière de génération d'électricité dénuée d'émissions de CO₂. La Chine possède 11 réacteurs nucléaires et 6 étaient en construction en 2008 (WNA, 2008). Sa capacité à la même époque était de presque 10 GW. La Chine compte se doter d'une capacité de 50 ou de 60 GW d'énergie nucléaire jusqu'en 2020 et de 160 GW en 2030.

La Chine a commencé à développer l'énergie nucléaire dans les années 1970 en utilisant les technologies française, russe et canadienne. Les premières installations nucléaires des années 1960 servaient à la production de plutonium à des fins militaires. Actuellement, les technologies française et américaine sont utilisées. De plus en plus, le design des centrales est effectué par les entreprises chinoises, la volonté de la Chine étant de devenir indépendante des technologies étrangères. La plupart des centrales en activité ou en construction sont situées sur la côte, en particulier dans le sud du pays qui se trouve loin des gisements de charbon.

Les réserves d'uranium de la Chine se chiffrent à 70 000 tonnes d'une qualité moyenne. Cette quantité suffit théoriquement à alimenter les centrales chinoises à court terme. La production annuelle de 840 t/an comble environ la moitié de la demande. Le restant est importé, entre autres d'Australie, du Kazakhstan, de la Russie et de la Namibie. La compagnie d'État SinoU s'investit aussi dans des projets d'exploitation de gisements au Kazakhstan, en Ouzbékistan, en Mongolie, en Namibie, en Algérie et prévoit des investissements au Canada et en Afrique du Sud. La Chine possède des équipements d'enrichissement d'uranium et veut à terme se doter de technologies de recyclage d'uranium. Un site de stockage centralisé a été construit en 1994. Une usine expérimentale de recyclage d'uranium a été construite en 2006. Une utilisation à grande échelle est prévue dès 2020. Les déchets nucléaires seront vitrifiés et enfouis dans six sites souterrains.

5.2.4 L'hydroélectricité et les autres énergies renouvelables

La Chine possède le plus grand parc d'énergies renouvelables au monde avec 42 GW (en 2005) et le plus grand parc hydroélectrique avec 145 GW (en 2007). La centrale des Trois-Gorges est la plus grande centrale hydroélectrique au monde (figure 22). Ces chiffres montrent que la Chine fait de très sérieux efforts pour diversifier ses sources énergétiques et ainsi remédier aux problèmes environnementaux causés par le charbon.



Figure 22

LE BARRAGE DES TROIS-GORGES SUR LE FLEUVE YANGTSÉ.

Source : Xinhua.

En 2005, elle a promulgué la Loi sur les énergies renouvelables. Selon cette loi, 10 % du parc des compagnies d'électricité doit être constitué de sources d'électricité renouvelables jusqu'en 2010, et ce, en excluant les grandes centrales hydroélectriques. La Chine estime ainsi pouvoir éviter des émissions de 90 millions de tonnes de CO₂, par rapport à ce qui serait produit par des centrales au charbon de capacité équivalente, ce à quoi s'ajoutent 500 millions de tonnes de CO₂ d'émissions évitées par le développement hydroélectrique. En 2007, la Chine était le deuxième plus important investisseur en énergies renouvelables au monde, avec 10 milliards de dollars d'investissements, devancé uniquement par l'Allemagne (Martinot et Jungfeng, 2007). Elle a aussi investi entre 6 et 10 milliards de dollars dans l'hydroélectricité à grande échelle.

Les combustibles fossiles restent néanmoins la première source d'énergie électrique (554 GW sur les 713 GW installés), par rapport à 159 GWh provenant de sources sans émissions : l'hydroélectricité 145 GW, l'énergie nucléaire 9 GW, l'énergie éolienne 4 GW, les autres énergies renouvelables 2 GW (WNA, 2008, chiffres de 2007).

L'objectif à long terme est d'augmenter la proportion de l'hydroélectricité dans la génération d'électricité de 19 % à 40 %. En ce qui concerne les autres énergies renouvelables, les objectifs de la Chine sont également ambitieux. Elle projette d'augmenter la capacité solaire à 1000 MW jusqu'en 2020, comparativement à 50 MW en 2005, d'augmenter la capacité éolienne à 20 000 MW, comparativement à 560 MW en 2005, et d'augmenter de manière générale la part des énergies renouvelables à 10 % de la production électrique totale, comparativement à 1 % en 2005 (Budin et Jouve, 2005).

L'hydroélectricité

Le développement hydroélectrique se poursuit à grande échelle. Vingt-deux mille des 45 000 grands barrages au monde se trouvent en Chine (International Committee on Dams, dans Jiang, 2005). En plus du barrage des Trois-Gorges, d'une puissance de 18,2 GW, un autre barrage de 15,8 GW sur le Huang He et de nombreux projets de grande ampleur sont en construction ou en planification (WNA, 2008). Les experts chinois ont identifié un potentiel économique de 149 barrages de plus de 1000 MW pouvant fournir 224 550 MW et 1700 projets de taille moyenne, autour de 26 MW, pouvant fournir 45 000 MW (Fuggler *et al.*, 2000). Le potentiel technique est de 378 000 MW. L'objectif à long terme est d'augmenter la proportion de l'hydroélectricité dans la production d'électricité de 19 % à 40 %.

La Chine compte 85 000 réservoirs répertoriés, mais il existe vraisemblablement plusieurs millions de réservoirs ou de barrages de petite dimension (Fuggler *et al.*, 2000). La plupart de ces barrages ont été construits sous l'ère communiste, depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale. En plus de la production d'électricité, l'alimentation en eau des terres arables est le principal objectif de la création des réservoirs. Le contrôle des inondations fait également partie des buts poursuivis par ce vaste programme de construction de barrages et de digues (Fuggler *et al.*, 2005). Les changements climatiques auront donc un impact profond sur la gestion et l'efficacité de ces barrages.

Dans les régions méridionales, où les précipitations et les événements extrêmes augmenteront, la limite de la capacité de régulation et d'endiguement des ouvrages de protection pourrait être plus souvent atteinte. Au contraire, dans le nord, le besoin en eau se fera plus important, de sorte que les infrastructures hydriques existantes ne suffiront plus au besoin. La répartition inégale des ressources hydriques représente un défi pour la planification de la gestion de l'eau. Tandis que le sud de la Chine dispose de 81,5 % des ressources en eau et compte 53 % de la population et 35 % des terres cultivées, le nord dispose, quant à lui, de 13,8 % des ressources en eau, mais compte 45 % de la population et 60 % des terres cultivées. La recrudescence

attendue des phénomènes météorologiques extrêmes en même temps que la recrudescence d'épisodes arides, jumelée avec l'augmentation de la demande en eau, l'appauvrissement des nappes phréatiques et la diminution de la qualité de l'eau mettront à l'épreuve la gestion des ressources en eau en Chine.

Évidemment, les barrages hydroélectriques, surtout les grands barrages, comportent des conséquences sociales et environnementales non négligeables. D'ailleurs, beaucoup d'auteurs ne les incluent pas parmi les énergies alternatives ou « vertes ». Depuis les années 1950, environ 12 millions de personnes ont été déplacées à la suite de la construction de projets hydroélectriques, soit une moyenne annuelle de 240 000 personnes. L'inondation de larges territoires prive certains riverains de leurs terres de culture. Elle provoque aussi la perte d'un patrimoine culturel et historique important, surtout dans un pays à l'histoire riche et ancienne tel que la Chine. Ainsi, lors de la construction du barrage des Trois-Gorges, des archéologues chinois et d'autres pays ont entrepris de grands efforts pour le sauvetage et la conservation de biens culturels voués à l'inondation. Néanmoins, une partie importante de ces biens sera perdue.

Les impacts sur les écosystèmes sont également importants. Le remplacement d'écosystèmes terrestres par des écosystèmes aquatiques est évidemment une altération drastique de la nature du territoire. Les réservoirs ont aussi un impact sur les écosystèmes aquatiques en aval, en ce qu'ils modifient la charge en sédiments, en éléments nutritifs, en matière organique, la turbidité de l'eau et surtout le régime hydrologique. Ils modifient également la structure physique des cours d'eau et les vitesses d'écoulement, ce qui peut nuire à des espèces migratoires ou à celles qui se déplacent sur de longues distances. La prolifération de plantes envahissantes est un problème fréquent des réservoirs situés dans des zones chaudes. La présence de grands réservoirs cause un vieillissement des eaux continentales, ce qui peut avoir des effets sur la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques (WCD, 2000; Rosenberg *et al.*, 1997 ; Vörösmarti *et al.*, 1997).

Un autre impact des réservoirs, qui a été observé en Amérique du Nord et en Amérique du Sud, est l'accumulation de mercure et de méthylmercure dans la faune aquatique. Comme le méthylmercure est un neurotoxique, il peut contaminer les poissons et les rendre impropres à la consommation ou à la commercialisation (Lucotte *et al.*, 1999).

L'accumulation de sédiments représente un problème majeur dans beaucoup de réservoirs en Chine en raison de la forte charge sédimentaire des fleuves qui descendent de l'Himalaya. Il est estimé que la Chine perd chaque année 2,3 % de sa capacité de réservoir, 10 fois plus que les États-Unis (International River Network dans Fuggler, 2000).

Les changements climatiques posent aussi la question du risque associé aux grands barrages. Ainsi, la plus grande rupture de barrage en Chine a eu lieu en 1975, lorsque le barrage de Henan céda sous l'effet du typhon Niña causant presque 200 000 décès et affectant 11 millions de personnes. Pourtant, le barrage avait été conçu pour résister à une inondation de 1000 ans, soit 306 mm de pluie par jour. Mais le typhon Niña a provoqué une inondation de 2000 ans avec plus de 1000 mm en une journée. La recrudescence des phénomènes extrêmes et leur intensification à la suite des changements climatiques risquent d'abaisser nettement le seuil de probabilité de tels événements et, donc, d'augmenter le danger potentiel pour la population.

Finalement, les études menées sur de nombreux réservoirs situés dans plusieurs régions du monde démontrent que ceux-ci sont des producteurs de méthane et de dioxyde de carbone. Ainsi, en tenant compte des émissions de GES des réservoirs, les réductions d'émissions comparativement à une production basée sur les combustibles fossiles, sont un peu moins importantes qu'affichées, même si les émissions de GES par kWh de réservoirs sont, en règle générale, nettement moins importantes que celles des filières fossiles (Duchemin *et al.*, 2002; St. Louis *et al.*, 2000; Tremblay *et al.*, 2005).

L'énergie éolienne

L'énergie éolienne est en croissance rapide. Depuis la fin des années 1990, le taux de croissance annuel s'établit autour de 46 %. L'objectif fixé pour 2010 sera vraisemblablement dépassé et la Chine est en train de s'imposer comme un des premiers producteurs éoliens au monde (Li *et al.*, 2007). Initialement, la technologie était principalement importée du Danemark, leader mondial en la matière (Feller, 2006), mais progressivement la production domestique emboîte le pas (figure 23). En 2006, 41,3 % des turbines étaient fabriquées en Chine, comparativement à 25 % seulement en 2004. La plus grande partie des producteurs utilisent des licences technologiques allemandes, mais aussi anglaises, japonaises, espagnoles, néerlandaises ou indiennes, mais les technologies chinoises s'imposent de plus en plus (Li *et al.*, 2007). Selon le Centre national du climat de la Chine (National Climate Center), le potentiel éolien exploitable serait de 700 à 1200 GW, dont 10 % à 20 % seraient fournis par des turbines *offshore* (Li *et al.*, 2007).



Figure 23

DES ÉOLIENNES DE FABRICATION CHINOISE.

Le financement accordé par l'Europe a aidé les compagnies européennes à accaparer une grande partie du marché chinois, principalement les compagnies danoises et allemandes. Cependant, la part des éoliennes chinoises augmente. Elles fournissaient 18 % de la capacité totale en 2004, 28 % en 2005 et 45 % en 2006. Les entreprises chinoises font aussi preuve d'innovation. La Chine a développé des turbines à lévitation magnétique qui, grâce à leur faible friction, permettent d'augmenter leur productivité de 20 % et de fonctionner avec des vents beaucoup plus faibles, aussi peu que 1,5 m/s.

Source : Greenpeace.

La production éolienne est le complément parfait de la production hydroélectrique, puisque le vent est particulièrement abondant en automne, en hiver et au printemps, tandis que la saison des pluies a lieu en été et apporte dans le sud de la Chine 40 à 60 % des précipitations annuelles. Par contre, les régions propices à l'installation d'éoliennes se trouvent souvent éloignées des réseaux de distribution majeurs. La Chine encourage le développement de l'énergie éolienne à l'aide d'un programme d'achat garanti à un taux fixe pour une certaine quantité d'électricité éolienne déterminée.

La Chine s'est spécialisée dans les éoliennes hors réseau et possède la plus grande puissance installée au monde dans ce secteur (Feller, 2006). En 2006, 30 000 turbines hors réseau ont été installées, au-delà de 30 % de plus que l'année précédente. Elle a également exporté 6000 turbines de ce type dans 24 pays, entre autres au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Australie (Li *et al.*, 2007). Ces turbines alimentent des communautés rurales et côtières isolées (figure 24). Les bénéfices environnementaux et climatiques de l'énergie éolienne sont considérables. Si 30 GW de puissance éolienne étaient installés en Chine, générant 60 milliards de kWh, les émissions de SO₂ seraient de 900 MtSO₂ et celles de CO₂ de 36 MTCO₂ moins élevées que si cette même puissance était assurée par des combustibles fossiles (Li *et al.*, 2007).



Figure 24

DES ÉOLIENNES HORS RÉSEAU DANS UN VILLAGE CÔTIER.

Trente millions de Chinois répartis dans 20 000 villages, surtout dans les provinces de l'ouest et du sud-ouest du pays, n'ont pas encore accès à l'électricité. À cause de l'éloignement des régions ou d'une topographie défavorable, il est difficile de les connecter au réseau national. Ainsi, le gouvernement a lancé en 1996 un programme visant à fournir de l'électricité décentralisée, de source éolienne ou photovoltaïque, jusqu'en 2010. La Chine est le plus important producteur mondial de turbines hors réseau, d'une puissance allant de 100 W à 10 kW. La qualité de ces turbines s'est tellement améliorée qu'elles sont maintenant exportées dans 24 pays. De petites éoliennes de 1 kW sont même disponibles pour moins de 1000 dollars sur internet.

Source : Robinnixon.

L'énergie solaire

La Chine entreprend aussi des efforts dans le domaine de l'énergie solaire. Avec un ensoleillement de plus de 2000 heures par an sur les deux tiers de son territoire, elle recèle un potentiel photovoltaïque important (Li, 2005). Actuellement, la Chine est un des plus grands producteurs de panneaux solaires et est le leader mondial dans le domaine des collecteurs thermiques solaires (Li, 2005). Des événements comme la Conférence mondiale sur l'énergie solaire en 2007, les Jeux olympiques de 2008 et l'Exposition universelle 2010 à Shanghai sont le catalyseur de l'expansion de l'énergie solaire présentée comme une vitrine du progrès de la Chine moderne (Li, 2005). Ainsi, le fameux stade des Jeux olympiques, le « nid d'oiseau », ainsi que le village olympique sont alimentés par l'énergie solaire (figure 25). En 2008, au moment des Jeux olympiques, la production d'énergie solaire en Chine atteignait à peine 10 MW, mais cette production devrait augmenter à 300 MW en 2010 (Tschang, 2007).



Figure 25

LE STADE OLYMPIQUE DE BEIJING.

Surnommé le « nid d'oiseau », le stade olympique de Beijing, conçu par les architectes Herzog & Meuron en collaboration avec l'artiste chinois Ai Weiwei, incorpore 1124 panneaux solaires générant 100 kW de puissance, assez pour assurer l'éclairage du stade. Sur une durée de vingt-cinq ans, la quantité d'énergie produite équivaut à celle produite par 900 tonnes de charbon dont la combustion aurait émis 2350 tCO₂.

Source: Guang Niu/Getty Images.

L'utilisation de l'énergie solaire, en particulier par l'installation de récepteurs solaires sur les toits, peut aider à approvisionner en électricité les régions reculées non connectées au réseau, mais aussi les grandes villes. Ainsi, les mégapoles Shenzhen et Shanghai ont des programmes encourageant l'installation de récepteurs solaires. La ville de Shenzhen oblige même à en installer sur toutes les nouvelles constructions de 15 étages ou plus (Tschang, 2007). Dans la ville de Rizhao, une ville de 3 millions d'habitants, 99 % des édifices sont dotés de capteurs solaires et la plus grande partie de l'éclairage municipal et de la signalisation routière est alimentée à l'énergie solaire, de même que 60 000 serres (Bai, 2007).

Au regard du développement rapide des énergies renouvelables – l'énergie éolienne, l'énergie solaire, la biomasse et le biogaz – les experts estiment que la Chine devancera vraisemblablement son objectif de 2020. La puissance installée pourrait alors atteindre 400 GW, le triple de ce qu'elle était en 2006 (Martinot et Junfeng, 2007). Plus du tiers des ménages pourrait être doté de chauffe-eau solaires (Martinot et Junfeng, 2007).

5.3 Les transports

Dans le domaine des transports, le gouvernement chinois agit sur plusieurs fronts pour contrer la pollution atmosphérique causée par les véhicules. Il essaye de favoriser l'utilisation des transports en commun, d'améliorer les standards techniques des véhicules, de réduire la teneur en soufre et en plomb des carburants et d'implanter des normes antipollution à l'image de l'Europe. L'objectif principal de ces mesures est la réduction de la pollution atmosphérique et, ainsi l'amélioration de la qualité de l'air. Mais, bien entendu, la plupart des mesures agissent aussi contre les émissions de GES.

5.3.1 L'incitation à l'utilisation des transports en commun

Jusqu'à récemment, de manière générale, les transports étaient sous-développés en Chine. Durant les deux dernières décennies, le réseau de transport s'est considérablement étendu. Au milieu des années 2000, la Chine comptait déjà presque deux millions de kilomètres de route (World Bank, 2008). Le nombre de voitures s'accroît de façon vertigineuse. L'urbanisation et l'extension des banlieues et des usines du secteur manufacturier provoquent une augmentation du nombre de déplacements en milieu urbain et périurbain, causant des problèmes de congestion et de dégradation de la qualité de l'air (World Bank, 2008).

Pour répondre à cette problématique, les villes chinoises investissent massivement dans les transports, autant dans le réseau routier que dans les transports en commun et essayent de

réduire la pollution liée aux véhicules. Ainsi, certaines villes, dont Kunming, Shijiazhuang, Beijing et Hangzhou se sont dotées d'un réseau d'autobus performant. Des métros ont été installés à Beijing, Shanghai, Macao, Hong-Kong, Guangzhou, Nanjing, Tianjin, Shenzhen, Changchun, Chongqing et Wuhan. Certaines municipalités ont instauré des mesures de régulation de la circulation favorisant les transports en commun, comme des voies réservées aux autobus.

Les principales villes du pays ont toutes adopté des programmes d'inspection obligatoire des véhicules. La plupart d'entre elles ont adopté la norme d'émission Euro 2 de l'Union européenne et, certaines, la norme Euro 3.

Les experts doutent cependant de la capacité des villes à établir des systèmes de transports adéquats à long ou à moyen terme, surtout en considérant qu'actuellement, la plupart des foyers sont encore dépourvus de moyen de locomotion (World Bank, 2008). L'absence de mode de locomotion représente un handicap social pour les classes pauvres de beaucoup de régions, puisqu'elle les prive de possibilités d'emploi, d'éducation et d'activités sociales. Les déplacements à pied restent le moyen de déplacement principal de ces personnes, suivi de l'autobus et du vélo. L'utilisation de ce dernier devient de plus en plus difficile en raison du réaménagement des infrastructures de voirie, des risques croissants d'accidents et de fréquents vols de vélos (Mehndiratta, 2004).

5.3.2 Le réseau ferroviaire

Pour ce qui est du transport à longue distance, le train et le transport maritime occupent la place la plus importante, aux dépens de la voiture et de l'avion. En 2005, la Chine comptait 75 000 km de voies ferrées, dont 5 600 km ont été construits lors du neuvième plan quinquennal de 1996 à 2000, une augmentation de 8 % (World Bank, 2008). Vingt-neuf milliards de dollars ont été investis durant cette période, 28 % de plus que lors du plan quinquennal précédent. Au cours du 10^e plan quinquennal de 2000 à 2005, 7000 km ont été ajoutés au réseau, accélérant ainsi encore le rythme d'expansion du réseau ferroviaire. Le réseau ferroviaire chinois est le troisième en importance au monde. En 2003, il a transporté 2200 milliards de tonnes de fret et 478,9 milliards de passagers-km. Seul le réseau ferroviaire des États-Unis transporte plus de fret et celui de l'Inde plus de passagers. Un peu moins de 10 % du réseau ferroviaire chinois est constitué de trains à grande vitesse. Avec le train à lévitation magnétique Maglev de Transrapid, reliant l'aéroport à la ville de Shanghai, la Chine possède en exclusivité un des trains les plus modernes au monde (figure 26).



Figure 26

LE TRANSPRAPID DE SHANGHAI.

Le train à lévitation magnétique de Shanghai est le premier au monde. Il a été développé par un consortium allemand de Siemens et ThyssenKrupp. Il peut atteindre des vitesses dépassant 400 km/h. En raison de sa faible friction, il consomme peu d'énergie. Les émissions de CO₂ sont de moitié inférieures à celle d'un passager en voiture et neuf fois inférieures à celle d'un passager en avion. Une ligne Beijing-Shanghai pourrait voir le jour dans le futur, permettant de couvrir les 1250 km en trois heures, mais le coût du projet de plus de 20 milliards de dollars pourrait dissuader les investisseurs.

Source : Transrapid.

5.3.3 Le transport maritime

Le transport maritime accapare, quant à lui, 10 % du fret par tonnes et 27 % par tonnes-km. Le réseau de voies maritimes est très étendu. Des chenaux navigables sont creusés là où il est restreint par la faible profondeur de l'eau, dans les parties en amont des rivières. (World Bank, 2008).

5.3.4 L'amélioration des standards techniques des véhicules

La Chine vise à moderniser sa flotte automobile, au sein de laquelle des modèles étrangers jouent un rôle important, pour répondre aux standards de consommation de carburant introduits en 2005 et modifiés en 2008, puis en 2009 (tableau 6). Ces standards sont moins élevés que les standards européens, mais plus contraignants que ceux de la Californie ou ceux prévus aux États-Unis pour 2030 (Gorrie, 2008). En pratique, les standards sont établis pour chaque catégorie de véhicules. Un fait particulièrement intéressant à noter est que les standards sont spécialement contraignants pour les véhicules à forte consommation, mais relativement proches des moyennes actuelles pour les petites voitures. On peut y voir la volonté d'enrayer un développement vers une flotte dominée par les véhicules utilitaires sport (VUS) et les minifourgonnettes, comme on peut l'observer en Amérique du Nord (Sauer et Wellington, 2004). Selon les chercheurs du *China Energy Group at the Lawrence Berkeley National Lab*, ces standards réduiront d'ici 2010 les émissions de CO₂ de 40 millions de tonnes par rapport au scénario du laisser-faire (Gallagher, 2007).

Tableau 6

STANDARDS DE CONSOMMATION DES AUTOMOBILES EN CHINE ET DANS D'AUTRES RÉGIONS (EN MILLES PAR GALLON)

Pays	Standard 2008	Standard prévu ou proposé
Chine	36 mpg	43 mpg (2009)
Canada	27 mpg (moyenne 2008, pas de standard)	Pas encore annoncé (2011)
États-Unis	25 mpg (moyenne 2008, pas de standard)	35 mpg (2030)
Californie	25 mpg	36 mpg (2016)
Europe	40 mpg	48,9 mpg (2012)
Japon	40 mpg	48,9 mpg (2015)

Source : Données de Gorrie (2008).

Des recherches intensives sont consacrées au développement de voitures électriques. Cette volonté politique est appuyée par des investissements dans le développement de véhicules à faible consommation. Depuis 1998, le gouvernement chinois a mis en place un programme de développement de véhicules au gaz naturel et, depuis 2001, un programme de recherche sur la voiture électrique. Des collaborations sont en cours de route avec le groupe Toyota et avec le groupe PAS Peugeot pour le développement de la technologie hybride et de véhicules à carburants alternatifs (l'éthanol, le biodiesel, ou le gaz naturel). À Beijing, près de 1700 autobus roulent au gaz naturel.

5.4 La politique climatique internationale de la Chine

L'État chinois a signé le protocole de Kyoto en mai 1998 et l'a ratifié en août 2002. La Chine ne fait partie des pays de l'annexe B. Dans la première période du protocole de Kyoto, de 2008 à 2012, elle n'est donc soumise à aucune contrainte de réduction d'émissions.

Jusqu'à la conférence de Bali en 2007, la Chine était très réticente à s'engager dans la voie du protocole de Kyoto et à s'imposer des réductions d'émissions. En effet, étant donné la phase intense de croissance que vit actuellement ce pays, une stabilisation des émissions telle qu'inscrite dans le protocole de Kyoto, voire une réduction des émissions comme il devrait être prévu lors de la deuxième phase du protocole de Kyoto, semblent illusoire.

Sur le plan politique, la Chine et les États-Unis se trouvent depuis de longues années dans une impasse qui justifie l'inaction des deux partis (IISS, 2008). De leur côté, les États-Unis insistent sur la nécessité d'impliquer les pays émergents dans le protocole de Kyoto, principalement la Chine, puisque ces économies contribuent de manière de plus en plus importante aux émissions mondiales. Les États-Unis refusent donc de s'imposer des objectifs de réduction obligatoires tant que les pays émergents n'en feront pas autant. De son côté, la Chine, appuyée par de nombreux pays émergents et en voie de développement regroupés dans le G77, insiste sur la responsabilité historique des pays industrialisés qui sont à l'origine de la grande majorité des gaz à effet de serre anthropiques présents dans l'atmosphère aujourd'hui. C'est cet argument qui, parmi d'autres considérations, avait été retenu dans le protocole de Kyoto pour exempter les pays en voie de développement (pays non-annexe 1) de cibles obligatoires. La Chine insiste donc sur le fait que les pays développés doivent initier les efforts et ne veulent pas consentir à s'imposer des objectifs chiffrés tant que le plus important pollueur historique et le plus important émetteur par personne au monde (à quasi-égalité avec le Canada et l'Australie), refuse de respecter le protocole de Kyoto.

En 1995, les négociateurs européens avaient pu obtenir le soutien de la Chine et de l'Inde au protocole de Kyoto en refusant la proposition américaine voulant que des cibles de réduction soient imposées à tous les grands émetteurs. Au final, le mandat de Berlin excluait les pays en voie de développement pour la première période du protocole de Kyoto (Purvis, 2007).

La Chine évoque aussi la grande différence quant au niveau de développement et à la quantité d'émissions par personne entre les pays industrialisés, en particulier les États-Unis, et la Chine. En effet, même si la Chine est, selon les expertises disponibles, le plus grand émetteur mondial en termes absolus, les émissions d'un Chinois sont en moyenne toujours une fraction de celles d'un Américain du Nord. Au moment de la conférence de Bali, ce rapport était d'environ un tiers. La Chine invoque donc le droit au développement et à une amélioration de la qualité de vie, lequel passe nécessairement, dans une économie émergente, par une augmentation de la demande énergétique, pour ne pas vouloir s'imposer de cibles de réduction ou de stabilisation des émissions à court terme.

La position de la Chine vis-à-vis des engagements possibles lors de la deuxième période du protocole de Kyoto, à partir de 2012, est un des éléments clés qui détermineront la forme que prendra « Kyoto 2 ». Lors de la conférence de Bali, la Chine s'est montrée plus ouverte que prévu à des négociations sur le sujet. Elle a accepté le principe de réduction des émissions obligatoires pour les pays développés, ce qui constitue un premier pas vers l'adoption de telles cibles pour elle-même. Beaucoup d'observateurs la voyaient plutôt dans le camp des pays réfractaires au protocole de Kyoto. Les négociateurs des États-Unis essayaient d'ailleurs en préparation de la conférence de Bali, de gagner la Chine et l'Inde pour leur position d'éviter de s'accorder sur tout objectif chiffré (Schmitz, 2007).

En contrepartie d'un engagement dans la voie du contrôle des émissions, la Chine met dans la balance une aide technologique des pays industrialisés, surtout en ce qui a trait à des technologies du domaine de l'énergie. À travers les mécanismes du protocole de Kyoto, elle peut aussi attirer des investissements. La Chine a accepté de créer une bourse d'échange du carbone à Beijing en collaboration avec les Nations unies (Wisch, 2007). Ainsi, selon certains observateurs, bien que dans le cadre des Conférences des parties au protocole de Kyoto la Chine défende, par intérêt propre autant que par calcul politique, la position du G77, donc des pays en voie de développement, il pourrait en être autrement dans un cadre plus restreint et ciblé (Schwarze, 2007). Les transferts de technologie sont un incitatif important pour la Chine, puisqu'en plus de réduire les émissions de GES, des technologies plus efficaces permettraient de réduire la pollution de l'air, les pluies acides et la facture énergétique croissante et l'empêcher de devenir dépendante de sources d'approvisionnement externes de combustibles.

5.5 Le mécanisme de développement propre (MDP) et le transfert technologique

Dans le cadre du protocole de Kyoto, le mécanisme de développement propre permet aux pays de l'annexe I, c'est-à-dire les pays industrialisés soumis à des cibles de réductions d'émissions, d'obtenir des crédits de réductions (CRE) en investissant dans des projets qui visent à réduire les émissions et à promouvoir le transfert de technologie à faibles émissions dans des pays en voie de développement (non-annexe 1). Pour la Chine, le MDP est une occasion d'attirer des investissements étrangers en même temps que d'acquérir des technologies modernes.

La Chine est un des plus importants pays hôtes de MDP. Elle en abrite 265, soit 20 % des presque 1200 projets de MDP enregistrés (ONCC, 2008). L'Inde accueille le plus grand pourcentage de projets, soit 31 %, devant la Chine et le Brésil (13 %). Les projets en Chine sont en moyenne de plus grande envergure que dans les autres pays, puisqu'ils totalisent 52 % de toutes les réductions d'émissions du MDP, soit 115 millions des 222 millions de CRE (équivalant à une tonne de CO₂). L'Inde obtient 14 % et le Brésil 9 % des réductions d'émissions. Soixante pour cent des crédits de carbone de MDP échangés sur les marchés sont générés en Chine. La banque asiatique de développement estime que le MDP pourrait générer des investissements entre 6 et 15 milliards de dollars d'ici 2012 (Wisch, 2007), en accord avec les prévisions du *European Carbon Fund*, qui se situent entre 5 et 10 milliards de dollars (IETA, 2006a).

Le succès de la Chine repose sur une meilleure maîtrise technologique que l'Inde et un secteur énergétique en plus grande croissance que celui du Brésil, ses deux principaux compétiteurs (IETA, 2006b).

Par rapport aux autres pays éligibles au MDP, la Chine adopte une politique particulière, car elle considère les crédits de réduction d'émissions comme des ressources naturelles nationales, au même titre que le pétrole ou l'eau. En conséquence, elle limite la participation étrangère à moins de 50 %, garantissant ainsi son contrôle sur les projets de MDP, contrairement à d'autres pays, dans lesquels l'investisseur exerce souvent le contrôle total sur les projets. Cela garantit à la Chine une partie des revenus de la vente de crédits de carbone. Mais plus que cela, les partenariats et les entreprises conjointes (*joint ventures*) établis à cette fin facilitent les transferts de technologie et permettent également à la Chine de déterminer les modalités d'implantation des projets de MDP (IETA, 2006b).

Les projets de MDP approuvés en Chine comprennent la production d'énergie renouvelable (l'hydroélectricité, l'énergie éolienne et l'énergie solaire), la récupération de biogaz de décharge, de l'agriculture et de l'élevage, les programmes d'efficacité énergétique (World Bank *et al.*, 2004).

Les technologies de production d'électricité peuvent aussi faire l'objet de projets de MDP. En Chine, en moyenne, 350 g de charbon sont requis pour générer 1 kWh d'électricité, alors que la moyenne des pays industrialisés se situe autour de 220 g; les émissions de CO₂ en Chine sont donc d'un tiers supérieures aux technologies standard (Li, 2006).

Le MDP représente un incitatif important pour l'implantation d'énergies alternatives. Dans le cas de l'énergie éolienne, par exemple, la plupart des projets ne seraient pas économiquement rentables, sans l'inclusion des revenus de la vente de crédits de carbone (IETA, 2006b).

6. La lutte de la Chine contre la dégradation environnementale – comment conjuguer croissance et préservation d'un environnement viable?

Comme nous l'avons vu plus haut, la Chine a réagi à la dégradation de l'environnement par de vastes et ambitieux programmes de protection, comme ceux destinés à la prévention de la désertification et à l'amélioration de la qualité de l'air. Ces efforts se situent dans un cadre réglementaire, politique et institutionnel qui s'est mis en place depuis les années 1982.

6.1 Les lois et les institutions

Depuis le début des années 1980, la Chine s'est dotée d'un arsenal institutionnel et légal pour réglementer son environnement.

Le ministère de la Protection de l'environnement urbain et rural a été créé en 1982. Par la suite, les départements responsables de la protection de l'environnement ont gagné en importance. Ainsi, le Bureau d'État de la protection de l'environnement est devenu en 1998 un ministère à part entière, appelé l'Administration générale de la protection de l'environnement.

La législation environnementale repose principalement sur deux piliers, soit la Constitution de la République populaire de la Chine et la Loi sur la protection de l'environnement.

Selon la Constitution, l'environnement ainsi que les ressources naturelles sont considérés comme des biens communs gérés par l'État. La Constitution de la République populaire de Chine stipule que :

« L'État protège et améliore le milieu écologique et environnemental, et lutte contre la pollution et toutes nuisances. Il garantit l'exploitation rationnelle des ressources naturelles et protège les plantes et les animaux rares. Il est interdit à toute organisation, tout individu d'user d'un moyen quelconque pour s'approprier ou endommager les ressources naturelles ».

La Loi sur la protection de l'environnement vise à « harmoniser l'édification économique, le développement social, la protection environnementale et les droits et devoirs de protection de l'environnement des gouvernements locaux, unités de travail et tout individu » (Office d'information, 1996).

Par la suite, des lois spécifiques sur l'environnement et sur les ressources naturelles ont été promulguées, telles que :

- la Loi sur la prévention et le contrôle de la pollution atmosphérique;
- la Loi sur la prévention et le traitement de la pollution atmosphérique;
- la Loi sur la prévention et l'aménagement de la pollution de l'environnement par les déchets;
- la Loi sur les énergies renouvelables.

De plus, la Loi sur la criminalité qui est entrée en vigueur en 1997 inclut les crimes et les accidents liés à l'environnement. Le Code pénal inclut maintenant neuf infractions criminelles sous le titre de « Infractions qui minent la protection des ressources environnementales » (McGinty et Jetté, 2008).

En plus des lois, une trentaine de règlements nationaux, plus de 600 règlements locaux et de nombreuses normes environnementales ont été adoptés afin de rendre opérationnelle la Loi sur la protection de l'environnement (Office d'information, 1996).

Il est difficile d'évaluer précisément le niveau de respect de la loi dans un pays aussi vaste et peuplé que la Chine. Cependant, au cours des années 1990 et surtout 2000, de nombreuses petites entreprises très polluantes ont été contraintes de fermer ou de suspendre leur production. De grandes entreprises étatiques très polluantes – mais très rentables – ont été obligées de réduire leur niveau de pollution. En 2005, 420 000 entreprises ont été inspectées en Chine, 2682 d'entre elles ont été fermées, 1750 ont dû suspendre leur production et 163 responsables de la pollution ont été sanctionnés pour des cas graves de pollution de l'air (Xinhua, 2005).

6.2 Les programmes environnementaux en Chine

Comme il est décrit plus haut, les programmes environnementaux prioritaires de la Chine s'adressent à l'amélioration de la qualité de l'air, à la lutte contre la désertification, à l'amélioration de la qualité de l'eau et à l'incitation aux énergies renouvelables.

En plus des axes prioritaires mentionnés précédemment, certains autres programmes environnementaux de grande envergure ont été lancés, dont un programme dans le domaine des transports et « l'objectif Beijing ciel bleu » en préparation des Jeux olympiques de 2008.

Les investissements dans le domaine de l'environnement sont considérables. Entre 1986 et 1997, ils ont accaparé 0,7 % du PIB (China Internet Information Center, 1999). En 1998, ils ont dépassé 1 % du PIB, soit 12 milliards de dollars. En tout, entre 1997 et 2000, plus de 50 milliards de dollars ont été investis pour la protection de l'environnement (China ABC, 2005). En plus des investissements directs, La Chine a émis des emprunts nationaux d'un montant d'environ sept milliards de dollars pour des projets environnementaux.

6.3 L'objectif Beijing ciel bleu

L'objectif Beijing ciel bleu, appelé en chinois *mesures urgentes contre la pollution atmosphérique*, est un plan de cinq ans qui vise à améliorer la qualité de l'air dans la ville des Jeux olympiques, vitrine de la Chine. Il était donc important, autant pour l'image du pays que pour la santé des athlètes, de garantir une qualité de l'air acceptable.

Pour cela, plusieurs moyens ont été mis en place, dont certains sont déjà en voie d'implémentation depuis 1998 : la modernisation des fourneaux et des chaudières, le retrait de la circulation de véhicules polluants, le reboisement de milliers d'hectares, la conversion d'une partie des autobus de la ville au gaz, la mise aux normes ou l'arrêt de production des industries polluantes en zone urbaine, la réduction des rejets de particules des chantiers.

Dans le domaine du transport, la conversion des taxis et des autobus de la ville au gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou au gaz naturel comprimé (GNC) progresse. Au moment des Jeux olympiques, 1630 autobus et plus de 30 000 taxis fonctionnaient au gaz, soit 41 % du parc de véhicules de transport en commun. Les 2000 autobus diesel utilisent depuis 2003 le diesel à basse teneur en soufre.

Pour les deux millions de véhicules, des normes d'émission et de consommation équivalant à celles de l'Europe ont été instaurées. La norme Euro 3, en vigueur dans l'Union européenne depuis 2001, sera également la règle à Beijing pour tous les véhicules neufs. Les véhicules en circulation devront être munis d'une vignette. Les voitures neuves répondant aux normes Euro 1, puis à celles d'Euro 2 depuis 1999, auront une vignette verte et les plus vieilles auront une vignette jaune qui signifie qu'elles seront assujetties à des contrôles trimestriels obligatoires.

Des rapports quotidiens sur la pollution de l'air sont effectués. L'Institut national de la recherche agronomique effectue des mesures quotidiennes de la qualité de l'air. À cette fin, elle investit dans le développement des techniques de prélèvement d'échantillons. Les instruments de mesure capables de mesurer les polluants complexes émis par l'industrie chimique à proximité immédiate de Beijing font cependant encore défaut.

6.4 L'éducation et l'implication de la population

L'implication de la population chinoise est importante pour le succès des mesures de protection de l'environnement. À cette fin, le gouvernement organise des campagnes de sensibilisation. L'environnement a été inclus dans les cursus scolaires. Des lignes téléphoniques sont mises à la disposition de la population pour signaler des problèmes environnementaux. Les rapports sur la qualité de l'environnement sont rendus publics (China ABC, 2005).

CONCLUSION

La croissance économique et énergétique semble à première vue placer la Chine devant des problèmes environnementaux insolubles. La pollution de l'air, les pluies acides, mais aussi la surexploitation des ressources hydriques, la désertification, les changements climatiques, la pollution industrielle créent une situation hautement problématique avec des retombées négatives graves pour la santé et le bien-être de la population.

Cependant, le gouvernement chinois ne reste pas les bras croisés devant cette rapide dégradation de l'environnement. Au contraire, il a déployé des efforts qui dépassent souvent ce qui se fait dans les pays industrialisés. La lutte contre la désertification a connu des succès tangibles. Les programmes d'amélioration de la qualité de l'air ont également apporté une amélioration de la situation, au prix d'interventions drastiques et résolues. La volonté de développement des sources d'énergie renouvelables fera sous peu de la Chine un leader mondial dans le domaine de l'énergie éolienne, de l'énergie solaire et de l'hydroélectricité. L'énergie nucléaire, bien que contestée pour d'autres raisons, pourra aussi contribuer à réduire les émissions du pays. En profitant des investissements étrangers, entre autres dans le cadre du mécanisme de développement propre du protocole de Kyoto ou du partenariat Asie-Pacifique sur le climat, le développement et l'appropriation des technologies de pointe en énergies alternatives et en technologies fossiles plus propres, mèneront à moyen terme à un secteur énergétique plus efficace et donc moins émetteur des CO₂.

Le système politique chinois, qui se caractérise par un gouvernement central fort et en même temps par une libéralisation de l'économie, semble capable de mettre en place d'ambitieux programmes. Le gouvernement est en mesure d'imposer autant à la population qu'à l'industrie des changements substantiels dans certaines manières de faire. La libéralisation de l'économie et, bien sûr, le potentiel de croissance exceptionnel de la Chine sont à même d'attirer d'importants investissements dans le domaine des technologies environnementales. Ces efforts sont quelque peu freinés par la difficulté de gérer de manière centralisée et efficace un pays si vaste et peuplé, en plus d'un problème de corruption présent à beaucoup de niveaux de la société.

La question centrale de l'avenir de l'environnement et des émissions de gaz à effet de serre est celle de la vitesse de croissance de l'économie et de la demande énergétique. Si celle-ci se poursuit au même rythme qu'actuellement, avec des taux de croissance autour de 10 % par an, tous les efforts de réduction des émissions spécifiques et de la réorganisation du secteur énergétique seront pris de vitesse par l'augmentation de la demande absolue.

Le niveau de vie de la Chine est très contrasté. Dans les grandes villes comme Shanghai ou Beijing, le modernisme est de mise dans tous les domaines, tandis que, dans les régions rurales, la vie reste très différente d'un mode de vie à l'occidentale d'une société basée sur l'énergie.

Il est clair qu'une stabilisation du climat ne sera pas possible si la Chine atteint des niveaux d'émission par personne comparables à ceux de l'Amérique du Nord ou même de l'Europe. En 2007, un habitant de la Chine émettait en moyenne le tiers d'un Américain du Nord moyen. En même temps, les aspirations des Chinois à un niveau de vie comparable à celui des sociétés occidentales ne sauraient être mises de côté. Il est donc essentiel que la Chine collabore avec les pays occidentaux et le marché mondial pour effectuer une transition vers une société faible en carbone.

La taille et la rapidité de la croissance de l'économie chinoise conjuguées au désir d'innovation et à la conscientisation croissante vis-à-vis des problèmes environnementaux en fait un laboratoire idéal pour l'expérimentation à grande échelle de solutions climatiques, dans le domaine de l'énergie, du transport, de l'architecture ou de l'urbanisme. Ainsi, la Chine détient le potentiel de contribuer de manière importante à la résolution de la problématique climatique dans les décennies à venir.

Références

AEA Technology. 2007. AEA appointed to manage Chinese CCS program. *Carbon Capture Journal*, 13 décembre, [En ligne]. <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=123&PHPSESSID=nk1tk8d4665snct93ljo9q3ng6> (Consulté le 11 juin 2009)

Agence France Presse (AFP). 2003. Une pollution atmosphérique alarmante en Chine. *Notre Planète*, 10 octobre, [En ligne]. http://www.notre-planete.info/actualites/actu_245_pollution_atmospherique_Chine.php (Consulté le 11 juin 2009)

Agence France Presse (AFP). 2004. Number of cars in China to rise seven-fold by 2020. *Business Report*, 3 septembre, [En ligne]. <http://www.busrep.co.za/index.php?fSectionId=565&fArticleId=2211763> (Consulté le 11 juin 2009)

AFL-CIO Wal-Mart Campaign. 2005. *Wal-Mart imports from China, exports Ohio jobs*, [En ligne]. http://www.aflcio.org/corporatewatch/walmart/upload/report_ohio.pdf (Consulté le 11 Juin 2009)

- Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC). 2004. *Energy in China : Transportation, electric power and fuel markets*. Institute of Energy Economics, Tokyo, [En ligne]. http://www.iece.or.jp/aperc/pdf/CHINA_COMBINED_DRAFT.pdf (Consulté le 11 juin 2009).
- Bai, X. 2007. China's solar powered city. *Renewable Energy World*, 22 mai, [En ligne]. <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2007/05/chinas-solar-powered-city-48605> (Consulté le 11 juin 2009)
- Asian Development Bank (ADB). 2007. ADB assisting in PRC's water pollution management project. *Asian Development Bank*, [En ligne]. <http://www.adb.org/media/Articles/2007/12215-chinese-pollution-projects/> (Consulté le 11 juin 2009)
- Baumert, K. A., Herzog, T., Pershing, J. 2005. *Navigating the numbers : Greenhouse gas data and international climate policy*. World Resources Institute, [En ligne]. <http://www.wri.org/publication/navigating-the-numbers> (Consulté le 11 juin 2009).
- Beyond Petroleum (BP). 2007. *BP Statistical review of world energy*, [En ligne]. <http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9023753&contentId=7044109> (Consulté le 15 août 2008)
- Bové, J., Dufour, F., Luneau, G. 2001. *Le Monde n'est pas une marchandise. Des paysans contre la malbouffe*. Pocket, Paris.
- British Broadcasting Company (BBC). 2006. Woman tops China's new rich list. *BBC news*, 11 octobre, [En ligne]. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/6039296.stm> (Consulté le 11 juin 2009)
- British Geological Survey. 2007. Leading China closer to carbon capture and storage. *ScienceDaily*, 8 septembre, [En ligne]. <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/11/071120104545.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Brown, L. R. 2005. China replacing the United States as world's leading consumer. *Earth Policy Institute*, [En ligne]. <http://www.earth-policy.org/Updates/Update45.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Brown, L. R. 2003. China losing war with advancing deserts. *Earth Policy Institute*, [En ligne]. <http://www.earth-policy.org/Updates/Update26.htm> (Consulté le 11 juin 2009)

- Brown, L. R. 2001. Falling water tables in China may soon raise food prices everywhere. *Earth Policy Institute*, [En ligne]. <http://www.earth-policy.org/Alerts/Alert1.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Budin, V., Jouve, M. 2005. Chine : la croissance au mépris de l'environnement. *Sur la route du monde*, [En ligne]. <http://pagesperso-orange.fr/surlaroutedumonde/dvt/chineenviron.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Bundesbank . 2007. Warenhandel/China/Außenhandel einschl. Ergänzungen, Ausfuhr (fob), *Zeitreihe EE1061*, [En ligne]. http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_zeitreihen.php?func=row&tr=ee1061&year= (Consulté le 11 juin 2009)
- Butler, R. A. 2007. China to push for sustainable logging overseas. *Mongabay.com*, 25 avril, [En ligne]. <http://news.mongabay.com/2008/0513-china.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Cao, S. 2007. Call to abandon wooden chopsticks. *China Daily*, 10 août, [En ligne]. http://www.chinadaily.com.cn/china/2007-08/10/content_6020039.htm (Consulté le 11 juin 2009)
- Cha, A. E. 2007. China gets cold feet for foreign investment, new regulations spawn fears of economic nationalism, *Washington Post*, 2 février, [En ligne]. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/02/01/AR2007020101700.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- China ABC. 2005. La protection de l'environnement en Chine. *China ABC*, [En ligne]. <http://french.cri.cn/chinaabc/index.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- China consultants. 2007. *China consultants*, [En ligne]. <http://www.china-consultants.biz> (consulté le 15 août 2008).
- China Daily. 2005a. China says water pollution so severe that cities could lack safe supplies. *China Daily*, 7 juin, [En ligne]. http://www.chinadaily.com.cn/english/doc/2005-06/07/content_449451.htm (Consulté le 11 juin 2009)
- China Daily. 2005b. Tunnels under Yellow River to be dugged for water diversion project, *China Daily*, 1^{er} août, [En ligne]. http://www.chinadaily.com.cn/english/doc/2005-08/01/content_465310.htm (Consulté le 11 juin 2009)

- China National Committee for the Implementation of the UNCCD (CCICCD). 2000. *China's national report on the implementation of the United Nation's convention to combat desertification and national action program to combat desertification 2000*.
- China National Committee for the Implementation of the UNCCD (CCICCD). 2006. *China's national report on the implementation of the United Nation's convention to combat desertification 2006*.
- Office d'information du Conseil des Affaires d'État de la République populaire de Chine. 1996. Améliorer petit à petit les systèmes de législation et de gestion. *La protection de l'environnement*, [En ligne]. <http://french.china.org.cn/fa-book/menu5.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- China Internet Information Center. 1999. Pour la protection de l'environnement. *Centre d'information internet de Chine*, [En ligne]. http://french1.china.org.cn/environment/node_2044936.htm (Consulté le 15 août 2008)
- Colin, S. 2006. Hydrologie, hydraulique et hydrologie en Chine. *Note d'introduction suivie d'une synthèse des débats de la séance du 17 mars*. Observatoire géopolitique sur la Chine.
- Cruz, R. V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalma, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C., Huu Ninh, N. 2007. Asia. Dans Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P.J. et Hanson, C.E. (dir.), *Climate Change 2007 : Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 469 à 506.
- CSIRO 2008. CSIRO launches post combustion pilot in Beijing. *Carbon Capture Journal*, 5 août, [En ligne]. <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=251&PHPSESSID=nk1tk8d4665snct93ljo9q3ng6> (Consulté le 11 juin 2009)
- Cygler, M. 2008. Dessaler l'eau de mer est-il une vraie solution? *Science et Vie*, 1090, 42-47.
- Datong, N. 1997. An assessment of the economic losses resulting from various forms of environmental degradation in China. Dans M., Yu-shi, N., Datong, X., Guang, W., Hongchang, V., Smil. *An assessment of the economic losses resulting from various Forms of environmental degradation in China*. Cambridge. American Academy of Arts and Sciences and the University of Toronto, [En ligne]. <http://www.library.utoronto.ca/pcs/state/chinaeco/desert.htm> (Consulté le 11 juin 2009)

- Delfs, R. 2006. China's SO₂ emissions highest in world, *Gristmill*, 1^{er} octobre.
- Dobie, M. 2000. L'agriculture durable dans le bassin du Tarim en Chine. *CRDI Explore*, Nouvelle 210, [En ligne]. http://www.idrc.ca/fr/ev-5265-201-1-DO_TOPIC.html (Consulté le 11 juin 2009)
- Duchemin, E., Lucotte, M., St-Louis, V., Canuel, R. 2002. Hydroelectric reservoirs as an anthropogenic source of greenhouse gases. *World Resource Review*, 14, 334-353.
- Embassy of the People's Republic of China in the USA. 2002. Background : Water diversion project to relieve China's thirsty north. *Embassy of the People's Republic of China in the USA*, [En ligne]. <http://www.china-embassy.org/eng/zt/wto/t36969.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Energy Information Agency (EIA). 2004a. *International Energy Annual 2002*.
- Energy Information Agency (IEA). 2004b. *CO₂ Emissions from fuel combustion (2004 edition)*.
- Erling, J. 2000. China nimmt Abschied von Ein-Kind-Politik. *Die Welt*, 1^{er} février, [En ligne]. http://www.welt.de/print-welt/article500151/China_nimmt_Abschied_von_Ein_Kind_Politik.html (Consulté le 11 juin 2009)
- Feller, G. 2006. Wind power in China. *Ecoworld.com*, [En ligne]. <http://www.ecoworld.com/features/2006/07/15/wind-power-in-china/> (Consulté le 11 juin 2009)
- Fields, S. 2002. Underground fires surface. *Environmental Health Perspectives*, 110, 234.
- Frangs, L. 2006. The business of water, *Eurobiz*, avril 2006, [En ligne]. http://lindsayfrangs.typepad.com/lindsay_frangs/2006/05/the_business_of.html (Consulté le 11 juin 2009)
- Freund, A. 2006. Desertification and social unrest threatens China's economic development. *Deutsche Welle Radio*, [En ligne]. http://www.unccd.int/publicinfo/docs/dw_china-eng.pdf (Consulté le 11 juin 2009)
- Fuggle, R., Smith, W. T., Hydrosult Canada Inc., Agrodev Canada Inc. 2000. *Large dams in water and energy resource development in the People's Republic of China (PRC). Country review*. World Commission on Dams, Cape Town.
- Gallagher, K. S. 2007. China needs help with climate change. *Current History*, novembre, 389-394.

- Gittings, J. 2001. Battling China's deforestation, *Guardian*, 20 mars.
- Gluckman, R. 2000. Beijing's desert storm. *Ron Gluckman's roving reporter pages*, [En ligne]. <http://www.gluckman.com/ChinaDesert.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Gorrie, P. 2008. China's green leap forward. *Toronto Star*, 8 mars.
- Han, T. 1998. *China : From shared poverty to uneven wealth?* The George Washington University, The Elliott School of International Affairs.
- Hardin, G. 1969. The tragedy of the commons. *Science*, 162, 1243-1248.
- Harnsberger, S. 2007. The great floods of 1931 at Gaoyou. *About Gayou homepage*, [En ligne]. http://www.aboutgaoyou.com/history/floods/1931_floods_home.aspx (Consulté le 11 juin 2009)
- Hein, H.-P. 2007. *China Homepage*, [En ligne]. <http://www.hphein.de/index.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Hilgemann, W., Kinder, H. 2007. *Dtv Atlas der Weltgeschichte*, dtv, München.
- Hines, Jr., J. R., Rice, E. M. 1994. Fiscal paradise : Foreign tax havens and American business. *The Quarterly Journal of Economics*, 109, 149-182. Doi :10.2307/2118431
- Institute of Public and Environmental Affairs (IPEA). 2007. China water pollution map. *Institute of Public and Environmental Affairs*, [En ligne]. <http://en.ipe.org.cn/> (Consulté le 11 juin 2009).
- Intergovernmentary Panel on Climate Change (IPCC) 2007. *Fourth assessment report*. IPCC Secretariat, World Meteorological Organization, Genève.
- International Emissions Trading Organisation (IETA). 2006a. *China CDM rules. International Emissions Trading Organisation*, [En ligne]. <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/index.php?IdSitePage=1224> (Consulté le 11 juin 2009)
- International Emissions Trading Organisation (IETA). 2006b. *China - fierce Kyoto rules irk foreign investors*, [En ligne]. <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/index.php?IdSitePage=1223> (Consulté le 11 juin 2009)
- International Institute for Strategic Studies (IISS). 2008. From Kyoto to Bali. *Climate Change*, 14.

- International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2008. China population data. *International Institute for Applied Systems Analysis*, [En ligne]. http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/ChinaFood/data/pop/pop_21_m.htm (Consulté le 11 juin 2009)
- International Tropical Timber Organization (ITTO). 2007a. *Tropical Timber Market Report*, 1^{er} avril, [En ligne]. <http://www.itto.int/en/> (Consulté le 11 juin 2009)
- International Tropical Timber Organization (ITTO). 2007b. *Tropical Timber Market Report*, 18 décembre, [En ligne]. <http://www.itto.int/en/> (Consulté le 11 juin 2009)
- International Water and Sanitation Centre (IRC). 2007. Chine : la publication des données sur la pollution est trop risquée. *Centre international de l'eau et l'assainissement (IRC)*, [En ligne], <http://www.fr.irc.nl/page/41556> (Consulté le 11 juin 2009)
- Jiang, K. 2005. The development of hydroelectricity in China is in a dilemma. *China Economic Net*, [En ligne]. http://en.ce.cn/main/Insight/200504/06/t20050406_3527165.shtml (Consulté le 11 juin 2009)
- Jun, M. 2004. *China's water crisis (Voices of Asia)*. An International Rivers Network Book, Berkeley, 242 p.
- Kaufmann, R. K., Seto, K. C., Schneider, A., Liu, Z., Zhou, L., Wang, W. 2007. Climate response to rapid urban growth : Evidence of a human-induced precipitation deficit. *Journal of Climate*, 20, 2299-2306.
- Larsen, T., Lydersen, E., Tang, D., He, Y., Gao, J., Liu, H., Duan, L., Seip, H. M., Vogt, R. D., Mulder, J., Shao, M., Wang, Y., Shang, H., Zhang, X., Solberg, S., Aas, W., Økland, T., Eilertsen, O., Angell, V., Liu, Q., Zhao, D., Xiang, R., Xiao, J., Luo, J. 2006. Acid rain in China. *Environmental Science and Technology*, 40, 418-425.
- Lasserre, F. 2005. *Transferts massifs d'eau : outils de développement ou instruments de pouvoir?* Presses de l'Université du Québec, Québec, 576 p.
- Leeb, M. 2004. Gasping for victory. *Nature*, 430, 608-609.
- Lemoine, D. 2008. Fuites d'eau sous surveillance. *Vision Durable, Développement durable*, 19 février.
- Li, Z. 2005. Solar energy booming in China. *Worldwatch Institute*, [En ligne]. <http://www.worldwatch.org/node/41> (Consulté le 11 juin 2009)

- Li, Z. 2006. CDM market takes off; China gearing up. *Worldwatch Institute*, [En ligne]. <http://www.worldwatch.org/node/3925> (Consulté le 11 juin 2009)
- Li, J., Gao, H., Shi, P., Shi, J., Ma, L., Qin, H., Song, Y. 2007. *China Wind Power Report 2007*. China Environmental Science Press, Beijing.
- Likun, D. 2006. *Une perception générale de la pollution dans la capitale de Chine : la pollution à Beijing et les Jeux olympiques 2008*. Université de Moncton.
- Liu, Y. 2007. Shrinking arable lands jeopardizing China's food security. *Worldwatch Institute*, [En ligne]. <http://www.worldwatch.org/node/3912> (Consulté le 11 juin 2009)
- Lovgren, S. 2004. Athens Olympics may be most physically demanding ever. *National Geographic*, 5 août.
- Lucotte, M., Schetagne, R., Thérien, N., Langlois, C., Tremblay, A. 1999. *Mercury in the biogeochemical cycle : Natural environments and hydroelectric reservoirs of northern Québec (Canada)*. Springer, New York.
- MacLeod, C. 2006. China's great haul : 15 billionaires. *USA Today*, 11 février, [En ligne]. http://www.usatoday.com/news/world/2006-11-02-chinese-billionaires_x.htm (Consulté le 11 juin 2009)
- Magdelaine, C. 2006. Pollution atmosphérique dramatique à Pékin. *Notre planète*, [En ligne]. http://www.notre-planete.info/actualites/actu_902.php (Consulté le 11 juin 2009)
- Markus, F. 2002. China's history of floods. *BBC News*, 21 août, [En ligne]. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/2207324.stm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Marland, G., Boden, T. A., Andres, R. J. 2005. Global, regional, and national fossil fuel CO₂ emissions. Dans *Trends : A Compendium of Data on Global Change*. Carbon dioxide information analysis center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn.
- Martinot, E., Junfeng, L. 2007. Powering China's development : The role of renewable energy. *Worldwatch Institute*, [En ligne]. <http://www.worldwatch.org/node/5496> (Consulté le 11 juin 2009)

- McGinty, A., Jetté, S. 2008. La société harmonieuse et le droit de l'environnement en Chine : quelques observations. *Chambre de commerce et d'industrie française en Chine*, [En ligne]. http://fce.ccifc.org/2008-05/doc/Lovells_Environnement.pdf (Consulté le 11 juin 2009)
- McGregor, R. 2007. Beijing clouds the pollution picture, *Financial Times*, 2 juillet.
- Mehndiratta, S. 2004. « *A lifetime of walking* ». *Poverty and transport in Wuhan, China*, [En ligne]. <http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/Wuhan.pdf> (Consulté le 11 juin 2009)
- Mission économique (ME). 2003. La pollution de l'air à Pékin. *Ambassade de France, Beijing*, [En ligne]. <http://www.dree.org/documents/106/57496.pdf> (Consulté le 11 juin 2009)
- Musa, T. 2007. Chinese demand drives global deforestation. *Reuters/Mongabay*, 10 juin, [En ligne]. <http://news.mongabay.com/2007/0611-china.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Noël, P., Meidan, M. 2005. *L'approvisionnement énergétique de la Chine, marchés et politiques*, IFRI, Paris.
- Office of National Coordination Committee on Climate Change (ONCC). 2008. Clean development mechanism in China. *China Climate Change Info-Net*, [En ligne]. <http://www.ccchina.gov.cn/en/> (Consulté le 11 juin 2009)
- Peng, C., Ouyang, H., Gao, Q., Jiang, Y., Zhang, F., Li, J., Yu, Q. 2007. Building a « Green » Railway in China. *Science*, 316, 546-547.
- Peabody Energy. 2007. Peabody energy joins China's « GreenGen » project. *Carbon Capture Journal*, 13 décembre, [En ligne]. <http://www.carboncapturejournal.com/displaynews.php?NewsID=122&PHPSESSID=232> (Consulté le 11 juin 2009)
- People's daily online. 2007. China has over 20 million privately-owned cars. *People's daily online*, 28 février, [En ligne]. http://english.peopledaily.com.cn/200702/28/eng20070228_353091.html (Consulté le 11 juin 2009)
- Phoenix Weekly. 2005. The long story about Huaxi/Huankantou. *EastSouthWestNorth*, [En ligne]. http://www.zonaeuropa.com/20050601_1.htm (Consulté le 11 juin 2009)
- Poon, L. 2007. *History of China*, [En ligne]. <http://www-chaos.umd.edu/history/welcome.html> (Consulté le 11 juin 2009)

- PricewaterhouseCoopers. 2005. *China : The risk vs. reward equation*. PwC Automotive Institute.
- Pu, Q. 2003. Integrated strategies to control industrial water pollution in the Yangtze River of China. *International Conference of GIS and remote sensing in hydrology, water resources and environment*, Barrage des Trois-Gorges, Chine, 16-19 septembre.
- Purvis, N. 2007. Climate déjà vu. *Süddeutsche Zeitung*, 12 décembre, [En ligne]. http://www.brookings.edu/opinions/2007/1210_climate_change_purvis.aspx?rssid=purvisn (Consulté le 11 juin 2009)
- Radio86. 2007. 2006 : Année noire de la pollution en Chine. *Radio86*, [En ligne]. <http://www.radio86.fr/la-chine-en-profondeur/les-medias-et-la-chine/3523/2006-annee-noire-de-la-pollution-en-chine> (Consulté le 11 juin 2009)
- Reuters. 2007. China's demand for hardwood drives illegal logging says Greenpeace. 17 avril. *Mongabay*, [En ligne]. <http://news.mongabay.com/2007/0417-reuters.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Richter, A., Burrows, J. P., Nüß, H., Granier, C., Niemeier, U. 2005. Significant increase in tropospheric nitrogen dioxide over China observed from space. *Nature*, 437, 129-132.
- Rodrigue, S. 2008. Montréal veut réduire de moitié les fuites dans son réseau d'eau, *La Presse*, 19 février.
- Rosenberg, D. M., Berkes, F., Bodaly, R. A., Hecky, R. E., Kelly, C. A., Rudd, J. W. M. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews*, 5, 27-54.
- Sauer, A., Wellington, F. 2004. Taking the high (fuel economy) road. *World Resource Institute*, [En ligne]. http://pdf.wri.org/china_the_high_road.pdf (Consulté le 11 juin 2009).
- Scharping, T. 1996. Bevölkerungspolitik und demographische Entwicklung in China, *Forschung in Köln*, 1, 50-58, [En ligne]. <http://www.uni-koeln.de/organe/presse/forsch96/china/index.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Scharping, T. 2002. Bevölkerungspolitik in China. Dans *Leitfaden zu Bevölkerung und Demographie*, Berlin-Institut für Weltbevölkerung und globale Entwicklung.

- Schmitz, G. P. 2007. US seeks alliance with China and India to block climate protection. *Spiegel International*, 3 décembre, [En ligne]. <http://www.spiegel.de/international/world/0,1518,521153,00.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Schwarze, R. 2007. Mehr Realismus in der Klimapolitik. *Helmholtz Zentrum für Umweltforschung*, [En ligne]. <http://www.ufz.de/index.php?de=15718> (Consulté le 11 juin 2009)
- Sciama, Y., Barnéoud, L. 2008. Et si la mer montait de 3 mètres? *Science et Vie*, 1090, 48-71.
- ScienceDaily. 2008. Carbon capture milestone for CSIRO in China. *Globalwarming2020.com*, [En ligne]. <http://www.csiro.au/news/CarbonCaptureMilestone.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Secretariat for Economic Affairs. 2004. *Clean development mechanism in China*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington.
- Seitz, K. 2000. *China im 21. Jahrhundert*. Alfred Herrhausen Gesellschaft. Frankfurt.
- Shinn, R.-S., Worden, R. L. 1994. *Army area handbooks : China army area handbook*. U.S. Department of the Army, [En ligne]. <http://www-chaos.umd.edu/history/handbook.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Spencer, R. 2007. Tibetan shepherds welcome climate change. *The Telegraph*, 16 février, [En ligne]. <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1542788/Tibetan-shepherds-welcome-climate-change.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- St. Louis, V. L., Kelly, C. A., Duchemin, É., Rudd, J. W. M., Rosenberg, D. M. 2000. Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere : a global estimate. *Bioscience*, 50, 766-775.
- State Environmental Protection Administration of China (SEPA). 2005. Report on the state of the environment in China 2004. *Ministry of Environmental Protection the People's Republic of China*, [En ligne]. <http://english.mep.gov.cn/SOE/soechina2004/index.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Strittmaier. 2003. Die Hälfte des Himmels, Das Aus für Chinas Familienpolitik? *Fluter.de, das magazin der Bundeszentrale für politische Bildung*, 25 mars, [En ligne]. <http://www.fluter.de/de/familie/12/1684/> (Consulté le 11 juin 2009)

- Suez. 2004. SUEZ Environnement wins a 35-year water concession for Tanggu, China, [En ligne]. <http://www.archives-suez.com/en/presse/files/suez-in-china--a-long-term-partnership/> (Consulté le 11 juin 2009)
- Times Past. 2002. China's sorrow. *Pausing to remember*, [En ligne]. http://www.pausingtoremember.net/China's_sorrow.html
- Tremblay, A., Therrien, J., Hamlin, B., Wichmannand, E., LeDrew, L. J. 2005. GHG emissions from boreal reservoirs and natural aquatic ecosystems. Dans A., Tremblay, L., Varfalvy, C., Roehm, M., Garneau. (dir.), *Greenhouse gas emissions – fluxes and processes, hydroelectric reservoirs and natural environments*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 209- 231.
- Tschang, C.-C. 2007. China aims to clean up in solar power. *Business Week online*, 11 avril, [En ligne]. http://www.businessweek.com/globalbiz/content/apr2007/gb20070411_628994.htm (Consulté le 11 juin 2009)
- United Nations. 2007. UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *The 2004 revision population databas*, [En ligne]. <http://esa.un.org/unpp/> (Consulté le 11 juin 2009)
- United Nation's Development Programme (UNDP). 2006. Beyond scarcity : Power, poverty and the global water crisis. *Human Development Report*, [En ligne]. <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/> (Consulté le 11 juin 2009)
- United Nation's Environment Programme (UNEP). 2007. Beijing 2008 Olympic Games – an environmental review. *Human Development Report*, [En ligne]. http://www.unep.org/sport_env/Activities/beijingconf07/media/index.asp (Consulté le 11 juin 2009)
- University of Michigan. 2007. *Population growth over human history*, [En ligne]. http://www.globalchange.umich.edu/globalchange2/current/lectures/human_pop/human_pop.html (Consulté le 11 juin 2009)
- US-China Business Council. 2005. Foreign investment in China. *The US-China Business Council*, [En ligne]. <http://www.uschina.org/info/forecast/2007/foreign-investment.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Vidal, J. 2007. Dust, waste and dirty water : The deadly price of China's miracle. *The Guardian*, 18 juillet, [En ligne] <http://www.guardian.co.uk/world/2007/jul/18/china.environment> (Consulté le 11 juin 2009)

- Vörösmarty, C. J., Sharma, K. P., Fekete, B. M., Copeland, A. H., Holden, J., Marble, J., Lough, J. A. 1997. The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world. *Ambio*, 26, 210-219.
- Water technology.net. 2008. South-to-north water diversion project, China. *Water technology.net*, [En ligne]. http://www.water-technology.net/projects/south_north/ (Consulté le 11 juin 2009)
- Watts, J. 2007. China wakes up to the dangers of pollution. *Guardian Unlimited*, 18 juillet, [En ligne]. <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jul/18/china.pollution> (Consulté le 11 juin 2009)
- White, A., Sun, X., Canby, K., Xu, J., Barr, C., Katsigris, E., Bull, G., Cossalter, C., Nilsson, S. 2006. *China and the global market for forest products; Transforming trade to benefit forests and livelihoods*, [En ligne]. <http://www.forest-trends.org/documents/publications/China%20and%20the%20Global%20Forest%20Market-Forest%20Trends.pdf> (Consulté le 11 juin 2009).
- Wikipédia. 2008a. Mythologie chinoise. *Wikipédia*, [En ligne]. http://fr.wikipedia.org/wiki/Mythologie_chinoise (Consulté le 11 juin 2009).
- Wikipédia. 2008b. Histoire de la Chine. *Wikipédia*, [En ligne]. http://fr.wikipedia.org/wiki/Histoire_de_la_Chine (Consulté le 11 juin 2009).
- Wisch, V. 2007. China Climate Change Profile. *Allianz*, [En ligne]. http://knowledge.allianz.com/en/globalissues/climate_profiles/climate_china/climate_profile_china_intro.html (Consulté le 11 juin 2009)
- World Bank. 2005. China at a glance. *The World Bank*, [En ligne]. http://www.worldbank.org.cn/English/Content/chn_aag02.pdf (Consulté le 11 juin 2009)
- World Bank. 2007. *Cost of pollution in China. Conference edition*. The State Environmental Protection Administration, Beijing; Rural Development, Natural Resources and Environment Management Unit, East Asia and Pacific Region, The World Bank, Washington; The World Bank Office, Beijing.
- World Bank, 2008. Transport in China. *The World Bank*, [En ligne]. http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPTRANSPORT/34004324-1189182692007/21600796/07-12-19_China_Transport_Sector_Overview_.pdf (Consult le 11 juin 2009)

- World Bank. 2009. China quick facts. *The World Bank*, [En ligne]. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/EASTASIAPACIFICEXT/CHINAEXTN/0,,contentMDK:20680895~pagePK:1497618~piPK:217854~theSitePK:318950,00.html> (Consulté le 15 août 2009)
- World Bank, Ministry of Science and Technology, P. R. China, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Federal Ministry of Economic Cooperation and Development Swiss State Secretariat for Economic Affairs. 2004. *Clean development mechanism in China*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington.
- World Commission on Dams (WCD). 2000. *Dams and development : A new framework. The report or the world commission on dams for decision making*. Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA.
- World Nuclear Association (WNA). 2008. Nuclear power in China. *World Nuclear Association*, [En ligne]. <http://www.world-nuclear.org/info/inf63.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Wu, C., Maurer, C., Wang, Y., Xue, S., Davis, D. L. 1999. Water pollution and human health in China. *Environmental Health Perspectives*, 107.
- Xinhua. 2005. 2,682 companies shut down for discharging wastes. *China.org.cn*, [En ligne]. <http://www.china.org.cn/english/BAT/149960.htm> (Consulté le 11 juin 2009)
- Yang, J., Schreifels, J. 2003. Implementing SO₂ emissions in China. *OECD global forum on sustainable development : Emissions trading concerted action on tradeable emissions permits country forum*, OECD Headquarters, Paris, 17-18 mars.
- Yardley, J. 2008. Olympic nightmare : A red tide in the Yellow Sea. *International Herald Tribune*, 30 juin, [En ligne]. <http://www.nytimes.com/2008/06/30/world/asia/30iht-china.4.14105006.html> (Consulté le 11 juin 2009)
- Yingying, W. 2006. China's worst natural disaster. *Shanghai Daily news*, [En ligne]. <http://www.shanghaidaily.com/article/list.asp?id=82&type=feature&page=19> (Consulté le 15 août 2008).
- Yu, A. L., Danqing, L. 2006. *The privatisation of water supply in China. Reclaiming Public Water*. Transnational Institute, [En ligne]. <http://www.tni.org/books/waterchina.pdf> (Consulté le 11 juin 2009)

- Zhang, K. 2006. Group monitors China's water polluters using online mapping. *Worldwatch Institute*, 26 septembre, [En ligne]. <http://www.worldwatch.org/node/4622> (Consulté le 11 juin 2009)
- Zhao, K. 2007. Study praises China's paper recycling. *AP/China Digital Times*, 14 juillet, [En ligne]. <http://chinadigitaltimes.net/2007/07/study-praises-chinas-paper-recycling-michael-casey/> (Consulté le 11 juin 2009)
- Zhao, L., Gallagher, K. S. 2007. Research, development, demonstration, and early deployment policies for advanced-coal technology in China. *Energy Policy*, 35, 6467-6477.
- Zhu, Z., Wang, T. 1993. Trends in desertification and its rehabilitation in China. *Desertification Control Bulletin*, 22, 27-30.
- Zweites deutsches Fernsehen (ZDF). 2007. Die große Dürre, *Abenteuer Wissen*, 16 août, [En ligne]. <http://www.klimawandel-global.de/klimawandel/folgen/erwarming/tvtipp-zdf-abenteuer-wissen-spezial-die-grosse-durre/> (Consulté le 11 juin 2009)