

www.reseau-asie.com

**Enseignants, Chercheurs, Experts sur l'Asie et le Pacifique /
Scholars, Professors and Experts on Asia and Pacific**

Communication

**Energie et environnement : l'Asie entre en scène
/
Energy and environment : Asia takes the stage**

Jean-Marie MARTIN-AMOUROUX

Centre National de la Recherche Scientifique

3^{ème} Congrès du Réseau Asie - IMASIE / 3rd Congress of Réseau Asie - IMASIE

26-27-28 sept. 2007, Paris, France

Maison de la Chimie, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales,
Fondation Maison des Sciences de l'Homme

Thématique 1 / Theme 1 : Economie, Management et Développement durable / Economy, management and sustainable development

Atelier 3-5 / Workshop 3-5 : Enjeux et dynamiques de la pollution en Asie : Chine, Inde, Japon... / Stakes and dynamics of pollution in Asia: China, India, Japan

© 2007 – Benjamin GUINOT

- Protection des documents / All rights reserved

Les utilisateurs du site : <http://www.reseau-asie.com> s'engagent à respecter les règles de propriété intellectuelle des divers contenus proposés sur le site (loi n°92.597 du 1er juillet 1992, JO du 3 juillet). En particulier, tous les textes, sons, cartes ou images du 1er Congrès, sont soumis aux lois du droit d'auteur. Leur utilisation autorisée pour un usage non commercial requiert cependant la mention des sources complètes et celle du nom et prénom de l'auteur.

The users of the website : <http://www.reseau-asie.com> are allowed to download and copy the materials of textual and multimedia information (sound, image, text, etc.) in the Web site, in particular documents of the 1st Congress, for their own personal, non-commercial use, or for classroom use, subject to the condition that any use should be accompanied by an acknowledgement of the source, citing the uniform resource locator (URL) of the page, name & first name of the authors (Title of the material, © author, URL).

- Responsabilité des auteurs / Responsibility of the authors

Les idées et opinions exprimées dans les documents engagent la seule responsabilité de leurs auteurs.

Any opinions expressed are those of the authors.

Introduction

Aussi longtemps que leur consommation d'énergie dépendait des seules quantités de nourriture qu'elles pouvaient se procurer, les sociétés humaines ne disposaient pas de beaucoup plus de 2 000 kilocalories (kcal) par jour et par habitant. Avec la domestication du feu et la possibilité de brûler du bois, elles sont passées à 4 000 kcal, avant que la domestication des animaux puis les lents progrès de l'agriculture et de la maîtrise des forces de l'eau et du vent leur procurent des disponibilités qui ont crû jusqu'à environ 25 000 kcal. En Europe occidentale, à partir du 18^{ème} siècle, l'exploitation à grande échelle du charbon triple cette consommation qui, sous l'effet de l'industrialisation et de la conquête de nouvelles sources d'énergie (pétrole, gaz naturel, hydroélectricité, nucléaire) dépassera 200 000 kcal dans les pays les plus industrialisés entre les chocs pétroliers de 1973 et 1979 [1]. Dans un monde dont la population a été multipliée par 7 depuis 1800, la diffusion des techniques et du modèle de développement des pays qui se sont industrialisés sur ces bases énergétiques a entraîné une multiplication par 37 de la consommation d'énergie. En 2005, cette dernière s'élève à 12 milliards de tonnes d'équivalent pétrole (tep), tirées du pétrole (34%), du charbon (26%), du gaz naturel (20%), de la biomasse (11%), de l'hydroélectricité et du nucléaire (9%).

Les impacts négatifs de cette croissance énergétique sur l'environnement ne datent pas d'hier. Bien avant la révolution industrielle du 18^{ème} siècle et l'exploitation massive des ressources fossiles, les méfaits de la déforestation ont été dénoncés. Dès le 12^{ème} siècle, elle affecte tous les pourtours de la Méditerranée [2] avant que les grandes forêts de chênes et de hêtres, plus au nord, soient elles-mêmes menacées, victimes des défrichements, des surpâturages et des besoins de bois de feu [3]. Là où leur disparition suscitera le recours au charbon de terre, l'exploitation minière ne sera pas plus bienveillante au regard de l'environnement. Air des cités minières et des grandes agglomérations irrespirable, rivières polluées par l'eau de traitement des charbons, terrils défigurant les vertes vallées de Cornouailles : les descriptions abondent [4].

Jusqu'à la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, ces méfaits environnementaux ont été socialement et politiquement ignorés ou traités comme les conséquences inévitables d'un approvisionnement énergétique, abondant et à bas prix, support d'une forte croissance économique et d'une amélioration des niveaux de vie. Le déclic qui change le cours des choses intervient aux Etats-Unis, au cours des années 1960, lorsque des juges et des politiques deviennent réceptifs aux protestations locales à l'encontre des pollutions atmosphériques ou marines (plages souillées de Santa Barbara en Californie), des implantations de raffineries ou de centrales thermiques, des craintes associées au développement de l'énergie nucléaire [5]. Amplifiées par des publications à succès [6] et une législation que les entreprises commencent à prendre au sérieux (Air Quality Act de 1967, notamment), les questions environnementales font leur entrée dans les politiques de l'énergie, franchissent l'Océan Atlantique et deviennent des objets de négociations internationales. Un moment éclipsées par les questions de sécurité des approvisionnements, suite aux chocs pétroliers de 1973 et 1979, elles reviennent sur le devant de la scène avec la mise en évidence des risques de changement climatique imputables aux émissions de gaz à effet de serre (GES). La Conférence des Nations Unies de Rio de Janeiro en 1992, les travaux du Groupement Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC), puis le Protocole de Kyoto et les conférences chargées d'en suivre l'application ne permettent plus d'ignorer les enjeux environnementaux de l'évolution de la consommation mondiale d'énergie.

Jusqu'au début des années 2000, toutes ces questions restent, avant tout, une affaire de pays industrialisés. La combustion généralisée de bois de feu dans les pays en développement pèse peu au regard de la pollution atmosphérique des grandes métropoles des pays membres de l'OCDE par les émissions d'oxydes de soufre (SO₂), d'oxydes d'azote

(NO_x), de poussières ou de métaux lourds. La localisation des grandes marées noires (Torrey Canyon ou Amoco Cadiz) et des accidents de centrales nucléaires (Three Miles Island ou Tchernobyl) circonscrit aussi géographiquement les discussions relatives aux risques du transport pétrolier et de l'énergie nucléaire. Cette focalisation tient, bien sûr, à la faiblesse des moyens d'expertise et de médiation des pays en développement, mais aussi à la part encore limitée qu'ils prennent dans la consommation mondiale d'énergie. En 1980, cette dernière reste l'apanage de l'Amérique du Nord (28%), de l'Europe de l'Ouest (18%), de l'URSS et de l'Europe centrale (20%), de l'Australie et du Japon (8%), face aux 25% du reste du monde. Rapportée aux populations de chaque région du monde, cette répartition de la consommation révèle de criantes inégalités puisqu'un Asiatique, en moyenne, dispose d'une quantité d'énergie exosomatique environ 16 fois inférieure à celle d'un Nord-américain.

Inégalement d'un pays d'Asie à l'autre, cet écart est en train de se combler. L'Occident découvre qu'il n'est plus le seul à accéder massivement au stock de sources fossiles qui lui a permis, depuis deux siècles, de s'affranchir des limites imposées par les flux de sources renouvelables. Avec un demi-siècle de retard sur Tibor Mende, il constate que la carte du monde est en train de changer à une vitesse surprenante et que son centre de gravité, « se déplace sur la route du Pacifique où, avant de regagner l'Asie, son berceau, il brillera peut-être d'un feu encore plus vif que celui qui jadis incendia la Méditerranée » [7]. Mais industrialisation, du moins jusqu'à présent, rime aussi avec émissions de polluants et de GES. Le centre de gravité de ces dernières se déplace donc aussi. Quelle conscience en prennent les pays asiatiques ? Sont-ils à même, techniquement, mais aussi socialement et politiquement, de l'affronter ?

I – Les impacts environnementaux des activités énergétiques.

Les activités d'extraction, transformation, transport et utilisation de sources d'énergie ne sont pas les seules à menacer les équilibres écologiques, locaux et globaux de la planète. D'autres activités, agricoles, halieutiques et industrielles, lui portent aussi atteintes soit par des pollutions comparables soit par la réduction de la biodiversité, la raréfaction des disponibilités en eaux de bonne qualité ou l'épuisement des sols [8]. Entre toutes, les activités énergétiques paraissent cependant bien être en tête des émissions atmosphériques d'origine anthropique.

Tableau 1. Contribution des activités énergétiques aux émissions atmosphériques.

Emissions	Flux naturel	Origine anthropique (%)	Origine énergétique (%)
- Plomb	25 000 t/an	15	63
- Pétrole dans les océans	500 000 t/an	10	60
- Cadmium	1 000 t/an	8	18
- Oxyde de soufre (SO ₂)	50 000 t/an	1,4	86
- Méthane	210 millions t/an	2,3	23
- Mercure	25 000 t/an	0,7	21
- Oxyde d'azote (NO _x)	33 millions t/an	0,33	20
- Particules	500 millions t/an	0,25	45
- Dioxyde de carbone (CO ₂)	500 milliards t/an de C	0,05	78

Source : World Energy Assessment, 2000.

Par rapport aux volumes d'émissions d'origine anthropique, la contribution des activités énergétiques est proche de, ou supérieure à, 50% dans le cas des particules, du plomb et du pétrole rejeté en mer ; elle est écrasante pour l'oxyde de soufre (SO₂) et le dioxyde de carbone (CO₂). Le passage des émissions aux impacts sur l'environnement (air, eau, sol, sous-sol, végétation...) est rendu délicat par la complexité des interactions entre polluants dans chaque écosystème et par le caractère latent de certains effets. La transformation des impacts en nuisances soulève des difficultés encore plus grandes puisque seule une monétarisation, dont on connaît bien les limites, permet de comparer l'altération irréversible de milieux naturels, les atteintes à la santé des populations ou la détérioration du cadre de vie. En donnant une valeur aux nuisances associées aux impacts des diverses filières de production de l'électricité, certains ont cependant tenté de les comparer.

Tableau 2. Impacts environnementaux comparés des filières électriques.

	Lignite	Charbon	Pétrole	Gaz nat.	Nucléaire	Photovolt.	Eolien	Minihydr
Réchauf. Global	135,00	109,00	97,00	95,80	2,05	15,40	2,85	0,41
Dim. couche ozone	0,32	1,95	53,10	0,86	4,12	3,66	1,61	0,05
Acidification	920,00	265,00	261,00	30,50	3,33	97,00	3,49	0,46
Eutrophisation	9,83	11,60	9,76	6,97	0,28	1,97	0,27	0,06
Métaux lourds	62,90	728,00	244,00	46,60	25,00	167,00	40,70	2,58
Substances cancérig.	25,70	84,30	540,00	22,10	2,05	75,70	9,99	0,76
Brouillard hivernal	519,00	124,00	135,00	3,08	1,50	53,30	1,48	0,15
Brouillard photoch.	0,49	3,05	36,90	3,47	0,32	3,03	1,25	0,06
Radiations ionisantes	0,02	0,05	0,02	0,00	2,19	0,12	0,01	0,00
Résidus	50,90	12,90	0,62	0,58	0,28	1,84	0,29	0,52
Résidus radioactifs	5,28	10,60	7,11	1,34	565,00	34,90	1,83	0,32
Epuisem. Ressources	5,71	5,47	13,60	55,80	65,70	7,06	0,91	0,07
Total	1735,16	1355,92	1398,11	267,11	671,82	460,98	64,67	5,43

Source : Impactos ambientales de la produccion electrica, 2000.

Avec toute la prudence d'interprétation qu'impose ce genre d'évaluation, on ne peut qu'être frappé par les écarts entre filières. Globalement, celles qui transforment des sources fossiles sont nettement plus nocives que les autres, tant en termes d'acidification que de pollution atmosphérique et de réchauffement global, mais leur hiérarchie bénéficie largement au gaz naturel. Sans l'impact supposé très élevé de ses émissions de produits cancérogènes, la filière reposant sur le pétrole passerait derrière celle du charbon qui, après celle du lignite, est bien celle qui porte le plus gravement atteinte à l'environnement, notamment planétaire. Pour un même pouvoir calorifique, son contenu en carbone est beaucoup plus élevé que celui des hydrocarbures qui, comme leur nom l'indique, comportent une part élevée d'atomes d'hydrogène. Or précisément, c'est sur une base charbonnière que la plupart des pays du continent asiatique sont en train de développer leurs économies.

II – En Asie, le charbon-roi : pourquoi ?

Lorsque elle a commencé à s'industrialiser, au 18^{ème} siècle, en exploitant à grande échelle le charbon minéral, l'Europe n'avait pas le choix. Il était la seule source d'énergie fossile que les techniques de l'époque, à l'issue de plusieurs siècles d'apprentissage, étaient capables d'utiliser. Deux siècles plus tard, la situation est bien différente. Pourquoi, une telle appétence pour les combustibles solides en Asie, alors même qu'ils ont reculé dans les autres régions du monde ?

Elle résulte d'abord d'une nécessaire croissance des disponibilités énergétiques dans des pays dont on ignore trop souvent l'extrême faiblesse des consommations d'énergie. Alors

qu'elles sont estimées à 1,77 tep/habitant dans le monde en 2004, dont 4,73 dans les pays de l'OCDE, celles du continent asiatique ne dépassent pas 0,63, soit une moyenne entre le 1,25 de la Chine et le 0,53 de l'Inde. Qui plus est, si la part de ces consommations primaires en provenance de la biomasse (bois de feu, déchets végétaux et animaux) est désormais limitée à 10% en Chine, elle est encore de 28% en Inde, de 47% en Indonésie et de beaucoup plus au Bangladesh ou au Népal. Résultat, les quantités d'énergie utile réellement disponibles sont d'autant plus faibles que les rendements de conversion de ces sources primaires sont compris entre 5 et 10%. A l'opposé, l'électricité qui est à même de satisfaire efficacement les besoins d'éclairage, de chaleur, de réfrigération et de force motrice est délivrée avec parcimonie : 600 kWh/habitant/an, en moyenne pour l'ensemble du continent, contre 2 516 dans le monde, 8 204 dans les pays de l'OCDE, 13 338 aux Etats-Unis. Sur de telles bases, rien d'étonnant à ce que toute avancée de l'industrialisation et de l'urbanisation en Asie se traduise par des taux de croissances de la demande d'énergie et d'électricité perdus de vue en Europe depuis longtemps.

Comment satisfaire l'une et l'autre ? A l'instar des autres régions du monde, l'Asie aurait pu faire appel majoritairement aux hydrocarbures, notamment au pétrole, bien adapté au développement des transports routiers qui s'est finalement imposé là comme ailleurs, et rendu très disponible par un marché mondial performant. Le Japon, jusqu'à un certain point, la Thaïlande, les Philippines, la Malaisie et quelques autres pays ont adopté ce type d'approvisionnement énergétique, du moins jusqu'à ces toutes dernières années, mais la Chine et l'Inde l'ont récusé depuis le début de leur indépendance politique. Pourquoi ? Les données de la géologie ont évidemment joué un rôle. Hors Moyen Orient et Indonésie, l'Asie ne détient qu'une très petite fraction des réserves mondiales de pétrole et de gaz naturel alors que son sous-sol recèle plus du tiers des réserves et des ressources de charbon.

Tableau 3. Réserves et ressources fossiles des grandes régions du monde.

	Charbon		Pétrole	Gaz nat.
Gtec et %	Réserves	Ressources	Réserves	Réserves
Monde	709	3 508	252	211
- Europe	1.8	1.7	1.8	3.5
- Ex-URSS	24.4	49.1	9.5	32.0
- Afrique et Moyen Or.	6.5	3.4	71.7	49.0
- Australasie	33.1	34.2	3.8	7.3
- Amérique du Nord	32.3	10.7	4.4	4.2
- Amérique du Sud	1.9	0.9	8.8	4.0

Source : BGR 2004. Charbon dur (*hard*) uniquement.

Les dotations en ressources fossiles n'expliquent cependant pas tout. Elles n'auraient pas exercé une influence aussi déterminante sur les choix énergétiques de l'Inde et de la Chine sans la volonté des deux pays de limiter au maximum leur dépendance énergétique extérieure. Plutôt que de substituer massivement du pétrole au charbon, à la fin des années 1960, le premier a relancé son industrie charbonnière en la nationalisant. Dix ans plus tard, le second, constatant le fléchissement de sa production de pétrole, a renoncé à en importer et s'est lancé dans une politique de développement tous azimuts de ses mines de charbon (grandes mines d'Etat et petites mines villageoises), seules garantes de son indépendance énergétique [9]. A l'origine de cette orientation, en Chine comme en Inde, un modèle d'industrialisation fortement inspiré de celui de l'Union Soviétique qui a toujours privilégié l'autonomie des industries stratégiques, dont celles de l'énergie. Sa poursuite actuelle, dans un contexte de libéralisation économique, semble plutôt liée à l'ambition des deux pays de devenir des puissances mondiales, ambition jugée incompatible avec une vulnérabilité économique et géopolitique des approvisionnements énergétiques. En découlent des

politiques de contrôle des sources extérieures de pétrole et de gaz ainsi qu' un développement soutenu des sources intérieures, dont celles de charbon. Dans les autres pays d'Asie, plus ouverts sur les approvisionnements extérieurs, le renouveau d'intérêt pour le charbon est surtout porté par la forte hausse des prix relatifs des hydrocarbures et les menaces d'éventuels pics de production (*peak oil* et *peak gas*) au cours des prochaines décennies.

Ces préférences se traduisent par une omniprésence des combustibles solides dans nombre d'usages domestiques (cuisson et chauffage des habitations dans les régions asiatiques à hiver froid), industriels (sidérurgie bien sûr, mais aussi cimenteries, briqueteries, céramiques, chimie) et surtout électriques. A l'exception du Vietnam qui lui avait tourné le dos pendant deux décennies, tous les pays d'Asie sont restés fidèles au thermique-charbon dont la part s'accroît dans leurs parcs de production d'électricité.

Tableau 4. La thermoélectricité-charbon dans les parcs de production des pays d'Asie

	1971	1980	1990	2000	2004
Chine	67.73	52.40	72.43	77.90	77.74
Corée du Sud		6.66	16.76	36.98	38.80
Corée du Nord	35.98	47.99	40.05	43.31	38.58
Inde	42.59	49.54	65.34	68.07	69.05
Indonésie			31.54	36.70	40.13
Japon	16.94	9.60	14.47	21.33	27.45
Malaisie			12.28	6.59	27.90
Taiwan	12.28	13.96	28.66	48.69	53.20
Thaïlande	6.10	9.77	25.02	18.34	15.91
Vietnam	73.30	39.93	23.05	11.80	15.29
Autres pays			18.34	24.71	15.60

Source : IEA.2002. Hong Kong est inclus dans la Chine.

Pour satisfaire la vive croissance de ces usages, les pays asiatiques qui ont épuisé leurs réserves de charbon (Japon, Corée du Sud, Taiwan) sont devenus de grands importateurs de combustibles solides depuis l'Australie et l'Indonésie (ce dernier pays en route vers 200 Mt en 2010 !) tandis que ceux encore bien dotés en ressources ont poussé l'extraction sur leur territoire. Au cours des 30 années écoulées, pendant que la croissance de la production mondiale s'établissait, en moyenne, à 2,5% par an, celle de la Chine et de l'Inde a dépassé les 5% et a porté les industries des deux pays à la première et la troisième place dans le monde.

Tableau 5. Essor des productions de charbon en Asie.

Mt	1973	1980	1990	2000	2005	Tcam %
Chine	417.0	620.2	1050.7	1231.2	2225.6	5.4
Inde	76.7	111.0	211.2	311.4	397.7	5.3
Indonésie	0.2	0.3	10.5	76.6	139.7	227
Vietnam	3.0	5.2	4.6	11.6	27.8	7.2
Corée du Nord	23.2	34.1	35.7	22.5	24.4	0.1
Monde	2235.3	2801.7	3531.7	3619.2	4972.7	2.5

Source : IEA. Hard coal uniquement.

Ces tendances ont peu de chance d'être interrompues au cours des prochaines décennies. Dans la plupart des pays, la multiplication des *black-outs* oblige les industries électriques à pousser les feux. De 470 GW en 2005, le parc électrique chinois est en train de bondir vers 1 200 GW en 2020 et peut-être 2 700 en 2050. L'Inde, l'Indonésie, le Vietnam tentent d'emboîter le pas de leur grand voisin. Partout, le thermique-charbon s'impose comme la filière la moins coûteuse et la plus capable de limiter une vulnérabilité externe que la dépendance pétrolière est en train d'accuser. Même l'Indonésie qui avait pu développer le thermique-gaz y renonce, au profit du charbon, afin de conserver un surplus exportable de gaz, particulièrement précieux aux prix actuels et anticipés de ce combustible sur les marchés internationaux. Et ce n'est pas tout. Jusque là marginal dans la production de carburants, hors Afrique du Sud, le charbon pourrait remplacer une partie du pétrole brut que la Chine devra importer à horizon 2020. Les *coal-to-liquids* y ont en effet le vent en poupe. Le Groupe Shenhua ne poussera peut-être pas aussi loin qu'il l'avait envisagé le développement de son procédé de conversion directe, mais de nombreuses usines utilisant la conversion indirecte sont en construction dans les provinces du Shanxi, du Shaanxi et de Mongolie. Si tous les projets aboutissent la Chine pourrait écouler 200 Mt supplémentaires de charbon d'ici 15 ans pour produire 70 Mt d'équivalent pétrole [10].

III. De sérieuses menaces sur l'environnement local.

La très forte croissance de la consommation de charbon dans la plupart des pays asiatiques, et de sa production dans certains d'entre eux, ont considérablement dégradé l'environnement immédiat des installations d'extraction et d'utilisation. Longtemps négligées au nom des impératifs de la croissance économique, les nuisances locales sont de plus en plus fréquemment dénoncées et, parfois, combattues, tant au stade de l'extraction qu'à celui de l'utilisation des combustibles.

Les premières varient considérablement d'un lieu à l'autre, pour des raisons tenant surtout aux modes d'extraction du charbon. En Chine, où l'exploitation souterraine domine (80% de la production), la mortalité et la morbidité sont les plus élevées du monde, sans que l'on puisse avancer de données très précises, puisque le nombre officiel de 4 000 mineurs décédés annuellement dans des accidents, entre 2000 et 2005, pourrait avoir été de deux à quatre fois plus élevé. En cause, la difficile fermeture des petites mines qui se sont multipliées, hors de tout contrôle sérieux, au cours des années 1980 et 1990. Depuis, les restructurations industrielles et la sévèrisation des normes de sécurité dans les mines des grands groupes ont permis de redresser la situation. En Inde où l'exploitation charbonnière s'effectue majoritairement à ciel ouvert, les impacts miniers sont très différents. Ils revêtent la forme d'empiètements sur les terres agricoles et les espaces boisés (32 000 ha auraient ainsi été prélevés au cours des années 1980) associés à des déplacements massifs de population (peut-être 2,5 millions depuis l'Indépendance) effectués sans grand ménagement, au nom d'un Land Acquisition Act datant de l'époque coloniale [11]. Dans tous les pays, l'extraction charbonnière est synonyme d'accumulations de déchets qui sont des sources de pollution des sols, des cours d'eau et de l'air (cendres volantes et combustion spontanée des résidus de charbon).

Certaines de ces nuisances se retrouvent sur les lieux de transport et d'utilisation du charbon, mais elles sont de peu d'importance au regard de celles engendrées par les émissions de polluants atmosphériques, surtout lorsque les techniques de combustion sont anciennes (nombreuses petites centrales thermoélectriques chinoises datant d'avant la deuxième guerre mondiale ou des années 1950) et les combustibles de qualité médiocre (contenu en cendres très élevé des charbons indiens). Lorsque ces émissions se conjuguent avec celles des foyers domestiques qui se chauffent au charbon, comme dans le nord de la Chine, les volumes de polluants émis en zones urbaines sont considérables.

Tableau 6. Evolution des émissions atmosphériques en Chine

Mt	SO ₂	Particules	CO ₂
1980	16.00	14.85	1 396
1985	13.24	12.95	1 728
1990	14.95	13.24	2 256
1995	23.70	24.71	2 977
2000	19.95	11.65	2 935
2001	19.48	10.70	2 999
2002	19.27	10.12	3 208
2003	21.59	10.49	3 719
2004	22.55	10.95	3 831
2005	25.49	11.83	

Sources. Pour le SO₂ et les particules : China Energy Databook. Les bases des séries ont été modifiées en 1995. Pour le CO₂, IEA, CO₂ Emissions from fuel combustion (2006).

En Chine, entre 1980 et 2005, le volume annuel de particules émises semble avoir diminué, le rythme de modernisation des chaudières ayant été plus rapide que celui de leur expansion, mais celui des émissions de SO₂ n'est pas loin d'avoir doublé parce que très peu d'appareils de désulfuration ont été installés. Les émissions de NO_x, de leur côté, n'ont jamais cessé de croître, mais leur doublement entre 2000 et 2004 est imputable au trafic routier et non à la production d'électricité qui ne représente plus que 35% des 20 Mt rejetées annuellement dans l'atmosphère [12]. En Inde, les volumes émis de SO₂ et de NO_x sont moindres parce que le pays consomme moins de charbon, mais l'atmosphère est chargée des 80% de cendres rejetées par la combustion de charbons qui en contiennent de 24 à 45% et qui dans leur très grande majorité ne sont pas lavés. Toutes ces émissions sont à l'origine de graves nuisances. Dans les villes indiennes, plus de 100 000 décès prématurés leur seraient imputables annuellement. En 2005, 40% du territoire chinois sont affectés par des pluies acides qui imprègnent le sol, les cours d'eau et la végétation, surtout dans le sud. Les cancers du poumon, dont 70 à 80% proviendraient de la pollution atmosphérique, sont devenus la première cause de mortalité à Beijing, selon la State Environmental Protection Administration (SEPA). Avec un grand retard sur le Japon, Taiwan et la Corée du Sud, les deux grands pays charbonniers du continent commencent à s'attaquer sérieusement à ces émissions. La loi de contrôle de la pollution atmosphérique, promulguée en Chine en 1987, a été renforcée à plusieurs reprises, rendant la désulfuration obligatoire sur toute nouvelle centrale thermique, avant d'être suivie par celle de dépoussiéreurs électrostatiques et de réducteurs catalytiques de NO_x. En dépit de ses faibles moyens, la SEPA s'efforce de faire appliquer ces nouvelles normes qui devraient permettre de réduire de 10% en 2010 puis de 30 à 60% en 2020 les volumes de polluants émis. En Inde, toute nouvelle centrale est désormais tenue d'être équipée de précipitateurs électrostatiques et toute nouvelle mine de plus de 2,5 Mt/an de lavoirs réduisant au maximum la teneur en cendres des combustibles.

Au terme d'une vingtaine d'années, si rien n'entrave la disparition des petites chaudières à charbon et la modernisation des grandes, la Chine et l'Inde pourraient être proches de la maîtrise de leurs principales émissions polluantes. Il n'en sera pas de même de leurs émissions de GES qui croissent pourtant très vite et qui vont contribuer à la croissance attendue des émissions mondiales à un rythme bien supérieur à celui des autres régions [13].

Tableau 7. Emissions de CO₂ du continent asiatique

	Emissions 1990 (Gt)	Emissions 2004 (Gt)	Emissions 2030 (Gt)	Tcam 2004/1990	Contrib. 2004 (%)	Contrib. 2030 (%)
Monde	20.5	26.1	40.4	1.7	100	100
OCDE	11.0	12.8	15.5	1.1	49.0	38.4
Asie	3.6	7.3	15.7	5.2	28.0	38.9
Chine	2.3	4.8	10.4	5.4	18.4	25.7
Inde	0.6	1.1	2.5	4.4	4.2	6.2

Source. IEA. L'Asie s'entend hors Japon, Taiwan et Corée du Sud.

IV. Quelles réactions face aux risques de changement climatique ?

La Chine, l'Inde et la plupart des pays asiatiques ont ratifié la convention des Nations Unies sur le climat et le protocole de Kyoto, mais, ne faisant pas partie des pays dits de l'Annexe 1 (à l'exception du Japon), ils ne se sont pas engagés à réduire leurs émissions moyennes de GES sur la période 2008-2012. Dans leurs déclarations officielles, les deux grands pays asiatiques s'en sont tenus aux principes de « responsabilités communes mais différenciés » et de « à chacun selon ses moyens ». Pas question donc de sacrifier leur développement à la lutte contre un changement climatique historiquement lié à la croissance des pays industrialisés. A l'issue de la conférence de Bali (décembre 2007), les représentants des économies émergentes se sont cependant, pour la première fois, engagés à des actions appropriées de limitation des émissions de GES sur leur territoire, sous réserve de recevoir technologies et moyens financiers des pays riches. Que peuvent-ils faire réellement ?

Une partie de la réponse échappe aux politiques de l'énergie dans les pays où plus de 20% des émissions de GES ont pour origine la déforestation, l'assèchement des tourbières, l'élevage bovin et la culture du riz. En Inde, ce pourcentage semble même très supérieur [14].

Tableau 8. Emission de GES en Inde.

	Gaz émis	% total
Thermoélectricité charbon	CO ₂	29.9
Sidérurgie	CO ₂	8.8
Cimenteries	CO ₂	5.1
Elevage du cheptel	CH ₄ , N ₂ O	12.6
Culture du riz	CH ₄	6.6
Combustion de biomasse	CH ₄ , N ₂ O	5.2
Usage d'engrais artificiels	N ₂ O	4.1
Transport	CO ₂	9.5
Dépôts d'ordures	CH ₄	3.8
Autres sources	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	14.4

Source. Shukla P.R. and others. India's NON CO₂, op. cit, P. 462.
Les % sont calculés sur des GES en équivalents CO₂.

Pour le reste, c'est bien d'un infléchissement des politiques énergétique que dépend une moindre croissance des émissions au cours des prochaines décennies. Une approximation des marges de manœuvre des pays asiatiques peut être tirée de la relation suivante :

EMI = POP x PIB/POP x ENE/PIB x EMI/ENE, dans laquelle,

- EMI exprime le volume annuel de toutes les émissions imputables aux activités énergétiques,
- POP, la population du pays concerné et PIB, son produit intérieur brut
- ENE, sa consommation annuelle d'énergie primaire, toutes sources confondues.

En raisonnant sur les taux de croissances de ces grandeurs au cours d'une période de temps donné, par exemple entre 2007 et 2050, on constate qu'une stabilisation du volume annuel des émissions, compte-tenu des croissances inévitables de la population (au moins 0,5% par an) et de l'activité économique (au moins 3 à 4% par habitant), implique une forte décroissance annuelle de ENE/PIB et de EMI/ENE. Dans quelles proportions ?

ENE/PIB exprime l'intensité énergétique de l'activité économique, c'est-à-dire, la quantité d'énergie primaire incorporée dans chaque unité de PIB. Partant de niveaux très élevés (une industrialisation inspirée du modèle soviétique n'a pas été particulièrement économe en énergie), la Chine a considérablement réduit son ENE/PIB entre 1980 et 2005, ce qui lui a permis d'assurer la croissance de son PIB au rythme annuel de 10% en limitant à 5% celui de sa consommation d'énergie. Le Gouvernement chinois affiche sa volonté de poursuivre sur cette voie à l'avenir, avec l'objectif retenu par le 11^{ème} Plan (2006-2010) d'une nouvelle réduction de l'intensité énergétique de 20% en 5 ans. Les efforts de modernisation des cokeries, des cimenteries et des centrales thermoélectriques (unités de 650 MW_e supercritiques avec des rendements $\geq 40\%$) vont bien dans ce sens, mais l'objectif a peu de chance d'être atteint, tant les autres aspects de la croissance économique (construction de logements et transport routier, notamment) sont gourmands en énergie. Dans les autres pays asiatiques, l'intensité énergétique n'a jamais décrû jusqu'à présent, parce que les préoccupations d'efficacité énergétique n'y sont pas prioritaires. Seule la très forte hausse des prix du pétrole pourrait changer cet état des choses dans les pays qui importent la plus grande partie de leur approvisionnement.

S'ils ne parviennent pas à réduire leur intensité énergétique (ENE/PIB) d'au moins 2% par an, les pays asiatiques peuvent-ils tabler sur un rythme de décarbonisation de leur approvisionnement énergétique (EMI/ENE) du même ordre de grandeur ? Les voies pour y parvenir passent par le recours à des sources d'énergie non-carbonées (nucléaire et renouvelables) ou moins carbonées que le charbon (hydrocarbures). L'une et l'autre sont semées d'obstacles. Ouverte par le développement de l'hydroélectricité dans nombre de pays du continent, puis la construction de centrales nucléaires au Japon, en Corée, Taiwan, Chine et Inde, plus récemment enfin par le lancement de programmes éoliens d'une certaine ampleur en Inde et en Chine, la première voie va être poursuivie, mais sans possibilité de casser la croissance attendue de la consommation de charbon. La seconde l'épaulerait efficacement, si les pays asiatiques, autres que l'Indonésie, l'Indonésie et le Myanmar accédaient plus facilement aux sources d'approvisionnement en gaz naturel. Tel ne sera pas le cas, tant que les grands projets de gazoducs, depuis la Russie et l'Asie centrale, seront arrêtés ou indéfiniment retardés pour des raisons plus politiques (traversée de l'Afghanistan ou du Pakistan pour l'Inde, méfiance à l'égard de la Russie, pour la Chine) qu'économiques. Ne reste donc qu'un approvisionnement par gaz naturel liquéfié (GNL), encore trop coûteux pour pouvoir concurrencer le charbon. A terme, la combustion de ce dernier pourra faire l'objet d'un captage-stockage du CO₂ (CCS), ce qui est une autre façon de décarboniser l'approvisionnement énergétique. La Chine ne néglige pas cette éventualité. Avec d'autres pays asiatiques, elle va recevoir des appuis internationaux puisque le CCS a été inclus dans les mécanismes de développement propre par la conférence des Nations Unies de Bali. Les délais de mise en œuvre d'une technologie encore dans l'enfance sont cependant trop longs pour pouvoir infléchir la croissance des émissions de GES à l'horizon de quelques décennies.

Conclusion.

Les grands défis environnementaux associés à l'approvisionnement énergétique mondial sont bien en train de se déplacer vers l'Orient. C'est sur ce continent que se rencontrent aujourd'hui les villes les plus contaminées par les pollutions issues de l'usage des sources d'énergie fossiles. Ce sont les pays asiatiques qui prennent la tête des plus gros émetteurs de CO₂, même si, par habitant, leurs émissions restent faibles (1 tonne en Inde et 4 en Chine

contre 8 en Europe et 19 aux Etats-Unis). Essor démographique, aspirations à un développement économique inspiré de celui de l'Occident et dotations en ressources très carbonées ne pourront qu'accroître globalement les impacts environnementaux des activités énergétiques. Là où les nuisances immédiates sont déjà très prégnantes, les autorités publiques commencent à réagir. On peut donc s'attendre à une progressive maîtrise des émissions polluantes urbaines dans les pays, tels la Chine, capables de moderniser rapidement leurs parcs de grandes installations thermiques, de remplacer le charbon par de l'électricité dans les usages résidentiels et, peut-être, de stabiliser, avant de les réduire, les pollutions engendrées par le trafic routier. En revanche, les trajectoires des émissions de GES seront très longues à infléchir, même si la communauté internationale mobilise d'importants moyens, technologiques et financiers, en faveur de l'Asie. Rien, en l'état actuel des connaissances, ne permet d'imaginer la poursuite du mode de développement adopté sans une forte croissance des consommations de charbon dont le captage-stockage du CO₂ à grande échelle restera hors de portée au moins jusqu'au milieu du siècle en cours.

Références.

- [1] COOK Earl, « The Flow of Energy in an Industrial Society », *Scientific American*, September 1971, pp. 135-144.
- [2] CIPOLLA M. Carlo, *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Il Mulino, Bologna, 1980 (terza edizione riveduta), 348 pages.
- [3] GIMPEL Jean, *La révolution industrielle au Moyen Age*, Editions du Seuil, Paris, 1975, 244 pages.
- [4] LLEWELLYN Richard, *Qu'elle était verte ma vallée*, Editions Jeheber, Genève, 1942, réédité en livre de poche, 1961, 498 pages.
- [5] FREEMAN S. David, *Energy, the New Era*, Vintage Books, New York, 1974, 386 p.
- [6] MEADOWS Denis, *Halte à la croissance*, Fayard, Paris, 1972, 225 pages.
- [7] MENDE Tibor, *Regards sur l'histoire de demain*, Editions du Seuil, Paris, 1954, traduit de l'anglais par Mario Levi, 171 pages.
- [8] BOURRELIER Paul-Henri et DIETHRICH Robert, *Le Mobile et la Planète ou l'enjeu des ressources naturelles*, Economica, Paris, 1989, 627 pages.
- [9] THOMSON Elspeth, *The chinese coal industry : an economic history*, Routledge, London, 2003, 412 pages
- [10] MARTIN-AMOUROUX Jean-Marie, Charbon chinois et développement durable, *Perspectives chinoises*, 2007, 1, pp. 42-51.
- [11] LAHIRI-DUTT Kuntala, *Coal mining industry at the crossroads : Towards a Coal policy for liberalizing India*, ASARC Working Paper, November 2007, 27 pages.
- [12] MARTIN-AMOUROUX Jean-Marie, Charbon, op. cit, p. 47.
- [13] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *World energy outlook 2007, China and India Insights*, OECD, Paris, 2007, 663 pages.
- [14] SHUKLA P.R., GARG Amit, KAPSHE Manmohan, NAIR Rajesh. India's Non CO₂ GHG Emissions – Development Pathways and Mitigation Flexibility, *The Energy Journal*, 206, Multi Greenhouse Special Issue, pp. 461-483.