

L'impact du développement urbain en Chine sur le réchauffement climatique

JULIEN ALLAIRE

Dans le bilan énergétique chinois, les secteurs non industriels apparaissent presque secondaires tant les consommations industrielles sont grandes. L'énergie consommée pour les transports, le résidentiel et les services représente seulement la moitié de l'énergie consommée par l'industrie chinoise. Toutefois, depuis le début des réformes, les consommations finales urbaines ont pris de plus en plus de place au côté du secteur secondaire. La structure de la consommation d'énergie chinoise s'est transformée durant cette période du fait des changements industriels et de l'urbanisation rapide du pays. Le développement urbain a ainsi entraîné une forte croissance de la consommation d'énergie de ces secteurs.

Pendant la période maoïste, le développement urbain était restreint. Le régime développait un sentiment anti-urbain et la ville était vouée à la production. La situation a changé avec les réformes. La main-d'œuvre excédentaire en zone rurale a migré vers la ville pour travailler dans les nouvelles activités économiques et, en 25 ans, la population urbaine a triplé, dépassant le demi milliard de personnes en 2003. Sur cette période, les conditions de vie pour les ménages urbains ont fortement évolué. Leur pouvoir d'achat a été multiplié, les appartements sont devenus plus spacieux et plus confortables et les consommations d'énergie ont fortement augmenté.

Le développement urbain peut engendrer une ville plus ou moins émettrice de gaz à effet de serre en fonction de l'intensité énergétique de deux éléments spécifiques : le confort thermique et les transports. L'efficacité énergétique de ces deux services urbains, qui représentent une part importante de la consommation d'énergie, est un point central du défi de la ville durable en Chine comme, d'ailleurs, dans les autres pays en voie d'urbanisation rapide. La phase initiale de construction de la ville est dès lors cruciale. Elle fige en effet cette dernière dans un certain modèle de dépendance énergétique.

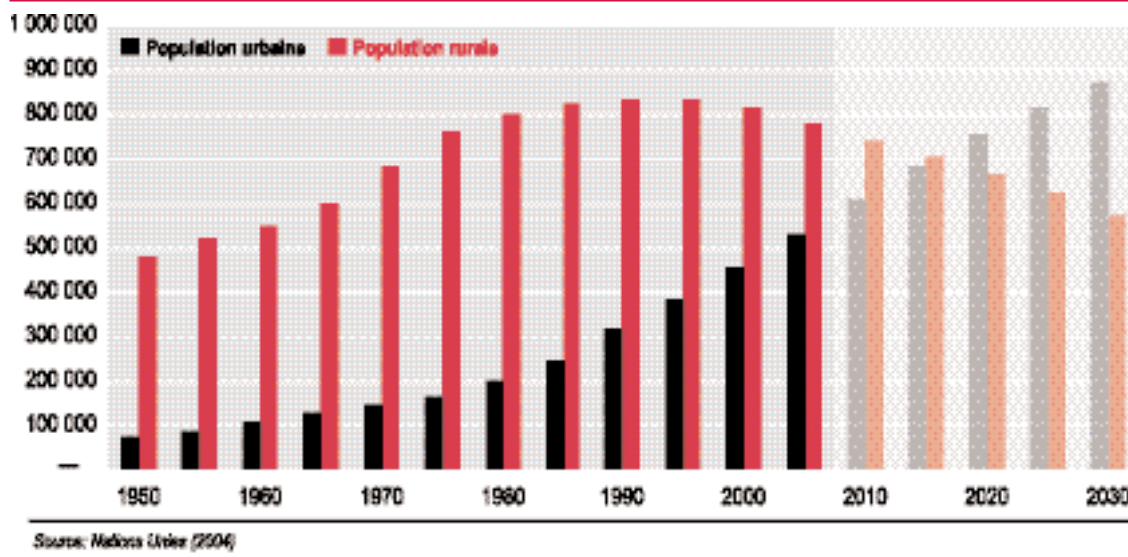
En 20 ans, la Chine est parvenue à réduire très fortement l'intensité énergétique de l'industrie. Mais quelle est l'efficacité énergétique de l'urbanisation chinoise ? L'habitat et la mobilité sont-ils efficaces énergétiquement ou présagent-ils une forte pression sur le climat pour les décennies à venir ?

Dans cet article, nous allons, dans un premier temps, présenter l'ampleur du développement urbain avant de considérer la consommation d'énergie fossile destinée à la construction même des villes. Ensuite, nous nous intéresserons à la dépendance énergétique qui se développe en même temps que les villes s'érigent, en nous focalisant sur les consommations pour l'habitat et la mobilité.

Le boom démographique urbain

L'urbanisation de la population, en Chine plus qu'ailleurs, est difficile à chiffrer statistiquement. Les critères de désignation de la population urbaine ont été plusieurs fois modifiés depuis le début des réformes et il faut accepter une certaine marge d'erreur. Nous nous basons ici sur les

Figure 1. Population rurale et population urbaine de 1978 à 2003 (en milliers d'individus)



données des Nations unies qui ont été ajustées aux critères actuels⁽¹⁾.

Selon ces statistiques, le taux d'urbanisation est passé officiellement de 17,9 % en 1978, à 36 % en 2000 et 40,5 % en 2005. Ainsi, la population urbaine a triplé en 25 ans, de 1978 à 2003, atteignant 520 millions. En 2030, selon les Nations unies, le nombre de citoyens devrait s'élever à 870 millions (voir Figure 1). Ce sont donc entre 10 et 16 millions de nouveaux venus qui sont attendus en ville chaque année.

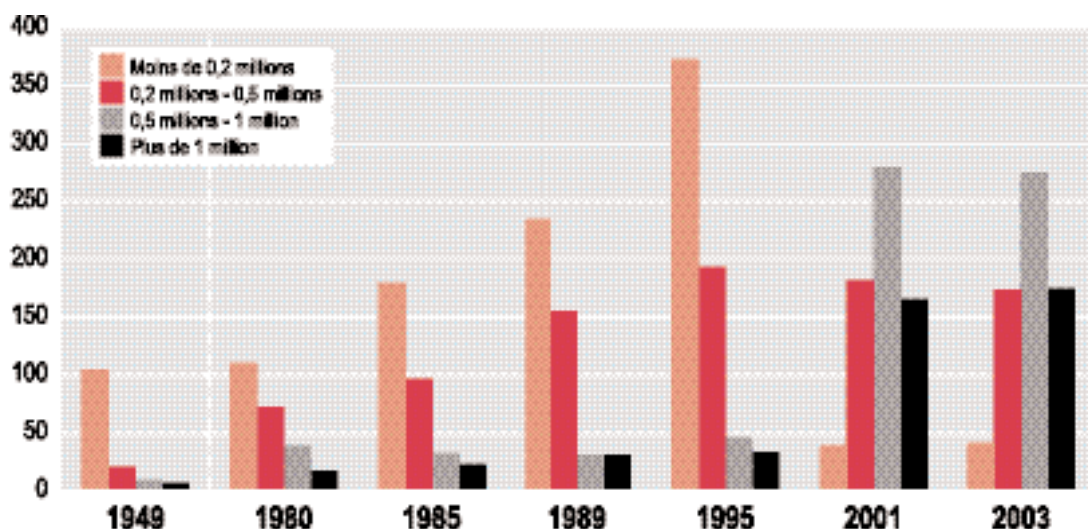
Si ces statistiques nous permettent d'estimer l'explosion démographique urbaine, elles n'en donnent cependant pas une image précise. Une partie de l'urbanisation ne peut-être effectivement comptabilisée. En premier lieu, on doit considérer la « population flottante » qui correspond à la population rurale arrivée en ville sans permis de séjour, et qui est évaluée à 20 % de la population urbaine⁽²⁾. Ensuite, il ne faut pas négliger « l'urbanisation latente » qui correspond à l'industrialisation de comtés ruraux dans l'est du pays sans attribution du statut de ville⁽³⁾.

Le statut de ville nécessite en effet une désignation administrative. Une fois ainsi désignées, les villes disposent d'allocations financières de la part du gouvernement, pour des investissements et pour le développement et l'entretien des infrastructures. La désignation de nouvelles villes ou la rétrogradation d'anciennes est donc un moyen pour l'État d'accélérer ou de ralentir le développement urbain. Au milieu des années 1980, le gouvernement central a relâché son contrôle en matière de désignation. De nom-

breux comtés ruraux ou préfectures rurales ont alors été transformés en villes⁽⁴⁾. Ces changements de statut administratif ont été facilités par la nouvelle stratégie de développement en faveur des villes (zones économiques spéciales et villes côtières ouvertes) et par l'industrialisation en zone rurale⁽⁵⁾.

Face à la rapide augmentation du nombre de villes, Pékin a repris le contrôle de la conversion des comtés ruraux à partir de 1997. Le gouvernement central a diminué de plus de 10% le nombre de villes à cet échelon. En 2003, 660 villes étaient comptabilisées dont les deux tiers recensaient plus de 500 000 âmes. À cette date, 174 villes avaient officiellement plus d'un million d'habitants et 33 d'entre elles dépassaient les deux millions (voir Figure 2). De 1978 à 1998, 475 villes ont vu le jour alors que seulement 61 avaient été créés au cours des 30 années de l'ère maoïste. La croissance démographique des villes et celle de leur nombre s'est traduite par un effort de construction sans précédent.

- 1.. United Nations, *World Urbanisation Prospects : The 2003 Revision*, New York, United Nations (<http://www.un.org/esa/population/publications/wup2003/WUP2003Report.pdf> - site visité le 4 février 2006).
2. Pannell C. W., « China's Continuing Urban Transition », *Environment and Planning A*, vol. XXXIV, n° 9, 2002, p. 1571-1589.
3. Ma L. J. C., « Urban Transformation in China, 1949-2000: A Review and Research Agenda », *Environmental and Planning A*, vol. XXXIV, n° 9, 2002, p. 1545-1569..
4. La procédure de changement de statut, de comté en ville, en 1984 était validée par une acceptation tacite au niveau central moyennant le respect de quelques principes édictés.
5. Lin G.C.S., « The Growth and Structural Change of Chinese Cities : A Contextual and Geographic Analysis », *Cities*, vol. XIX, n° 5, 2002, p. 299-316.

Figure 2. Évolution du nombre de villes en fonction de leur taille

Source: China Statistical Yearbook

La rapide construction urbaine

Cet élan d'urbanisation a donc vu l'émergence de villes nouvelles et l'expansion et la reconstruction de celles qui existaient déjà. La construction de bâtiments et d'infrastructures urbaines a connu un essor considérable. Le tableau 1 présente cette évolution depuis 1990 jusqu'en 2004. En une quinzaine d'années, la surface des bâtiments, la surface des routes et le réseau d'eaux usées auront été multipliés par quatre. Sur cette même période, la surface de logements a été multipliée par cinq. De manière générale, plus de la moitié des bâtiments ont été construits dans la décennie 1990 et une nouvelle moitié au début des années 2000.

Depuis le début des années 1980, la croissance du parc de logements augmente plus vite que la croissance démographique. La surface habitable par personne habitant en zone urbaine serait passée de 10 m² en 1990 à près de 14 m² au début des années 2000. Tandis que le nombre de personnes par ménage diminue, la surface des logements habités augmente, mais reste bien en deçà de la moyenne des pays développés, qui est de 35 m² par personne. Les perspectives du secteur de la construction demeurent donc bonnes pour les décennies à venir.

Le développement urbain est au cœur de la croissance économique chinoise mise en place par la transition de l'économie planifiée à l'économie de marché. Les industries de matières premières ont été fortement sollicitées pour répondre à la demande croissante de matériaux de construction.

Très tôt, les pouvoirs publics ont cherché à améliorer l'efficacité énergétique de ces industries très intensives du fait de technologies archaïques, de procédés de production inefficaces et d'une organisation industrielle inadaptée. Ainsi, le VI^e plan quinquennal (1981-1985) et le VII^e plan quinquennal (1986-1990) ont eu un impact important sur l'efficacité énergétique des industries lourdes. Sur la période 1980-1990, on considère que 85 % de la baisse de l'intensité énergétique de l'industrie sont dus à une baisse de l'intensité des processus de production dans la chimie, la mécanique, la production de métaux et de matériaux de construction⁽⁶⁾. Mais au fur et à mesure que le marché s'est étendu dans ces secteurs, les programmes de maîtrise de l'énergie ont perdu en efficacité. Dans les années 1990, la libéralisation relative des prix a prolongé l'effort amorcé. Toutefois, il y a encore beaucoup à faire pour atteindre le niveau d'intensité énergétique des pays développés.

Dans le secteur industriel, la consommation d'énergie est due, pour près de 80 %, à l'industrie lourde. Les secteurs les plus consommateurs sont ceux des métaux ferreux et des matériaux de construction qui représentent respectivement 30,7 % et 21,4 % de la consommation d'énergie de

6. Sinton J.E., Levine M.D., « Changing Energy Intensity in Chinese Industry: the Relative Importance of Structural Shift and Intensity Change », *Energy Policy*, vol. XXII, n°3, 1994, p. 239-255.

Tableau 1. Développement des villes et des infrastructures urbaines

	1990	1995	2000	2004
Surface au sol des bâtiments (millions de m ²)	3 980	5 730	7 660	14 910
Surface au sol des bâtiments résidentiels (millions de m ²)	1 996	3 100	4 401	9 620
Longueur de routes (km)	94 820	130 308	159 617	223 000
Surface de routes pavées (km ²)	892	1 358	1 904	3 530
Longueur du réseau de gaz (km)	16 312	33 890	48 376	148 000
Surface chauffée par du chauffage central (millions de m ²)	213	646	1 108	2 160
Longueur du réseau d'eaux usées (km)	57 787	110 293	141 758	219 000

Données : China Statistical Yearbook

l'industrie en 2000. À elle seule, la sidérurgie chinoise représente près de 10 % de la consommation finale d'énergie du pays. Les industries de matériaux non métalliques, et en premier lieu la cimenterie, absorbent également près de 10 % de la consommation d'énergie finale du pays. La sidérurgie et la cimenterie chinoises sont des industries peu efficaces énergétiquement. Les procédés de production consomment environ un tiers d'énergie de plus que ceux des pays développés.

La construction des bâtiments et des infrastructures en zone urbaine sont les principaux débouchés des industries nationales de matériaux. Les villes chinoises ont donc été construites à l'aide de matériaux ayant une teneur en carbone un tiers plus élevée que dans les pays développés. De plus, la qualité de ces matériaux semble en partie responsable de la faible efficacité énergétique du bâtiment.

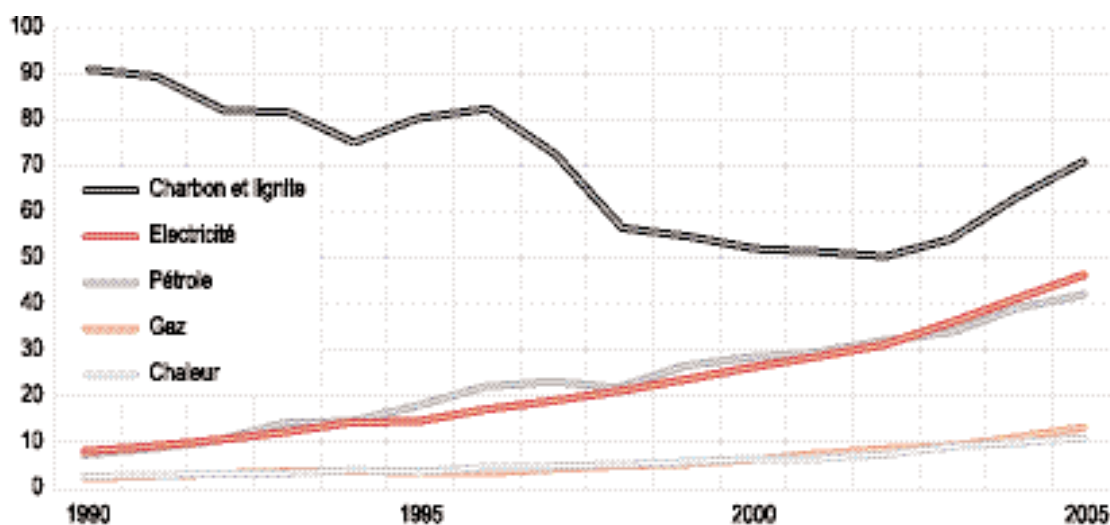
Après 20 années d'une tendance à la baisse de l'intensité énergétique de l'économie chinoise, la croissance des années 2000 modifie la situation de façon inquiétante. La consommation énergétique connaît une croissance exponentielle du fait du rythme de construction urbaine (le parc de bâtiments a été multiplié par deux en cinq ans). La forte demande de matériaux est en grande partie responsable de cette nouvelle tendance à laquelle s'ajoute la nouvelle demande urbaine. Pour la première fois depuis 1980, l'intensité énergétique de l'économie chinoise augmente.

Les perspectives alarmantes des consommations du bâtiment

Établir un bilan urbain de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ est un exercice très approximatif. D'un côté les données énergétiques ne sont pas adaptées puisque l'inventaire des émissions se fait au niveau national ou provincial. De l'autre, les données géographiques dépendent des définitions et des limites données à la ville, qui offrent parfois des résultats très contrastés. Nous tenterons donc ici de rendre compte des émissions à usages urbains non industriels à partir des données nationales⁽⁷⁾. L'énergie consommée dans le bâtiment peut être assimilée à la somme des consommations des secteurs résidentiel et tertiaire. Elle représente un quart de l'énergie totale consommée en 2000 et il est attendu qu'elle représente plus d'un tiers en 2020⁽⁸⁾. La Figure 3 présente la consommation finale cumulée des secteurs résidentiel et tertiaire depuis 1990. On constate une baisse conséquente de la consommation de charbon au cours des années 1990 ; une substitution des sources énergétiques durant cette même

7. Nous présentons les chiffres sans considérer la biomasse très utilisée en zone rurale. Celle-ci représenterait au moins autant d'énergie consommée que la somme des autres énergies du résidentiel-tertiaire. Rappelons que la biomasse n'est pas comptabilisée dans les émissions de CO₂. Elle est considérée comme une énergie renouvelable tant que sa consommation ne dépasse pas l'accroissement biologique.

8. Yao R. M. *et al.*, « Energy Policy and Standard for Built Environment in China », *Renewable Energy*, vol. XXX, n° 13, 2005, p. 1973-1988.

Figure 3. Consommation finale cumulée des secteurs résidentiel et tertiaire (1990 - 2005)

Données: Enerista S.A.

décennie et un retour du charbon au cours des années 2000.

Entre 1990 et 2000, les émissions urbaines de CO₂ du bâtiment sont restées stables, mais cette évolution est liée à la somme de différentes dynamiques observées depuis le début des réformes. Tout d'abord, les autorités ont beaucoup investi dans les programmes d'efficacité énergétique pour réduire la consommation de charbon. Aussi, de nombreuses améliorations technologiques et organisationnelles ont-elles été réalisées pour répondre à des problèmes divers : le déficit des entreprises minières, les accidents dans les mines, la pollution atmosphérique en ville, la dégradation de l'environnement en zone rurale, l'engorgement des lignes ferroviaires et le gaspillage de ressources.

Ensuite, plus le marché prenait de place dans l'économie chinoise, plus une réforme des prix devenait nécessaire pour maîtriser la consommation d'énergie. À partir de 1993, les autorités ont donc dérégulé les prix de l'énergie. De 1993 à 1996, le prix du charbon a été multiplié par 3, le prix de l'électricité par 3,5 et celui du pétrole par plus de 4,8⁽⁹⁾.

Dans la deuxième moitié des années 1990, la baisse du rythme de croissance économique a eu un impact conséquent sur les consommations de houille. Les experts s'accordent à dire que les taux de croissance économique officiellement déclarés ont été largement surévalués. La baisse de la consommation d'énergie témoigne en effet d'un ralentissement de la croissance économique sur cette période⁽¹⁰⁾.

Enfin, les erreurs de programmation du secteur électrique au début des années 1990 se sont traduites quelques années après par une sous capacité de production qui a également limité la demande de charbon. Au final, on constate une diminution directe de la demande de charbon à la fin de la décennie. Celle-ci a d'ailleurs permis aux consommateurs de choisir un charbon de meilleure qualité comportant moins de cendres et un pouvoir calorifique plus important. Ce phénomène aurait permis de diminuer de 30 Mt la consommation de charbon par le secteur électrique et probablement de la même quantité par les utilisateurs finaux⁽¹¹⁾.

La baisse de la consommation de charbon au cours des années 1990 s'est traduite par le développement de nouvelles sources énergétiques. En 1980, le charbon représentait 90 % de la consommation d'énergie du secteur résidentiel. En 2000, il ne comptait plus que pour 36 %. D'un côté, les consommations de charbon sont devenues plus efficaces et de l'autre de nouvelles sources énergétiques se sont développées. Avec la reconstruction urbaine, les ménages urbains chinois ont de moins en moins utilisé le charbon pour le

9. Cette hausse a continué à la fin des années 1990 pour le pétrole du fait de l'augmentation des prix mondiaux, tandis que le prix de l'électricité a très peu augmenté de 1998 à 2003. En revanche les prix du charbon ont baissé de 1998 à 2000.

10. Rawski, T. G., « What Is Happening to China's GDP Statistics? », *China Economic Review*, Vol. XII, n° 4, 2001, p. 347-354.

11. Sinton J.E., Fridley D.G., « What Goes Up : Recent Trends in China's Energy Consumption », *Energy Policy*, vol. XXVIII, n° 10, 2000, p. 671-687.

chauffage et la cuisson des aliments. Ils ont eu de plus en plus accès à l'électricité, au gaz de ville, au gaz naturel et aux réseaux de chaleur, ce dont témoignent les rythmes de croissance des réseaux (voir Tableau 1).

Les rythmes de croissance de la consommation des énergies alternatives au charbon sont remarquables. Les consommations de gaz, de pétrole et d'électricité ont, sur 15 ans, chacune augmenté à un rythme moyen annuel proche de 30 %. Ainsi, les consommations d'électricité et de pétrole ont été multipliées par six de 1990 à 2005. Chacune représente à présent le quart de la consommation d'énergie du secteur résidentiel et tertiaire.

Les deux tiers des consommations d'énergie du bâtiment sont destinés au chauffage et à la climatisation (voir Figure 4). Le confort thermique est donc un des enjeux majeurs du potentiel de demande énergétique des pays en développement. En Chine, le réseau de chauffage urbain est considéré comme trois fois moins efficace que dans les pays développés ayant des conditions climatiques équivalentes⁽¹²⁾. Pour permettre d'améliorer les performances énergétiques dans ce domaine, il apparaît nécessaire d'améliorer le rendement des sources de chaleur et du réseau de distribution. Mais il est surtout indispensable de contrôler l'isolation thermique des bâtiments.

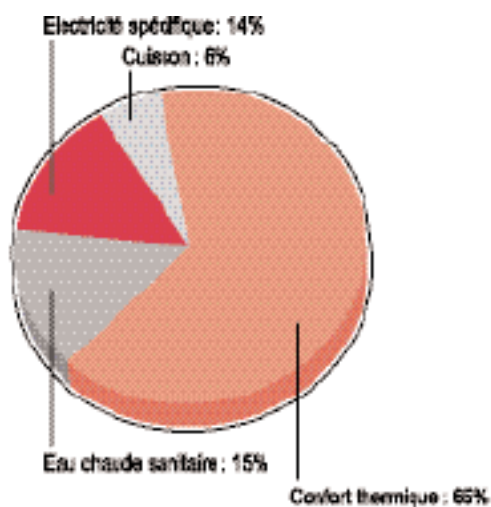
Depuis 1950, seules les 15 provinces au nord du Yangtsé ont

droit au chauffage urbain. Au sud du Yangtsé, aucun système de chauffage n'est jugé nécessaire. Au nord, le chauffage urbain repose sur des infrastructures archaïques gérées par le système administré. Les quartiers des villes ont été équipés de petites chaudières au charbon très inefficaces. Les anciennes canalisations sont responsables de nombreuses déperditions et les systèmes de chauffage ne sont pas équipés pour être régulés ou programmés. On constate alors des gaspillages considérables. Depuis quelques années, les autorités tentent de rénover le parc de chaudières pour réduire les consommations de charbon et améliorer la qualité de l'air en hiver. De nombreuses centrales de cogénération ont notamment été construites, participant à l'amélioration des rendements de la production énergétique et au développement des réseaux de chaleur. Le système de facturation a également été adapté pour permettre la nécessaire individualisation des consommations. Depuis 2003, les factures sont attribuées aux consommateurs finaux et des compteurs doivent être installés sur les réseaux existants (ce qui est déjà obligatoire dans les nouveaux bâtiments).

Au sud du Yangtsé, la question du confort thermique est relativement récente, mais elle est particulièrement préoccupante avec le développement de la climatisation. On utilise des souffleries électriques qui permettent de chauffer en hiver si nécessaire et de rafraîchir en été. Depuis la fin des années 1990, ces appareils se sont très rapidement développés. En 1995, il y avait environ dix climatiseurs pour 100 ménages ; dix ans plus tard, il y en a plus de 70. Une étude réalisée en 1999 montrait que 61 % des logements à Pékin disposaient d'un climatiseur, 72 % à Shanghai et 88 % à Guangzhou⁽¹³⁾. L'utilisation de ces appareils dépend du climat local et du coût de l'électricité par rapport au revenu des ménages. Généralement, dans les grandes villes du sud du pays, la climatisation est devenue le premier poste de consommation d'électricité des ménages.

Les climatiseurs ont donc fortement participé à la croissance de la consommation d'électricité. Ainsi, la consommation électrique de Shanghai en été est deux fois plus importante qu'au printemps ou en automne⁽¹⁴⁾. A ce titre, la demande énergétique liée à la climatisation a des répercussions encore plus inquiétantes sur les émissions de gaz à effet de serre

Figure 4. Répartition de la consommation d'énergie dans le bâtiment



Source : Yao et al. (2005)

12. Barbier C., « Secteur résidentiel dans les pays émergents et politique climatique internationale », *Idées pour le débat*, n°5, Iddri, 34 p., 2005.

13. Brockett D. et al., *A Tale of Five Cities: The China Residential Energy Consumption Survey, ACEEE Summer Study on Building Energy Efficiency, 2002* (www.china.lbl.gov/publications/crcs.pdf - site visité le 4 février 2006).

14. Long W. et al., « Le conditionnement d'air résidentiel en Chine », *Revue générale du froid*, janvier-février 2005, p. 25-28.

que celle liée au chauffage : d'abord parce que le rendement final de ces appareils est très mauvais et que l'air conditionné génère donc une forte demande d'électricité ; ensuite, parce que les fuites et le recyclage de ces appareils peuvent avoir un impact conséquent sur le climat⁽¹⁵⁾. Selon un article paru en 2005⁽¹⁶⁾, le développement de l'usage de l'air conditionné dans les provinces les plus riches en 2005, aurait entraîné l'émission de 32 Mt de CO₂.

Au-delà de l'efficacité énergétique des appareils de chauffage ou de climatisation, l'isolation thermique des bâtiments est un point crucial de la maîtrise de la consommation de chauffage et de climatisation qui a donc un impact sur la consommation de charbon. Une bonne isolation des bâtiments permet de réduire la demande d'énergie pour le confort thermique et représente donc un formidable enjeu pour limiter les émissions de CO₂ du pays.

Dès 1986, l'État a tenté de mettre en place des normes thermiques pour la conception de bâtiments résidentiels dans les régions froides (le nord, le nord-est et le nord-ouest). Ces normes avaient pour objectif de réduire de 30 % les consommations d'énergie pour le chauffage par rapport aux logements non isolés. Malheureusement, ces directives n'étaient pas obligatoires, elles ont donc été très peu suivies. En 1995, les autorités centrales ont rehaussé les objectifs à 50 % de réduction des consommations de chauffage dans les bâtiments nouvellement construits. Pour être appliquées, ces normes doivent être accompagnées de réglementations formulées par l'administration provinciale. Mais ces autorités n'en perçoivent pas forcément les enjeux. Seulement 5,7 % des constructions répondraient à cette règle du fait d'un manque de relais sur le territoire national et d'absence de mécanismes de validation des résultats⁽¹⁷⁾. En valeur absolue, cela correspond à 320 millions de m² de bâtiments respectant les normes nationales sur les 5 500 millions de m² construits entre 1986 et 2002⁽¹⁸⁾. Cela correspond aussi à 23 Mt de CO₂ évitées. Ainsi, sur l'ensemble du parc de bâtiments dans les villes chinoises, seulement 2,1 % des surfaces répondraient aux normes nationales.

En 2001, les autorités centrales ont émis de nouvelles normes pour les autres régions chinoises étendant ainsi à l'ensemble du territoire l'objectif de diminution de moitié des consommations pour le confort thermique. La climatisation était particulièrement visée du fait de son utilisation grandissante dans les provinces du sud, mais, l'application de ces normes reste à la discrétion des gouvernements locaux dont certains ne publient pas de décrets d'application. Un programme de coopération française mené par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de

l'énergie), l'AFD (Agence française de développement) et le FFEM (Fonds français pour l'environnement mondial) en partenariat avec le ministère chinois de la construction nous permet de disposer de données sur l'efficacité énergétique dans la construction. La première vague de ce programme a porté sur la construction d'environ 789 000 m² de logements dans les provinces du Heilongjiang, du Liaoning et de Pékin. La construction de ces logements respectant les standards nationaux permet d'éviter l'émission de 44 000 tonnes de CO₂ chaque année. Cette économie de 50 % des consommations énergétiques par rapport aux logements standard équivalents a été permise dans ces régions froides par un surcoût de construction avoisinant les 7 %. Malheureusement, sans programme de coopération, aucun outil d'incitation n'existe pour prendre en charge ce surcoût⁽¹⁹⁾.

Le respect des normes nationales d'efficacité des bâtiments est primordial pour que les villes chinoises s'affranchissent de consommations d'énergie démesurées pour le chauffage et la climatisation. En 2005, plus de 15 milliards de m² de bâtiments étaient déjà construits dans les villes chinoises. La faible efficacité énergétique de ces bâtiments double la consommation d'énergie pour le chauffage ou pour la climatisation dans les immeubles équipés. Le développement urbain chinois apparaît donc très intensif énergétiquement pour le confort thermique.

À côté de cette conclusion inquiétante, nous devons souligner les évolutions très positives concernant l'eau chaude sanitaire. Pour cet usage qui représente 15 % des consommations du bâtiment, la Chine se distingue en étant très vite devenu le premier marché de chauffe-eau solaires du monde. En 2004, 13 millions de m² de panneaux solaires pour le chauffage de l'eau ont été installés. 90 % de ces installations sont installés en environnement urbain dont 30% dans les grandes villes et 60% dans les banlieues et les plus petites villes⁽²⁰⁾. Ce marché est en phase de croissance rapide et la Commission nationale du développement et des réformes

15. Les gaz réfrigérants (hydrofluorocarbures : HFC) utilisés dans ces appareils ont un pouvoir réchauffant global 12 à 12 000 fois plus élevé que le CO₂, ils participent également à l'appauvrissement de la couche d'ozone. Le Protocole de Montréal relatif à ces substances dispense à la Chine une période de grâce durant laquelle elle n'a pas d'obligation d'éliminer ce type de gaz. Elle bénéficie juste d'incitations pour substituer à ces produits des éléments inoffensifs pour la couche d'ozone.

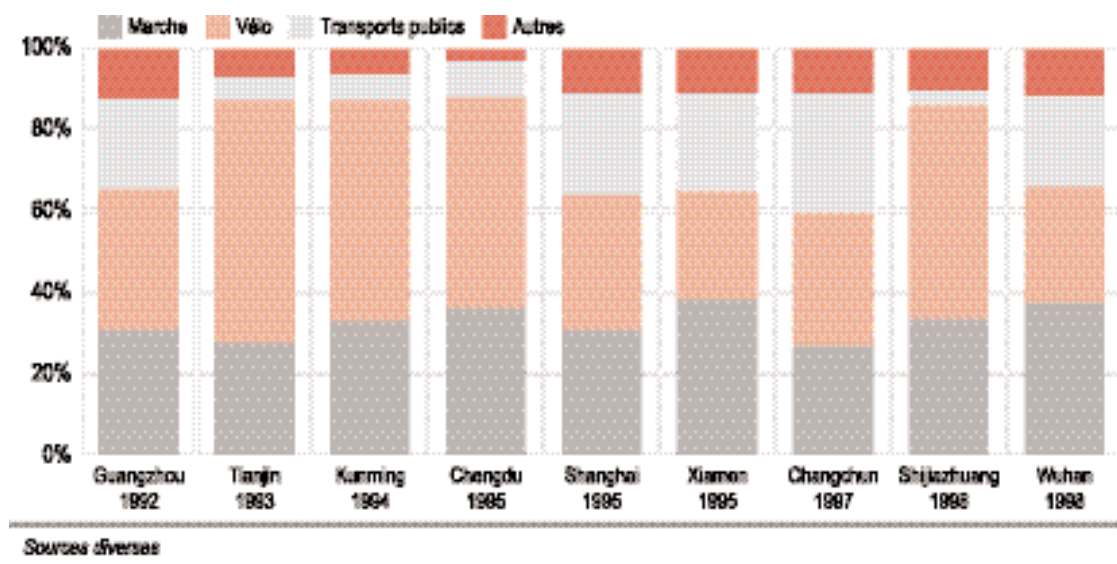
16. Long W. *et al.*, « Le conditionnement d'air résidentiel en Chine », *op. cit.*

17. Barbier C., « Secteur résidentiel dans les pays émergents et politique climatique internationale », *op. cit.*

18. Agence de Presse Xinhua, 23 février 2005.

19. Rieb G. *et al.*, « La construction en Chine », in Jacquet *et al.*, *Regards sur la Terre*, Les Presses de Sciences Po, 2007, p. 93-97.

Figure 5. Modes de transport dans diverses villes chinoises au cours des années 1990



(NDRC) appelle à l'installation de 150 million de m² en 2010 et 300 million de m² en 2020.

Motorisation croissante et contraintes spatiales

La consommation d'énergie des transports urbains ne repose pas sur le charbon mais sur le pétrole dont la Chine est devenue importatrice nette depuis 1993. En Chine, pendant l'ère maoïste, la consommation d'énergie pour les transports urbains était très faible. À la fin des années 1970, il n'y avait quasiment pas de véhicules à moteur. Les villes étaient organisées en une somme d'unités de travail relativement autonomes. Dans ces cités très densément peuplées, les distances de circulation étaient réduites au minimum. Le vélo et la marche à pied étaient quasiment les seuls modes de déplacement.

Dans les années 1980, les villes ont commencé à s'étendre. Cette phase de développement urbain a surtout été portée par le développement rapide de la bicyclette. Dans les années 1990, la mobilité urbaine a commencé à s'organiser autour des bus, des taxis et des minibus utilisés comme navettes par les entreprises. En général, la marche à pied et la bicyclette représentaient encore, au cours des années 1990, près des deux tiers des déplacements (voir Figure 5). La voiture particulière restait encore bien peu accessible pour les ménages chinois, mais des voitures de fonction circulaient de plus en plus dans les grandes villes.

Avec le développement du marché foncier et du marché du logement au cours des années 1990, la relation sociale et spatiale entre les employeurs et les employés s'est réduite. Les ménages ont, à présent, la possibilité de choisir leur logement, ce qui a fortement contribué à augmenter les distances domicile-travail. Les industries ont été délocalisées vers la périphérie, poussées par le marché foncier ou par la volonté politique de réduire la pollution en centre-ville. Elles ont laissé la place aux activités tertiaires et au résidentiel de haut standing. La ville, en se développant, est donc devenue beaucoup moins mixte. Cette réorganisation spatiale des activités urbaines a engendré une augmentation générale de la longueur des déplacements qui a rendu le recours aux transports motorisés de plus en plus nécessaire.

Le début des années 2000 a vu le réel décollage de la motorisation des ménages. Depuis 1994, l'État chinois menait une politique industrielle en faveur de l'automobile. En voulant faire de ce secteur un pilier de la croissance économique, les autorités ont appuyé le développement des constructeurs d'automobiles sur le territoire national⁽²¹⁾. L'objectif était alors de doter, en quelques décennies, le pays

20. Wallace W., Wang Z. Y., « Solar Energy in China: Development Trends for Solar Water Heaters and Photovoltaics in the Urban Environment », *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol. XXVI, n°2, 2006, p. 135-140.

21. Lin G., « Globalization of the Automobile Industry in China: Dynamics and Barriers in Greening of Road Transportation », *Energy Policy*, vol. XXXI, n° 6, 2003, p. 537-551.



Pékin, embouteillages
aux heures de pointe

d'entreprises exportatrices et de favoriser leur développement en tirant profit des ressources du marché domestique⁽²²⁾. En mars 2002, dans son rapport d'activité du gouvernement, le Premier ministre de l'époque, Zhu Rongji, chiffrait l'objectif de motorisation en proposant d'équiper 20 % des ménages en automobiles avant 2020.

À partir de 2002, les ventes d'automobiles ont explosé⁽²³⁾. Le parc national de voitures a doublé en quatre ans, passant de 8,5 millions de véhicules en 2000 à 17,4 millions en 2004. Ce parc se concentre surtout dans les villes de la côte est et les capitales des provinces. Si le taux de motorisation national est inférieur à 15 voitures pour 1 000 habitants il est, dans ces grandes villes, supérieur à 50 voitures pour 1 000 habitants. Pékin est la ville la plus motorisée du pays. Elle concentre 10 % du parc national et comptabilise déjà plus de 100 voitures pour 1 000 habitants.

Cette rapide croissance du parc automobile se traduit évidemment par une forte hausse de la consommation de carburant. Les véhicules vendus en Chine ont une efficacité énergétique bien plus faible que des véhicules de poids et de taille similaires dans les pays industrialisés. Dans le X^e plan quin-

quennal (2001-2005), l'État encourageait pourtant la production, indépendamment des constructeurs étrangers, d'une voiture économique chinoise dotée d'un moteur de 1,3 litre. En fait, la réalisation de ces objectifs est difficile du fait de la réticence des constructeurs étrangers à transférer des technologies récentes aux constructeurs nationaux ainsi que par la qualité des carburants qui est encore bien médiocre⁽²⁴⁾.

Même si le parc automobile croît très rapidement et que la piètre efficacité énergétique des moteurs accentue l'augmentation de la consommation d'énergie pour les déplacements urbains, la mobilité urbaine chinoise ne s'oriente pas vers une intensité énergétique de l'ordre de celles des pays occi-

22. Stares S., Liu Z., « Motorization in Chinese Cities : Issues and Actions », in Stares S. & Liu Z., *China's Urban Transport Development Strategy*, Washington D.C., World Bank, 1995, p. 43-104.

23. Notons que les grandes villes chinoises se motorisent par l'automobile. Le motocycle a été écarté pour des raisons de pollution atmosphérique et sonore des centres-villes, toutefois il se développe très rapidement dans les petites villes et en campagne.

24. Allaire J., « Le casse-tête de l'État chinois : encourager la consommation automobile en décourageant la consommation d'énergie », *Revue de l'énergie*, vol. LVI, n° 563, 2005, p. 29-35.

Tableau 2. Superficie occupée par les routes en ville (rapportée, pour chaque ville, à sa superficie totale, début des années 1990)

Washington	45,0 %
Londres	35,0 %
Paris	25,9 %
Tokyo	23,0 %
Séoul	18,0 %
Beijing	11,0 %
Guangzhou	6,4 %
Shanghai	5,0 %
Moyenne des villes chinoises (2003)	11,0 %

Source : Straus & Liu (1995), *Moyenne Chinoise en 2003* : Chevy C (2005).

dentaux. Certes, l'augmentation du revenu des ménages permet de plus en plus souvent l'achat d'une voiture, mais les contraintes physiques urbaines limitent l'intérêt de son usage. Partout dans les villes les plus riches, la saturation des voies est devenue chronique. Les temps de trajets en automobile se sont considérablement allongés et les vitesses de déplacement aux heures de pointe sont parfois inférieures à celles de la bicyclette. En fait, la motorisation en Chine se heurte directement à la quantité d'espace disponible pour les déplacements. Les villes accusent un sérieux déficit en surface de routes par rapport aux villes développées (voir Tableau 2). Cet héritage est fortement lié à la densité de population qui conditionne les consommations d'énergie dans les transports.

La densité des villes chinoises est actuellement supérieure à 10 000 voire 15 000 habitants par km². Les perspectives de motorisation doivent donc surtout être comparées aux métropoles asiatiques développées qui ont des densités similaires. Ainsi, en 1990 la grande agglomération de Tokyo-Yokohama, avec une densité égale à 7 000 habitants par km², affiche un taux de motorisation de l'ordre de 225 voitures pour 1 000 habitants, tandis que les villes américaines et européennes, avec une densité moyenne de respectivement 1 400 habitants par km² et 5 000 habitants par km², affichaient des taux de motorisation de l'ordre de 600 et 400 voitures pour 1 000 habitants. Les habitants de la mégapole japonaise émettaient en moyenne 1,2 tonne de CO₂ par habitant pour se déplacer. Dans les villes européennes, les émissions

étaient évaluées à 1,8 tonne de CO₂ par habitant, tandis qu'aux États-Unis, elles atteignaient 4,21 tonnes de CO₂ par habitant⁽²⁵⁾.

Dans les zones urbaines denses, du fait de la concentration des flux, le développement de la voiture est rapidement limité par la congestion. Les systèmes de transport collectif sont en revanche très efficaces et permettent la mobilité d'un grand nombre de personnes pour un faible espace utilisé. De plus, l'usage de la marche à pied et du vélo est facilité par des distances de déplacement plus courtes⁽²⁶⁾. Les villes asiatiques, du fait de leur densité, ont donc une tendance plus forte à développer des alternatives à l'automobile par rapport aux villes occidentales. Les taux de motorisation potentiels à long terme semblent donc être limités par les capacités de la ville à absorber rapidement l'automobile.

Ce constat a été confirmé en Chine avec la récente croissance du parc automobile. Dès lors, pour éviter la congestion des grandes villes, les autorités chinoises ont prévu la construction d'infrastructures lourdes de transport public. Constatant le sous-développement des transports publics, elles ont avalisé depuis la fin des années 1990 la construction de réseaux ferrés urbain dans les métropoles du pays. Ainsi, aux 165 km de lignes de métro ou de tramway déjà utilisés en 2000 se rajouteront, à l'échéance 2010, plus de 800 km actuellement en construction.

La consommation d'énergie pour la mobilité dans les décennies à venir dépendra donc surtout des choix d'investissements des décideurs entre infrastructures ferrées et infrastructures routières ainsi qu'entre transport collectif et transport individuel. La gestion de la rue est également un enjeu formidable pour favoriser les modes de transport non motorisés. Le vélo, qui reste encore très utilisé à travers le pays, est le moyen de transport le plus efficace du point de vue énergétique. Alors que certaines villes sont tentées de le bannir, les responsables de l'urbanisme devraient lui conserver sur la voirie une place suffisante pour permettre son usage par le plus grand nombre. Les préférences en terme de transport de masse ou de déplacement non motorisé modèleront donc la forme des villes chinoises et détermineront leur degré de dépendance envers le pétrole.

25. Kenworthy J. et al., *An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960-1990*, Boulder, University of Colorado Press, 2000.

26. Newman P., Kenworthy J., *Cities and Automobile Dependence. An International Sourcebook*, Brookfield, Gower Technicals, 1989.



Pékin, cyclistes devant
une publicité automobile

Conclusion

Le développement urbain a une grande responsabilité dans l'évolution des consommations d'énergie et par conséquent dans les émissions de CO₂. Deux secteurs sont particulièrement visés : le confort thermique et les transports.

Premièrement, la question du confort thermique apparaît en Chine très préoccupante. Le système de normes nationales ne fonctionne pas comme il devrait. Du fait du développement rapide du parc d'appareils électriques individuels et dans un contexte de faible efficacité énergétique des bâtiments, les villes chinoises sont en train de développer une forte dépendance énergétique pour le chauffage et la climatisation. Cela se traduit par une demande importante d'électricité et de charbon. Pour réduire la contribution du bâtiment au réchauffement climatique, il est nécessaire de faire appliquer les recommandations nationales pour l'isolation dans les nouvelles constructions et de réhabiliter le parc existant.

Deuxièmement, le développement rapide de l'automobile engendre une forte consommation de pétrole et se heurte à des contraintes d'espace. Cependant, la congestion des

villes favorise aussi le développement de solutions alternatives à l'automobile individuelle. Les villes chinoises pourraient ainsi limiter l'énergie consommée pour les déplacements en se dotant de systèmes de transport collectif viables et en aménageant les rues pour le transport non motorisé. Si la politique actuelle d'investissements dans les transports collectifs se poursuit et se diffuse dans les villes moyennes, elle peut alors à la fois diminuer la dépendance envers le pétrole et limiter la dynamique de réduction des terres arables.

Cependant, certains éléments du modèle de croissance chinois sont susceptibles d'entraver ces évolutions positives. Le développement des villes commence à avoir un impact très important sur la demande énergétique. La croissance urbaine est encouragée par l'élévation du niveau de vie des ménages. La maîtrise de la demande d'énergie échappe de plus en plus au contrôle des autorités centrales. Dans un contexte de forte croissance économique prévue pour les années à venir, ces éléments non maîtrisés dans le modèle de croissance urbaine pourraient fortement limiter les effets des politiques publiques du gouvernement central en matière de lutte contre le réchauffement climatique. •