les Cahiers Scientifiques du Transport

Transport - Aménagement
Environnement - Logistique

N° 35/1999

[1999-001 平成11年]

LES CAHIERS SCIENTIFIQUES DU TRANSPORT

TRANSPORT - AMENAGEMENT - ENVIRONNEMENT - LOGISTIQUE

N ° 35 / 1999

SOMMAIRE

Y. HAYASHI, R. SUPARAT, R. MACKETT, K. DOI, Y. TOMITA, N. NAKAZAWA, H. KATO, K. ANURAK	La liaison entre l'urbanisation, la motorisation et l'environnement. Une étude comparative internationale de Londres, Tokyo, Nagoya et Bangkok (Seconde partie)	3
Ph. MENERAULT, V. STRANSKY	La face cachée de l'intermodalité. Essai de représentation appliquée au couple TGV/air dans la desserte de Lille	29
P. CHAUMETTE	Le contrôle des navires par les Etats riverains	55
O. MORELLET, Ph. MARCHAL	Formulation théorique de l'induction de trafic : garantir à la fois le signe du résultat et la cohérence vis-à-vis du partage modal	73
Colloques, Conférences, Séminaires		
	Annonce de colloque	103
Bibliographie		
	Note de lecture	105
Résumés/Abstracts		107

ISSN 1150-8809

les Cahiers Scientifiques du Transport
N° 35/1999 - Pages 3-27

Yoshitsugu Hayashi et alii
La liaison entre l'urbanisation, la motorisation et l'environnement...

LA LIAISON ENTRE L'URBANISATION, LA MOTORISATION ET L'ENVIRONNEMENT. UNE ETUDE COMPARATIVE INTERNATIONALE DE LONDRES, TOKYO, NAGOYA ET BANGKOK *(DEUXIEME PARTIE)*[1]

YOSHITSUGU HAYASHI, RITHIKA SUPARAT, ROGER MACKETT, KENJI DOI, YASUO TOMITA, NAHOKO NAKAZAWA, HIROKAZU KATO, KRIT ANURAK[2]

---

[1] La longueur de l'article nous ayant contraint à le publier sur deux numéros, les sections 1, 2 et 3 figurent dans le numéro 34 des Cahiers Scientifiques du Transport.

[2] Les auteurs souhaitent remercier les membres du SIG 1 (*Special Interest Group on Transport and Land Use*) de la WCTRS (*World Conference of Transport Research Society*), particulièrement les professeurs Hideo NAKAMURA et John ROY de l'Université de Tokyo et le Dr. Michael WEGENER de l'Université de Dortmund pour leur coopération et leurs commentaires avisés sur notre étude.
Cet article repose sur une recherche financée par le Ministère japonais de l'Education, de la Culture et de la Science portant sur les phénomènes d'étalement urbain et les évolutions environnementales et supervisée par le Professeur Hideo NAKAMURA. Elle a également bénéficié d'un soutien de l'*Asahi Glass Foundation* et du *British Council*.

COMITE DE REDACTION

ÉDITEURS

A. BONNAFOUS	Laboratoire d'Economie des Transports, Université Lumière Lyon 2.
A. RATHERY	Chef de Division, CEMT.

REDACTEUR EN CHEF

D. PLAT	Laboratoire d'Economie des Transports, ENTPE.

COMITÉ DE RÉDACTION

M. BEUTHE	FUCAM.
D. BOLDUC	Département d'économie, Université Laval.
J. BURNEWICZ	Chaire de recherche comparative des systèmes de transport, Université de Gdansk.
R. CHAPLEAU	Laboratoire de géo-informatique, Ecole Polytechnique de Montréal.
J. CHARLIER	Institut de Géographie, Université Catholique de Louvain-la-Neuve.
J. COLIN	CRET-LOG, Université Aix-Marseille 2.
A. DE PALMA	THEMA, Université de Cergy-Pontoise.
N. FABBE-COSTES	CRET-LOG, Université Aix-Marseille 2.
B. FAIVRE D'ARCIER	Laboratoire d'Economie des Transports, INRETS.
R. GAKENHEIMER	Massachusetts Institute of Technology.
M. GAUDRY	Centre de Recherche sur les Transports, Université de Montréal.
R. MAGGI	Faculté de Science Economique, Università della Svizzera italiana.
A. MUSSO	Istitùto di Ingegneria Civile, Università di Salerno.
J.P. ORFEUIL	INRETS.
R. E. RIVIER	Institut des transports et de planification, EPFL.
W. ROTHENGATTER	IWW, Université de Karlsruhe.
E. SAMBRACOS	Département des études maritimes, Université du Pirée.
M. SAVY	LATTS, ENPC.
M. TURRO	Banque Européenne d'Investissement, Luxembourg.
D. M. VAN DE VELDE	Erasmus Universiteit, Rotterdam.
E. VAN DE VOORDE	Institute of Transport & Maritime Management, Université d'Anvers.
R. VICKERMAN	Center for European, Regional and Transport Economics, the University of Kent.
J. VIEGAS	Instituto Superior Técnico, Lisbonne.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

les Cahiers Scientifiques du Transport sont une publication de l'Association Française des Instituts de Transports

Abonnement 1999 - 2 livraisons - 380 FF franco tous pays, auprès de :

A.F.I.T. - MRASH - 14 Avenue Berthelot - 69363 Lyon CEDEX 07 - France

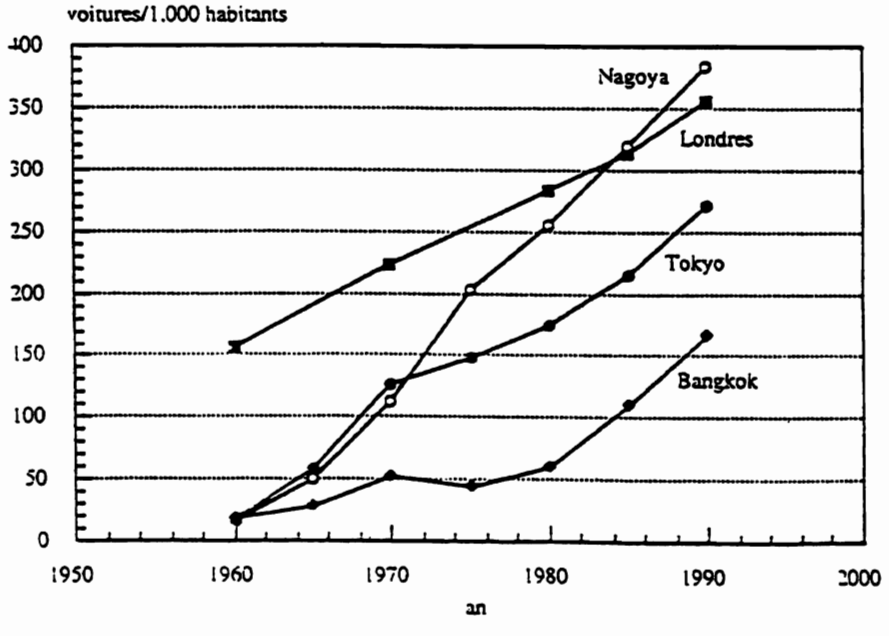
4. MOTORISATION, INFRASTRUCTURES ET ENVIRONNEMENT

4.1. LA CROISSANCE DE LA MOTORISATION

Comparaison des taux de croissance de la motorisation

La Figure 19 compare les évolutions de la motorisation de nos quatre métropoles. Dans les années 60, c'est Londres qui présentait le niveau de motorisation le plus élevé, huit fois supérieur à ceux de Bangkok, Tokyo et Nagoya. Il peut paraître surprenant que dans les années 60, le niveau de motorisation de Bangkok ait été aussi élevé que ceux de Tokyo et Nagoya. En fait, l'histoire de l'industrie automobile montre que la période de motorisation n'a commencé au Japon qu'au début des années 60 avec l'introduction des petites voitures. Ceci est bien mis en évidence par l'apparition de l'expression « ma voiture » à cette époque. Entre 1960 et 1965, le nombre de petites voitures immatriculées a été multiplié par 13 à Tokyo et par 12 à Nagoya. Cependant, alors qu'à Tokyo la croissance de la motorisation présentait un ralentissement dans les années 70 et 80, celle-ci se poursuivait à Nagoya pour atteindre dès le milieu des années 80 le taux de motorisation le plus élevé des quatre métropoles.

Figure 19 : Evolution de la motorisation



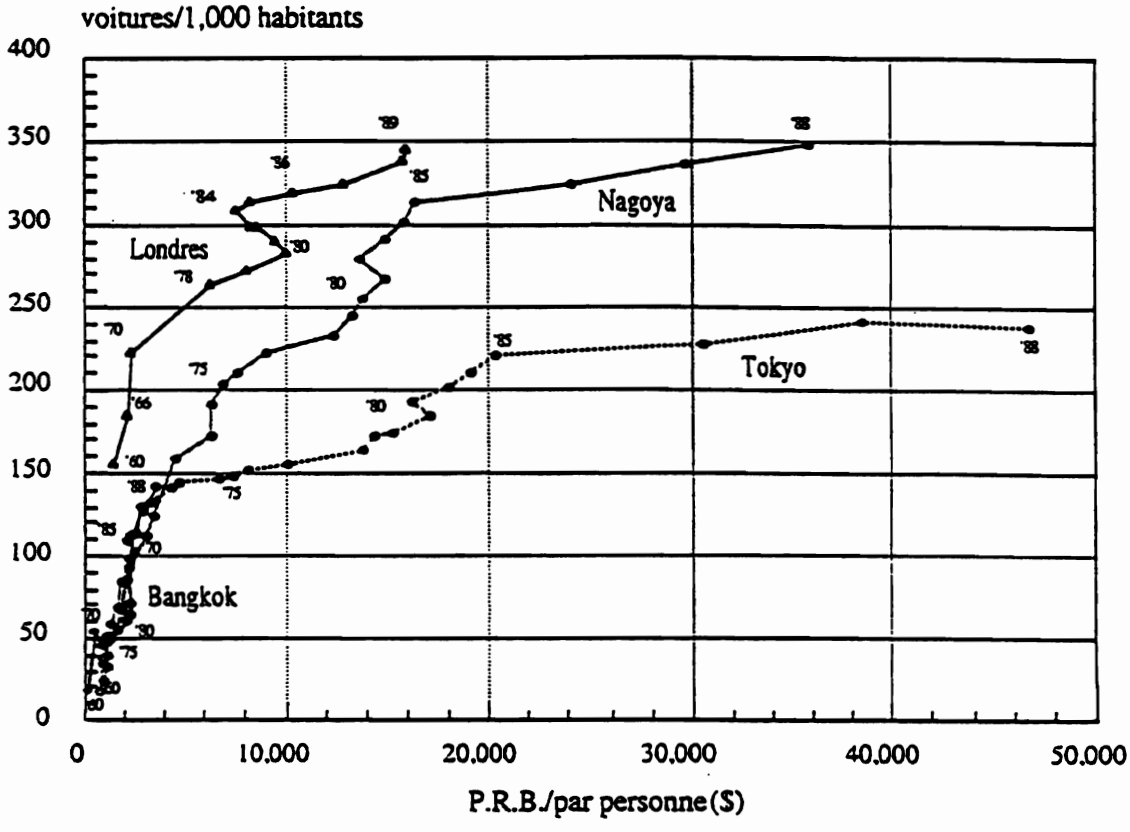
La Figure montre aussi que le taux de motorisation actuel de Bangkok correspond à peu près à la moitié de celui de Londres et de Nagoya et à 60 % de celui de Tokyo. De plus, elle suggère que le profil de croissance du taux de motorisation de Bangkok sur la période 1975-1990 est très similaire à celui de Nagoya sur la période 1960-1975, ce qui laisse entendre que l'évolution de la motorisation à Bangkok suit celle de Nagoya avec une

quinzaine d'années de retard.

Pour mettre en évidence le lien entre le taux de motorisation et le développement économique, la Figure 20 présente la relation entre le produit régional brut (PRB) par personne et la motorisation. L'observation des taux de motorisation à niveau de PRB par personne donné nous inspire les remarques suivantes :

- la tendance est similaire dans les quatre villes, mais pour un même niveau de PRB par tête, le taux de motorisation est plus élevé à Londres que dans les autres métropoles.
- Le taux de croissance de la motorisation à Bangkok est plus élevé que ceux de Tokyo et de Nagoya depuis la moitié des années 80.
- Quand le PRB par personne était bas (moins de 3 000 ou 4 000 US $) à Londres, Tokyo ou Nagoya, le taux de motorisation variait linéairement avec celui-ci. Ceci montre bien que la forme de la relation entre taux de motorisation et produit par tête à Bangkok est similaire à celle des autres métropoles.

Figure 20 : Produit Régional Brut par personne et taux de motorisation



Raisons de la motorisation élevée à Bangkok

L'analyse précédente montre que la motorisation à Bangkok est un peu plus élevée que celles de Tokyo et Nagoya (en neutralisant les différentiels de

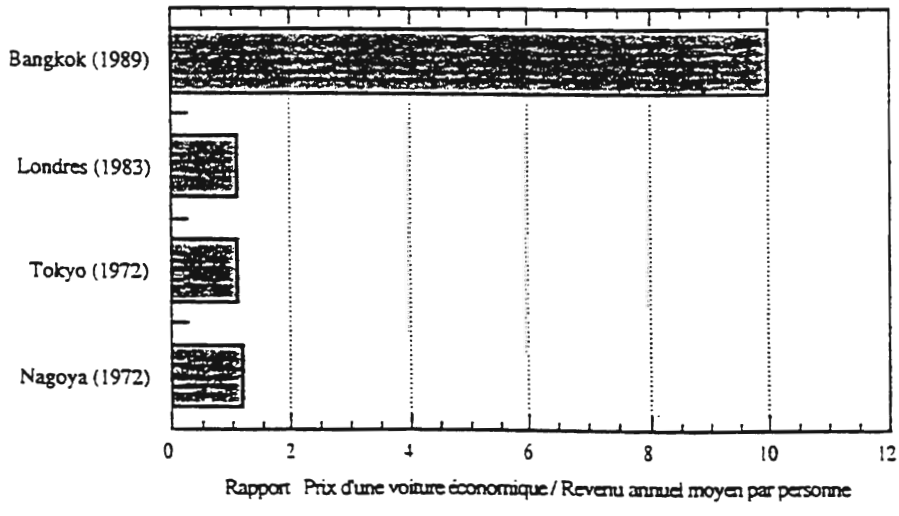
PRB par personne). Comme les motocyclettes représentent une part importante du nombre total de véhicules à Bangkok, il est nécessaire d'en tenir compte. Nous appliquons donc un facteur de 0,25 pour convertir le nombre des motocyclettes en équivalent VP. Le Tableau 4 compare le niveau de motorisation en tenant compte des motos. Cette prise en compte fait augmenter le niveau de motorisation de 24 % à Bangkok contre 2 % à Tokyo et 9 % à Nagoya. A Bangkok, si l'on réduit la motorisation au nombre de voitures, le niveau de motorisation en 1988 était 1,13 fois plus élevé que celui de Nagoya en 1971 et 1,05 fois plus grand que celui de Tokyo en 1971. Mais si l'on considère à la fois la voiture et la motocyclette, ce niveau était 1,28 fois plus élevé dans les deux cas. On peut en conclure que le niveau actuel de motorisation à Bangkok est environ 30% plus élevé que ceux de Tokyo et de Nagoya (à niveau de PRB équivalent).

Tableau 4 : Comparaison du niveau de motorisation pour un même niveau de produit régional brut par tête (autos et motos).

Métropoles	Taux de motorisation (automobile) (véh. pour 1000 hab.)	Taux de motorisation (motocyclette) (équi. vp pour 1000 hab.)	Taux de motorisation (auto+moto) (équi. vp pour 1000 hab.)	Comparaison avec Bangkok
Bangkok (1988)	142	34	176	1.00
Tokyo (1971)	135	3	138	0.78
Nagoya (1971)	126	11	137	0.78

Bien que le prix d'une voiture soit généralement considéré comme une influence majeure du niveau de motorisation, on constate à la lecture de la Figure 21, que les prix des voitures sont extrêmement élevés à Bangkok.

Figure 21 : Rapport entre le prix d'une automobile économique et le revenu annuel moyen par personne

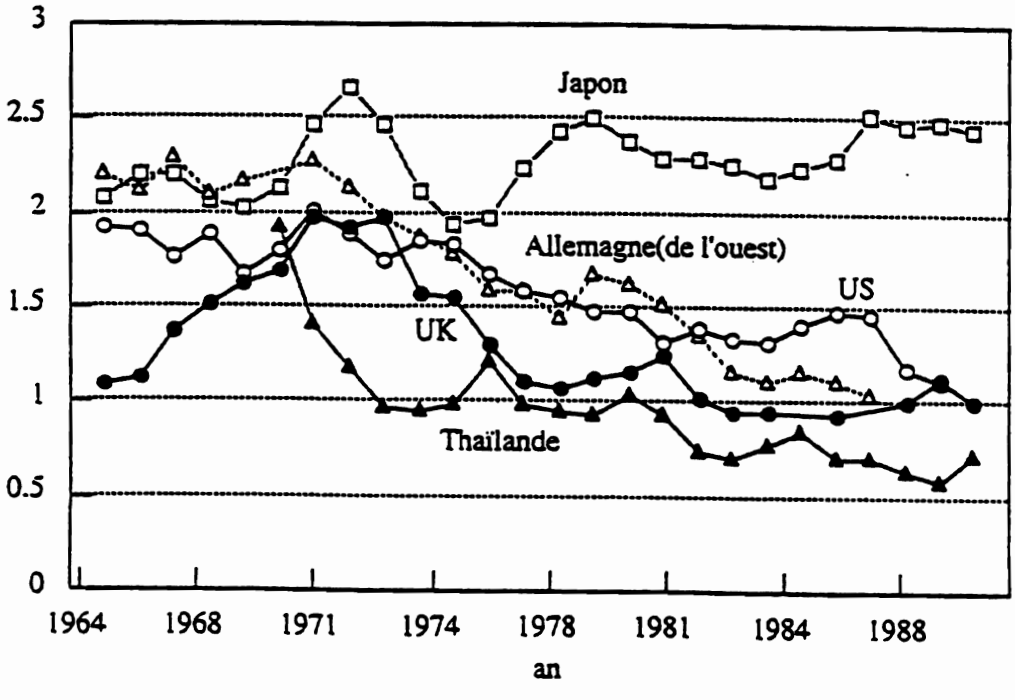


La Figure montre que pour un même niveau de développement économique, le prix d'une petite voiture (~ 1200 cc), relativement aux revenus par tête, est environ 10 fois plus élevé à Bangkok qu'à Tokyo ou Nagoya. Ce prix est à peu près le même à Londres, Tokyo et Nagoya. L'absence de transports en commun efficaces et rapides oblige les habitants de Bangkok à se reporter massivement sur la voiture bien que les prix des voitures soient beaucoup plus élevés que leur revenus. Ceci signifie que sans alternative à la voiture, les politiques de tarification ne servent qu'à augmenter les coûts de transport sans pour autant réduire l'utilisation de la VP ou la congestion.

4.2. LE MANQUE D'INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES

La Figure 22 représente la série chronologique de la part du produit national consacrée à l'investissement routier en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis, au Japon et en Thaïlande. Le déclin de la part du budget routier en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis s'explique par les investissements importants réalisés dans le passé et donc un faible besoin en infrastructures nouvelles. Il est connu que le déclin rapide pendant les années 60 et 70 aux Etats-Unis a causé de sérieuses détériorations des infrastructures, obligeant à fermer certaines routes et ponts. On se souvient encore des événements symboliques que constituent l'accident du pont de Brooklyn et la fermeture de la West Side Highway à Manhattan (New York).

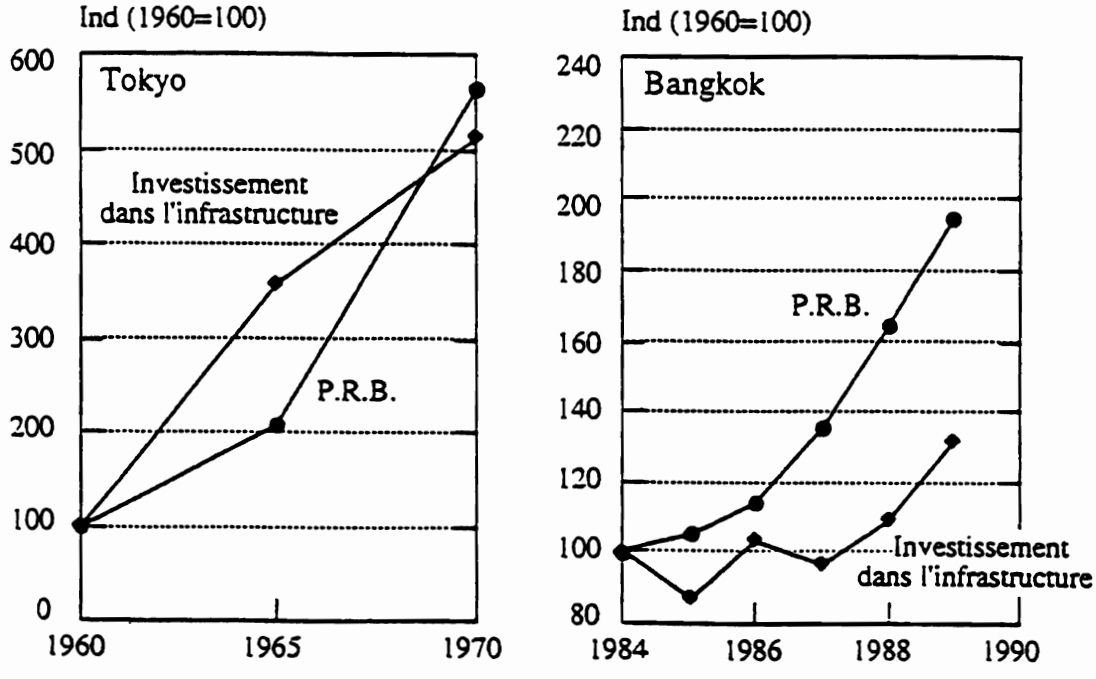
Figure 22 : Part du produit national brut consacrée aux investissements routiers (%)



Source : CITY PLANNING BUREAU, 1972

A la fin des années 60, la Thaïlande allouait 2 % de son produit national brut à l'investissement routier, mais la part s'est abaissée progressivement à moins de 1 %, atteignant le niveau le plus faible des quatre pays. La Figure 23 montre qu'à Bangkok, le taux de croissance du budget consacré à l'investissement en infrastructures était de beaucoup inférieur à celui du Produit Régional Brut alors qu'à Tokyo ces deux taux sont restés proches durant toute la période de rapide croissance économique (HAYASHI *et al.*, 1993b). A Bangkok, l'insuffisance des investissements routiers est à l'origine de problèmes majeurs, la demande de trafic ne pouvant être satisfaite comme le montre la Figure 24 de la section 4.3..

Figure 23 : Croissance économique et investissement en infrastructure (indice)



Source: CENTRAL STATISTICS OFFICE, 1991

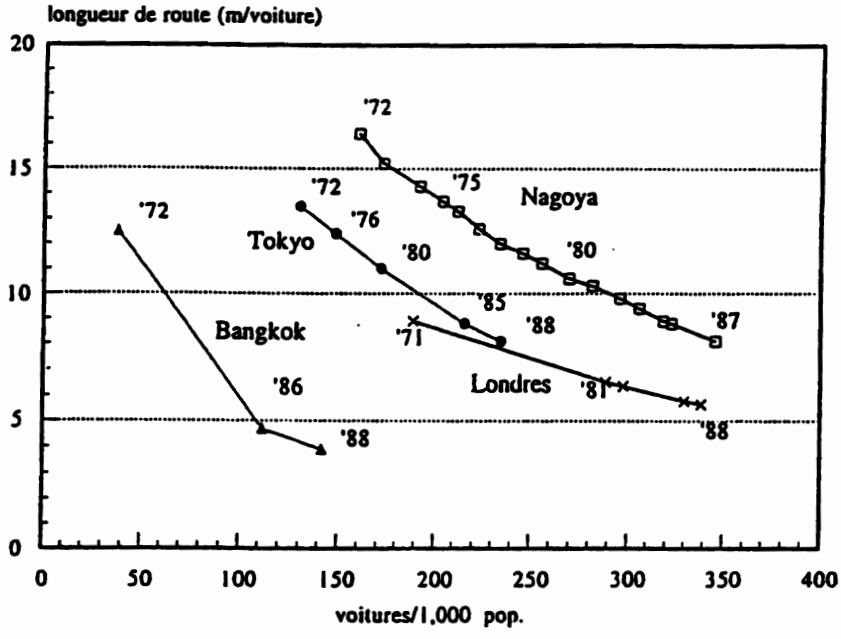
De son côté, le Japon a investi de 2 à 2,7 % de son produit national brut en infrastructures routières. La part des constructions nouvelles reste élevée. Au Japon, l'existence d'un impôt sur le carburant a permis une évolution de la construction d'infrastructures routières à un taux proche de celui du PNB. Parce que le taux de croissance de la demande de trafic est plus élevé que le PNB au delà d'un certain seuil (de l'ordre de 1 000 $) que la Thaïlande a déjà dépassé, le budget général, qui est principalement alimenté par les impôts, ne peut suivre l'augmentation élevée des coûts de construction des routes. Nous en concluons que le budget devrait augmenter proportionnellement à l'utilisation de la voiture. Tokyo et Nagoya sont de très bons exemples pour avoir su éviter des niveaux de congestion catastrophiques en augmentant leur budget d'investissement pour les routes proportionnellement à la croissance du trafic.

4.3. LA CONGESTION ET L'ENVIRONNEMENT

4.3.1. Déséquilibre entre la demande et l'offre de transport routier

La congestion est causée par un déséquilibre entre l'utilisation de la voiture et le niveau en infrastructure routière. La Figure 24 illustre la relation entre le taux de motorisation (pour 1 000 habitants) et la longueur de route offerte par véhicule.

Figure 24 : Motorisation et niveau de développement du réseau routier



Sources : CHUKYO REGIONAL TRANSPORT PLANNING ASSOCIATION, 1983, 1993 ; CULLINGWORTH, 1990 ; DASGUPTA, 1990 ; DEPARTMENT OF TRANSPORT, 1990 ; DEPARTMENT OF TRANSPORT (DOT), 1989 ; HFA/PPK/ACE, 1991

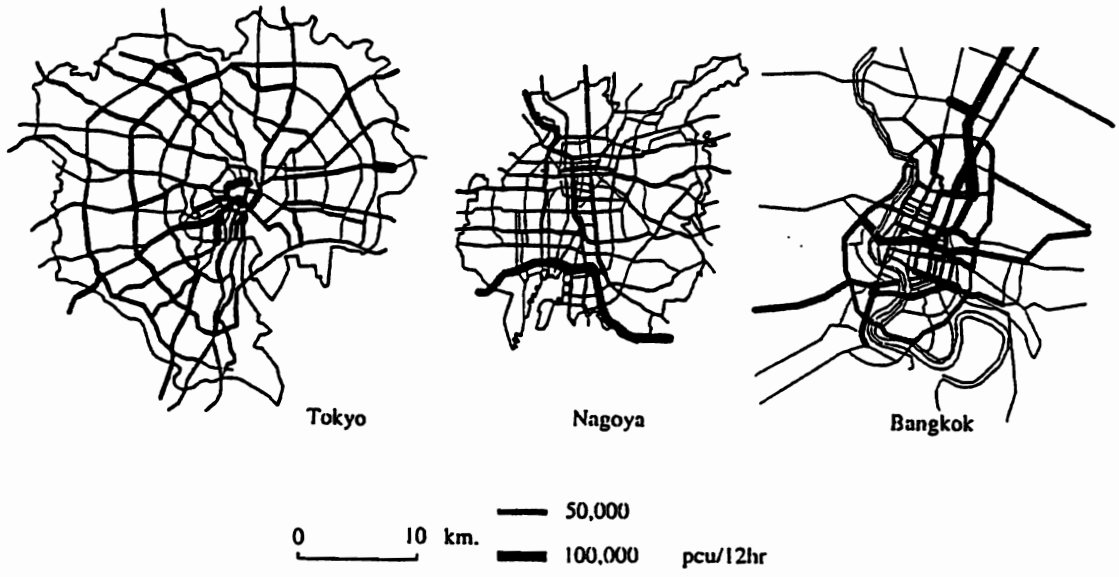
Le taux de motorisation de Bangkok en 1988 est d'environ 150 voitures pour 1 000 habitants, soit le même taux qu'à Nagoya en 1972 ou à Tokyo en 1976. Pourtant, le niveau en infrastructures routières exprimé par la longueur de route offerte par véhicule atteint seulement le quart de celui de Nagoya en 1972 et le tiers de celui de Tokyo en 1976. Il n'est donc pas difficile d'imaginer que Bangkok risque d'affronter des niveaux de congestion et de pollution de l'air de plus en plus préoccupants.

4.3.2. Diminution du niveau de service routier et évolution de l'efficacité en termes de consommation d'énergie

La Figure 25 compare le volume récent de trafic (exprimé en unité de passagers) sur les routes principales des trois métropoles asiatiques. La rapide croissance du nombre de véhicules et le manque d'offre de transport routier ou ferroviaire génèrent un volume de trafic élevé sur pratiquement

toutes les routes. En moyenne, le volume du trafic sur les routes de Bangkok est de 1,5 à 2 fois plus élevé qu'à Tokyo. Un volume de trafic élevé entraîne une consommation d'énergie élevée et une concentration élevée des polluants le long des routes.

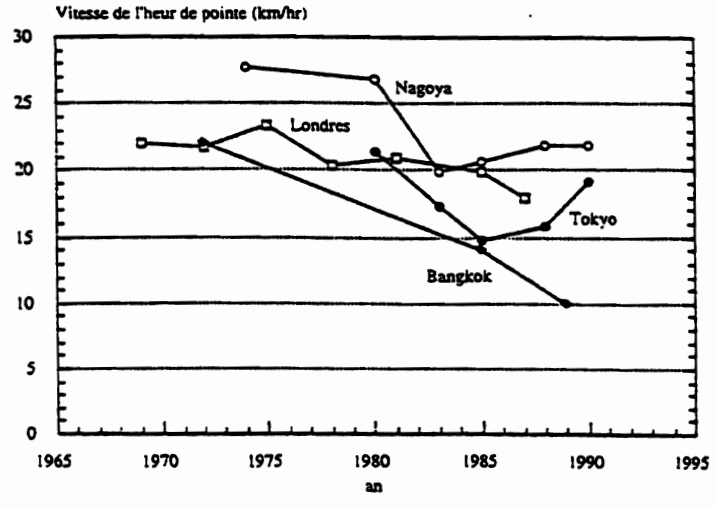
Figure 25 : Trafic pendant 12 heures sur les routes principales



Sources : JICA, 1990 ; NAGOYA CITY, 1980

On peut observer dans la plupart des villes une baisse de la vitesse de déplacement du fait que l'offre routière ne progresse pas aussi vite que le volume de trafic. En 1972, la vitesse en heure de pointe à Bangkok était identique à celle de Londres, mais en 1989 elle dépassait à peine la moitié de celle de Londres (Figure 26). Entre 1972 et 1989, cette vitesse au centre de Bangkok a été divisée par plus de 2, passant de 22 km/h à 10 km/h.

Figure 26 : Evolution de la vitesse moyenne aux heures de pointe



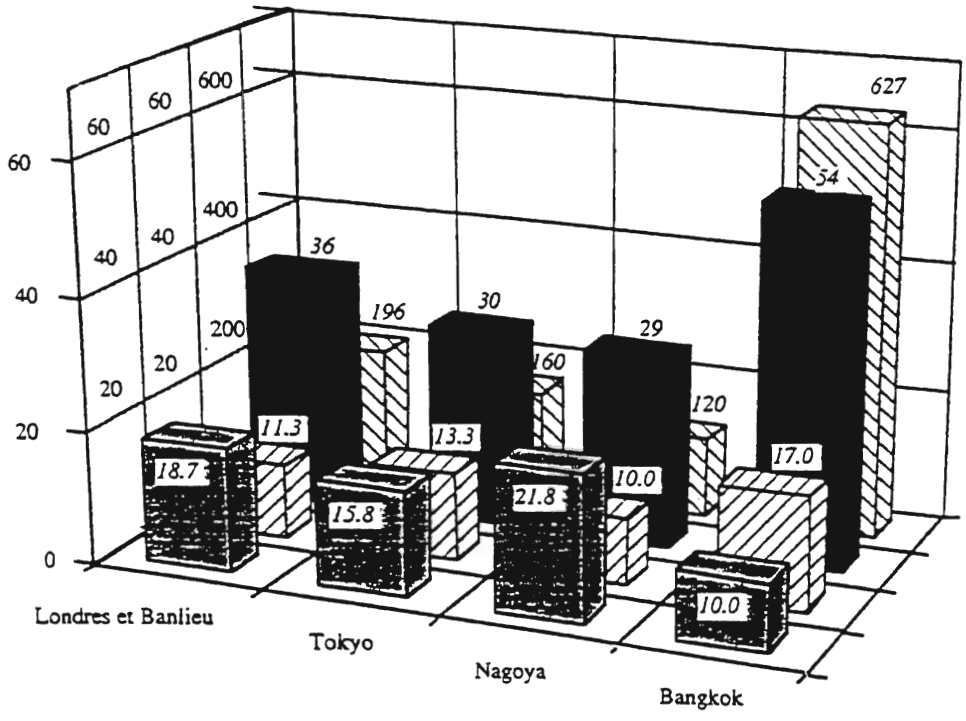
Sources : DEPARTMENT OF TRANSPORT, 1990 ; JICA, 1990 ; KOCKS *et al.*, 1975 ; NAGOYA CITY, 1980 ; SEATEC, 1991

Contrairement à celles de Bangkok et de Londres, la vitesse en heure de pointe à Tokyo et à Nagoya s'est considérablement améliorée récemment. Cette amélioration résulte principalement du prolongement des voies urbaines express dans les deux métropoles.

4.3.3. Vitesse de déplacement et consommation de carburant

La Figure 27 illustre les conditions de trafic et la consommation d'énergie dans 4 villes. Un trajet de 100 km demande 10,0 litres à Nagoya, 11,3 litres à Londres, 13,3 litres à Tokyo et 17,0 litres à Bangkok. Ces différences dépendent principalement de la vitesse moyenne de déplacement dans le centre : 21,8 km/h à Nagoya, 18,7 km/h à Londres, 15,8 km/h à Tokyo et 10 km/h à Bangkok. La Figure 28 montre que l'efficacité de la consommation de carburant diffère dans un rapport de 1,5 pour les véhicules à essence lorsque l'on compare deux vitesses : 10 km/h et 20 km/h. A Bangkok, de 60 000 à 70 000 voitures par an ont été immatriculées entre 1988 et 1993, la vitesse moyenne de déplacements s'est énormément réduite et la congestion est devenue extrêmement préoccupante.

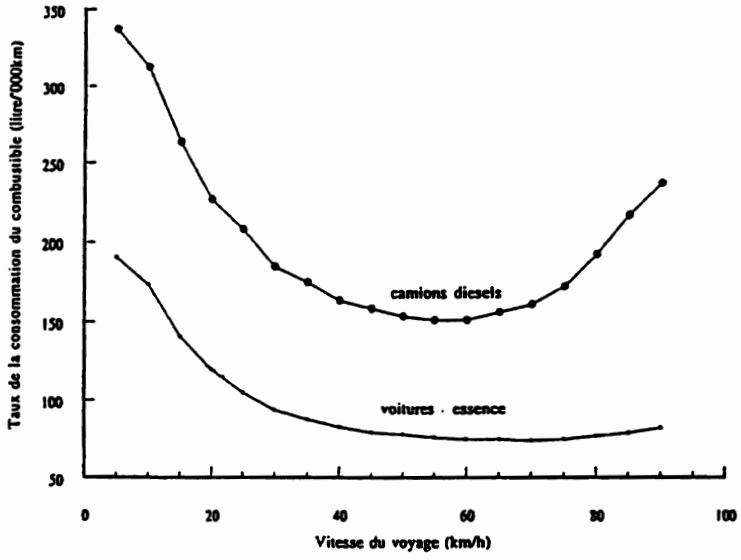
Figure 27 : Vitesse moyenne aux heures de pointe et niveaux de trafic et de consommation d'énergie



Premier plan : Vitesse moyenne en pointe (km/h) ; Deuxième plan : Consommation d'énergie (l/100 km) ; Troisième plan : Trafic en 12 heures (milliers) ; Quatrième plan : Consommation kilométrique (TEP/km)

Sources : BMA, 1984 ; CHUKYO REGIONAL TRANSPORT PLANNING ASSOCIATION, 1983, 1993 ; ECONOMIC PLANNING AGENCY, 1976, 1992 ; ETA, 1986 ; HERBERT, THOMAS, 1982 ; HMSO, 1979

Figure 28 : Consommation d'énergie selon la vitesse



Sources : CITY PLANNING INSTIT. OF JAPAN, 1992 ; HAYASHI *et al.*, 1993a

4.3.4. Compacité des aires urbanisées, longueur des déplacements et consommation d'énergie

Influence de la croissance urbaine sur la longueur des déplacements routiers

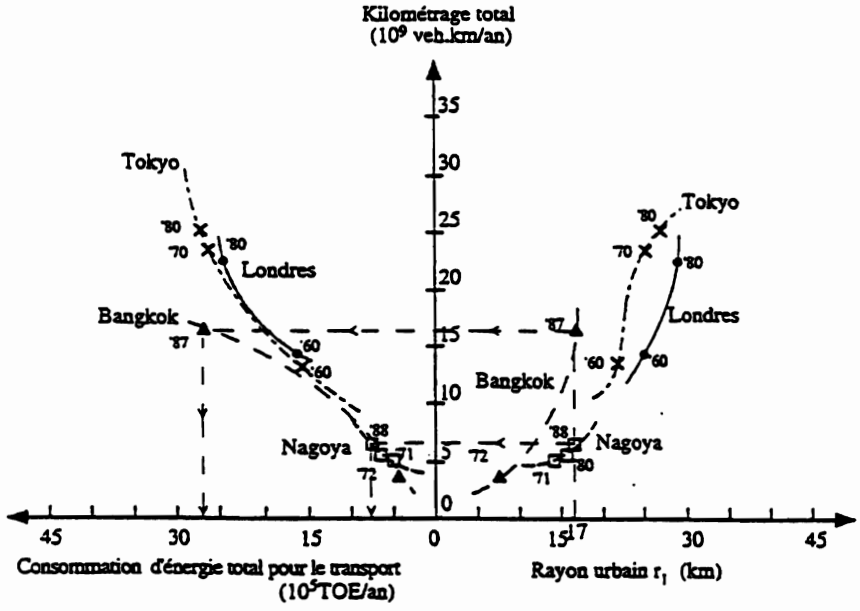
Pour analyser ce mécanisme, nous utilisons le rayon radial r_1, défini comme le rayon moyen de l'agglomération et dont le mode de calcul est donné en section 3.2.. La Figure 29 et le Tableau 5 montrent comment la longueur totale des déplacements routiers a augmenté du fait de la périurbanisation à Londres, Tokyo, Nagoya et Bangkok. Le rapport du taux de croissance de la longueur des déplacements au taux de croissance du rayon urbain est maximum à Bangkok, suivi de Tokyo, Londres et enfin Nagoya.

Ainsi, la longueur totale des déplacements automobiles a augmenté à un taux deux fois plus élevé à Bangkok qu'à Nagoya. La comparaison des cas de Bangkok en 1987 et de Nagoya en 1988 montre que même avec un rayon urbain identique (17 km), la longueur totale des déplacements en voiture est d'environ 16 milliards de véhicules.km par an à Bangkok, soit à peu près le triple de celle de Nagoya (6 milliards). Ces différences s'expliquent par les éléments suivants :

- le nombre total de voitures est supérieur de 30 % à Bangkok.
- la plupart des déplacements concernant les zones périphériques se font en voiture à Bangkok du fait des insuffisances du système ferroviaire.
- le kilométrage de route offerte par véhicule est de 3,9 mètres seulement à Bangkok (JICA, 1990), soit moins de la moitié qu'à Nagoya où le ratio atteint 8,1 m par véhicule (NAGOYA CITY, 1990),

ce qui implique des détours, notamment en périphérie où l'offre est particulièrement insuffisante.

Figure 29 : Evolution du rayon urbain, du kilométrage parcouru en voiture et de la consommation d'énergie



Sources : CULLINGWORTH, 1990 ; FRENCH, 1990

Tableau 5 : Influence de la périurbanisation sur la longueur des parcours automobiles et la consommation d'énergie

	Taux de croissance du rayon urbain (A)	Taux de croissance de la longueur des trajets routiers (B) [B/A]	Taux de croissance de la consommation de carburant (C) [C/A]
Londres (1960 - 1980)	1.16	1.57 [1.35]	1.51 [1.30]
Tokyo (1960 - 1980)	1.26	2.13 [1.69]	2.12 [1.68]
Nagoya (1971 - 1988)	1.18	1.29 [1.09]	1.52 [1.29]
Bangkok (1972 - 1987)	2.27	4.46 [1.96]	4.75 [2.00]

Source : Figure 30

Effets de l'augmentation de la longueur des déplacements en voiture sur la consommation de carburant

La partie gauche de la Figure 29 montre que la consommation de carburant du secteur des transports et la longueur totale des déplacements automobiles ont progressé à peu près proportionnellement. Mais en ce qui concerne Bangkok, la tangente s'est abaissée, indiquant que l'efficacité énergétique y a décliné. En suivant les flèches sur la Figure, il est facile de comprendre

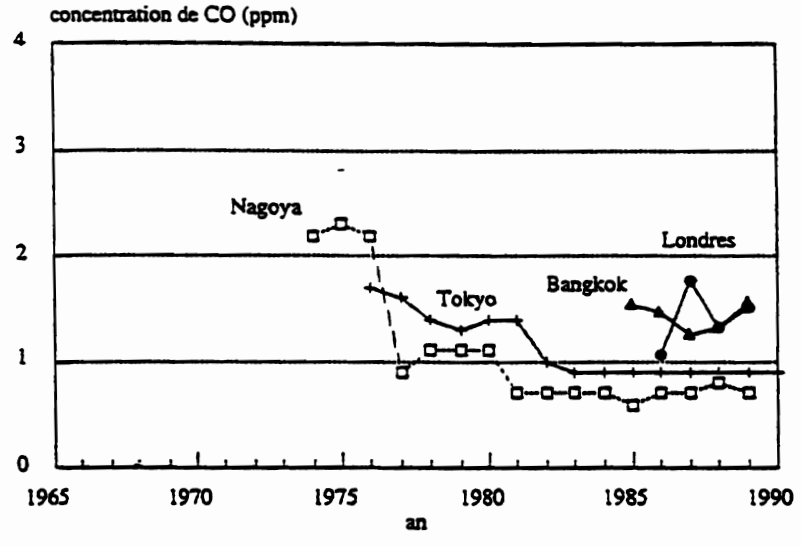
l'influence de la périurbanisation sur la consommation de carburant à travers l'augmentation des distances de déplacement.

Le rapport des taux de croissance du rayon urbain et de la consommation de carburant est de 1,29 à Nagoya, 1,30 à Londres, 1,68 à Tokyo et 2 à Bangkok (Tableau 5). En d'autres termes, la consommation marginale de carburant par unité de périurbanisation est plus élevée à Bangkok qu'à Nagoya d'environ 60 %. Les principales causes peuvent être a) la dépendance du système de transport vis-à-vis de la voiture, b) des voitures plus âgées et moins efficaces du fait du manque de rigueur des contrôles techniques, et par conséquent c) une consommation inefficace de carburant pendant les périodes de congestion importante du trafic (HAYASHI *et al.*, 1993a).

4.3.5. Contribution du trafic routier à la pollution de l'air

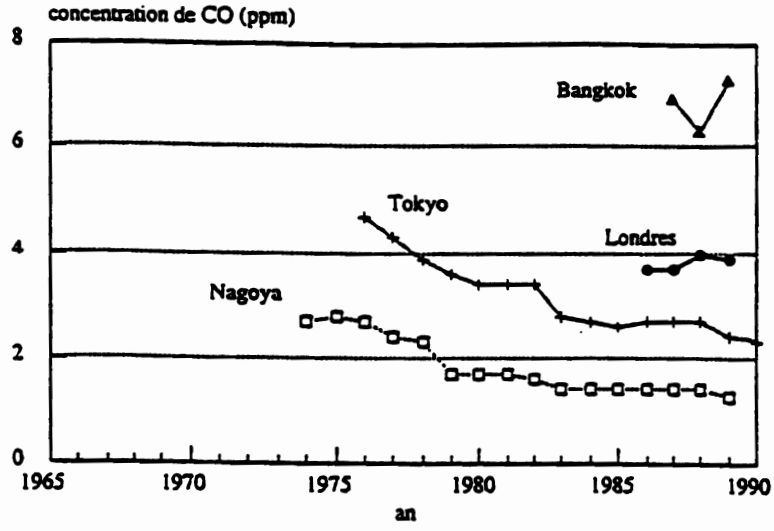
Bien qu'il ne soit pas possible de comparer les niveaux absolus de pollution des villes du fait de méthodes de mesure différentes, on peut estimer les contributions du trafic à la pollution de l'air en comparant les niveaux moyens de pollution globaux et en bordure des routes. Les Figures 30 et 31 représentent ces deux niveaux de pollution en CO pour les quatre métropoles. La différence est de 0,4 ppm à Nagoya, 1,8 ppm à Tokyo, 2,4 ppm à Londres et 6 ppm à Bangkok, ville où la pollution causée par le trafic est donc extrêmement élevée. Cette hiérarchie entre métropoles est cohérente avec celle issue des consommations kilométriques de carburant : 120 TEP/km à Nagoya, 160 à Tokyo, 196 à Londres et 627 à Bangkok.

Figure 30 : Evolution de la concentration annuelle moyenne globale de CO



Sources : AGNEW, 1986 ; DEPARTMENT OF EMPLOYMENT, 1976 ; FUJI RESEARCH INSTITUTE CORPORATION, 1992 ; HALL, 1982 ; HALL, 1989 ; HAYASHI *et al.*, 1991

Figure 31 : Evolution de la concentration annuelle moyenne de CO en bord de route



Sources : AGNEW, 1986 ; DEPARTMENT OF EMPLOYMENT, 1976 ; FUJI RESEARCH INSTITUTE CORPORATION, 1992 ; HALL, 1982 ; HALL, 1989 ; HAYASHI *et al.*, 1991

5. CONCLUSIONS

5.1. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET RÉSULTATS DES ANALYSES DE L'ÉTUDE

Quelques conclusions majeures s'imposent après cet examen de la liaison entre les phénomènes d'urbanisation, de motorisation et de dégradation de l'environnement.

Les processus de développement économique, d'urbanisation et de dégradation environnementale présentent des similarités, en particulier entre les cas de Bangkok, Tokyo et Nagoya.

Plus tard une métropole se développe, plus rapide est son cycle d'urbanisation du fait du progrès technologique qui favorise l'accès à l'automobile. L'étude montre ainsi que la vitesse de ce cycle à Bangkok est respectivement 4, 2 et 1,5 fois plus rapide qu'à Londres, Nagoya et Tokyo.

Une prise en compte sérieuse des problèmes de pollution de l'air et la mise en place de procédures de contrôle de la qualité de l'air interviennent quand le niveau local du revenu par tête atteint entre 1 000 et 3 000 US $. Mais l'accent n'est mis sur les effets du transport qu'à partir d'un revenu par tête de plus de 3 000 US$. Même si de sérieux problèmes de pollution de l'air peuvent se poser à n'importe quelle étape du développement urbain, ils apparaissent souvent plus tôt dans les métropoles urbanisées récemment.

La forme du développement économique de Bangkok est identique à celles de Tokyo et de Nagoya, mais avec un décalage de 20 à 30 ans. Par contre, Londres a précédé ces deux métropoles d'environ 10 ans.

La liaison forte entre le revenu par tête et la motorisation se retrouvent dans toutes les métropoles, même si les prix relatifs des voitures sont 10 fois plus élevés à Bangkok que dans les autres métropoles.

L'offre en infrastructures routière et ferroviaire étant bien inférieure à Bangkok, nous avons estimé que chaque augmentation de 1 km de la distance radiale y provoque une hausse de la longueur moyenne des trajets de 0,3 km.

Le manque de lignes ferroviaires radiales favorise l'utilisation de la voiture et augmente la longueur des parcours. En outre, à Bangkok, le manque d'infrastructures de transport est la cause d'une consommation d'énergie accrue et de plus d'émissions de polluants en bordure des routes.

Bien évidemment, la consommation en énergie des transports diminue considérablement avec l'augmentation de la densité urbaine.

5.2. LE CYCLE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Intuitivement, on peut dire que la périurbanisation élargit les frontières des activités humaines en réduisant les temps de parcours inter-régionaux, ce qui encourage les gens à habiter en périphérie. Néanmoins, lorsque la plupart des ménages se localisent de manière éparpillée, empêchant la mise en place d'un transport public efficace et adéquat, ils deviennent fortement dépendants de l'automobile en périphérie. Cette contrainte augmente la motorisation. De ce fait, nous pouvons conclure de notre comparaison historique de la croissance urbaine que les effets négatifs de la périurbanisation et de la motorisation se confortent les uns les autres et entraînent une augmentation continue de la consommation en énergie. Néanmoins, au delà de cette constatation générale, des spécificités propres à chaque métropole subsistent et peuvent entraîner des variations par rapport à ce schéma général, ainsi que nous l'avons relevé dans les pages précédentes.

5.3. UN SCHÉMA D'ANALYSE DES MODIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES À PARTIR DE SCÉNARIOS

Il est possible d'intégrer dans un seul cadre explicatif cohérent l'ensemble des constatations empiriques que nous avons effectuées. Il repose sur un processus en six étapes successives (identifiées par les chiffres 1 à 6 dans la Figure 32), permettant d'analyser les effets sur l'environnement :

- observer les tendances passées et les consolider pour obtenir des scénarios vraisemblables d'évolution de la croissance économique (voir aussi la Figure 1[3]) ;
- examiner les scénarios d'urbanisation (voir aussi la Figure 12) ;
- examiner les scénarios de motorisation (voir aussi la Figure 19) ;
- examiner les scénarios des politiques d'amélioration des routes en regard de l'augmentation prévue de la demande de trafic (voir aussi la Figure 24) ;
- examiner la relation entre la distance radiale, la distance automobile parcourue et l'énergie consommée (voir aussi la Figure 29) ;
- en déduire les changements en ce qui concerne l'environnement (voir aussi les Figures 30 et 31).

Actuellement, il est toujours difficile de prévoir de manière satisfaisante quelles seront les caractéristiques futures de l'occupation du sol, du système de transport et des effets sur l'environnement par de simples prolongements de tendance. Une raison fondamentale est que de nombreux facteurs sont inconnus ou évoluent non linéairement dans le monde économique réel. Par exemple, ces facteurs peuvent être des formes instables de croissance économique, des taux de croissance de la motorisation et de la demande de trafic peu cohérents mais en général plus élevés que ceux des revenus, une capacité de financement insuffisante pour satisfaire les besoins en infrastructures de transport ou pour soutenir les améliorations technologiques en termes d'émissions des véhicules ou encore le manque de fonds pour subventionner les mesures d'amélioration de l'environnement... Autrement dit, il serait tout à fait profitable de passer en revue les tendances actuelles et de comprendre les mécanismes de développement des anciennes métropoles afin de les comparer avec une métropole récente située à la même étape de développement économique. Cette dernière pourrait alors utiliser les conclusions et les résultats des analyses des métropoles plus anciennes pour sa planification en vue de combiner simultanément un développement durable et un environnement agréable.

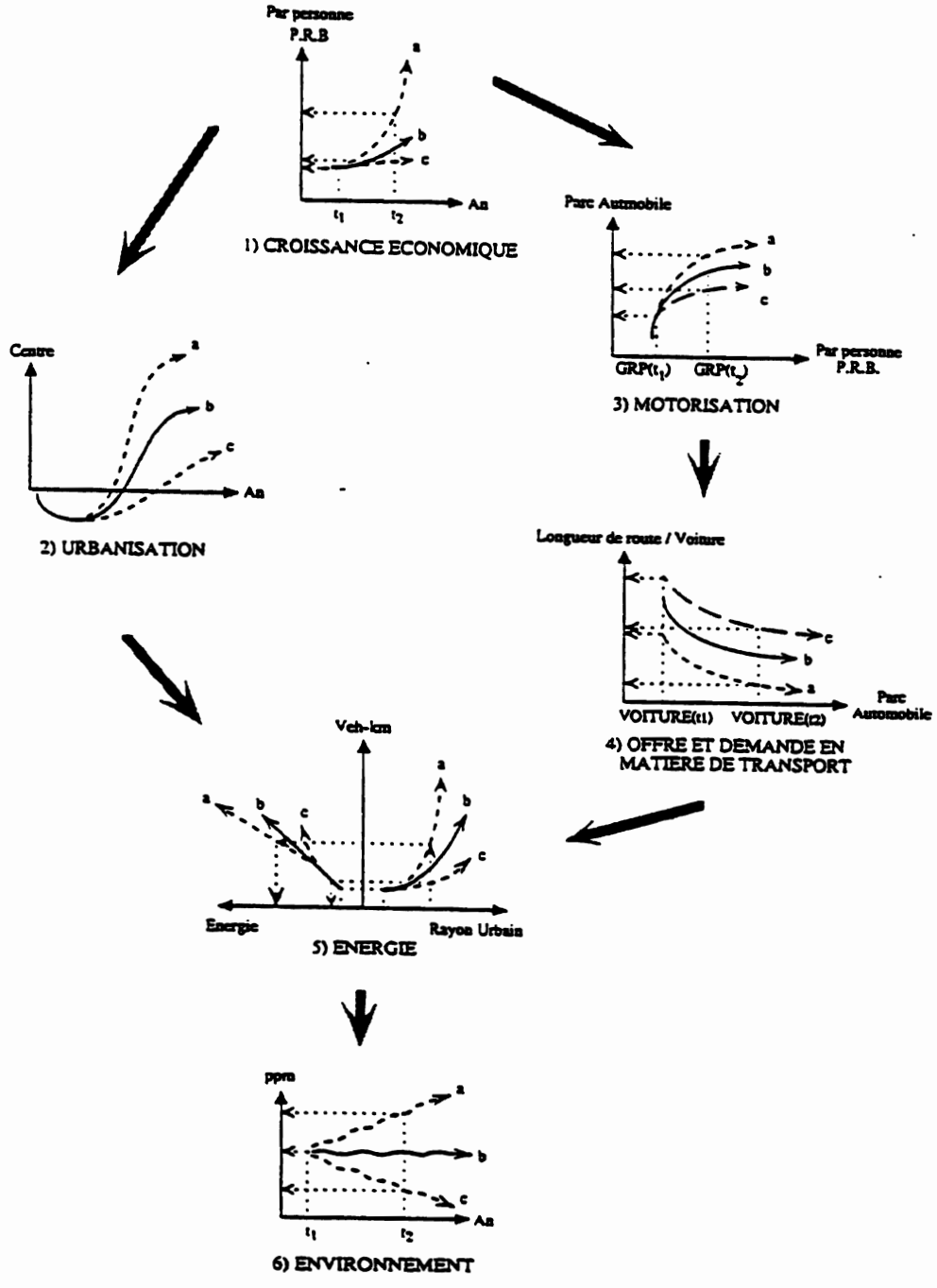
Jusqu'à un certain point, cet article a mis en évidence, sous des contraintes similaires, les phénomènes susceptibles de réapparaître à des étapes identiques de développement économique, d'urbanisation, de motorisation et d'environnement, ensemble d'éléments fortement interdépendants. A partir de ces expériences passées, nous avons essayé d'extraire quelques éléments instructifs pour les métropoles plus récentes, leur permettant d'évaluer les

---

[3] Les Figures 1 à 18 figurent dans la première partie de cet article, parue dans le numéro 34 des Cahiers Scientifiques du Transport.

effets du changement de leur position dans le cycle de croissance ou de l'accélération des cycles observés dans les métropoles plus anciennes.

Figure 32 : Un schéma d'analyse des modifications environnementales à partir de scénarios



5.4. LIMITES ET PROLONGEMENTS DE L'ÉTUDE

Au delà de nos tentatives de comparaison et de différenciation des dynamiques simultanées d'évolution de l'urbanisation, de la motorisation et des impacts sur l'environnement dans quatre métropoles, il convient de noter

que nous nous sommes appuyés sur des analyses comparant différentes villes à différents stades de développement et à différentes époques, afin d'en caractériser la structure commune. Il serait alors souhaitable que d'autres travaux s'attachent à des analyses longitudinales des mécanismes de développement de chaque métropole afin de mieux comprendre la configuration actuelle et les interactions entre ces trois paramètres. Le résultat de telles analyses serait de produire une compréhension plus profonde et plus précise de la soutenabilité des évolutions des processus de développement. Ainsi, cela nous permettrait de tracer un portrait plus raisonnable et plus réaliste de notre futur afin d'atteindre des objectifs de planification intégrée.

RÉFÉRENCES CITÉES

AGNEW C. (1986) **Air Pollution Control in London: Problem of Change.** edited by H. CLOUT and P. WOOD.

BMA (1984) **Bangkok Statistics Yearbook 1983**. Department of Policy and Planning, Bangkok (en Thaï).

BMA (1986-1992): **Bangkok Statistics Yearbook 1985-1991**. Department of Policy and Planning, Bangkok.

CENTRAL STATISTICS OFFICE (1978-1991) **Economic Trends**. Londres, HMSO.

CENTRAL STATISTICS OFFICE (1991) **Regional Trends 26, 1991 Ed.**. Londres, HMSO.

CHUKYO REGIONAL TRANSPORT PLANNING ASSOCIATION (1983, 1993) **Person Travelling Pattern in Chukyo Region, 2nd and 3rd Person Trip Survey**. (en japonais).

CITY PLANNING BUREAU (1972) **Summary of Person Trip Survey in Chukyo Region**. (en japonais).

CITY PLANNING INSTITUTE OF JAPAN (1992) **Tokyo Metropolitan Area: Regional Structure, Planning History and Future Perspective.** Shokokusha. (en japonais).

CULLINGWORTH J. B. (1990) **Town and Country Planning in Britain.** Unwin Hyman.

DASGUPTA M. (1990) **Commuting Patterns and Urban Change in London: Past Trends and Future Prospects**. TRRL.

DEPARTMENT OF EMPLOYMENT (1976) **Family Expenditure Survey 1975**. Londres, HMSO.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1990) **Transport Statistics Report, London Trafic Monitoring Report for 1989**. Londres, HMSO.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (DOT) (1989) **Trafic in London, A Discussion Document on Initiatives to Tackle the Problems**. Londres, HSMO.

ECONOMIC PLANNING AGENCY (1976, 1992) **Annual Report on Prefecture Accounts 1992**. Economic Research Institute (en japonais).

ETA (1986) **Detail Design and Environmental Impact Assessment of the Second Stage Expressway System in Greater Bangkok. Final Report on Environmental Impact Assessment**. Bangkok.

FAIZ A. (1993) Automotive Emissions in Developing Countries-Relative Implications for Global Warming. Acidification and Urban Air Quality. **Transportation Research A**, Vol. 27A. N° 3, pp. 167-186.

FRENCH H. F. (1990) Clearing the Air. In L. R. BROWN *et al.* (ed), **the State of the World 1990; A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society**. W.W. Norton & Company.

FUJI RESEARCH INSTITUTE CORPORATION (1992) **New York, London, Paris, Future of World Cities and Their Development of Infrastructure**. Urban Communication.

HALL P. (1982) **Urban and Regional Planning**. Allen and Unwin.

HALL P. (1989) **London 2001**. Unwin Hyman, pp. 1-28.

HAYASHI Y., DOI K., SUPARAT R., SAKURAI K. (1991) Comparing the Environment between Cities in Different Stages of Economic Development and Urbanization. In **Proceedings of the PTRC Summer Annual Meeting**, Vol. 19, Seminar A, pp. 95-106.

HAYASHI Y., TOMITA Y., DOI K., SUPARAT, R. (1993) An International Comparative Study on Land Use Transport Planning Policies as Control Measures of Urban Environment. **Selected Proceeding of the Sixth World Transport Conference on Transport Research**, pp. 255-266.

HAYASHI Y., SUPARAT R., NAKAZAWA N. (1993) Influence of Economic Development and Urbanization on the Environment: The Case of Tokyo and Bangkok. Communication au **Second International Congress of Asian Planning Schools « Planning for a Better Living Environment in Asia »**. Hong Kong.

HERBERT D. T., THOMAS C. J. (1982) **Urban Geography, A First Approach**. John Wiley & Sons, pp. 70-78.

HFA/PPK/ACE (1991) **Seventh Plan Urban and Regional Transport.** Final Report and Working Paper N° 16 submitted to Office of the National Economic and Social Development Board. Bangkok.

HMSO (1979) **The United Kingdom Environment 1979: Progress of Pollution Control.** Londres, HMSO.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (1990) **International Financial Statistics Yearbook 1990.**

JICA (1990) **The Study on Medium to Long Term Improvement/ Management Plan of Road and Road Transport in Bangkok.** Bangkok.

JOHNSON I., NASH C.A. (1982) **Transport and Location Decisions of Rail Commuters to Central London - Some Evidence.** Leeds, ITS.

KLAASSEN L. H. et al. (1981) **Dynamic of Urban Development.** Aldershot : Gower, pp. 8-28.

KOCKS F. H. K. G. et al. (1975) **Bangkok Transport Study.** Bangkok.

LEITMANN J. (1991) **Energy Environment Linkages in the Urban Sector.** Washington D.C., World Bank, UNCHS et UNDP, Urban Management Program. Discussion Paper Series 2.

MITCHELL B.R. (1971) **Abstract of British Historical Statistics.** Cambridge University Press.

NAGOYA CITY (1980) **Census of Trafic Volume in Nagoya.**

NAGOYA CITY (1986) **Nagoya Centennial: Historical Statistics Data.** (en japonais).

NAGOYA CITY (1990a) **Annual Statistics of Nagoya.** (en japonais).

NAGOYA CITY (1990b) **Urban Development in Nagoya.** City Planning Bureau.

NAGOYA CITY (1990c) **Planning for Nagoya.**

NAGOYA CITY (1992) **Nagoya Statistics Yearbook.** (en japonais).

NATIONAL STATISTICAL OFFICE (1971, 1975, 1980, 1985 & 1991) **Statistical Yearbook Thailand.** Bangkok, Office of the Prime Ministry.

NESDB (1991) **Gross Regional and Provincial Product: Preliminary Series 1981-1989.** Bangkok.

OECD (1990) **The stage of the Environment.** OECD, Paris.

OECD (1991) **Energy Balances of OECD Countries 1960-1979.** OECD, Paris.

SEATEC (1991) **Economic Impact of Air and Noise Pollution due to Transport in Bangkok**. (en thaï).

SERPLAN (1990) **The London and South East Regional Planning Conference. A New Strategy for the South East.**

STATISTICS BUREAU (sd) **1960-1985 Population Census.**

TMG (1991) **Plain Talk about Tokyo**. Tokyo.

USEPA/AID (1990) **Ranking Environmental Health Risks in Bangkok, Thailand**. USAID Office of Housing and Urban Programs.

WHO (1961) **Air Pollution, A Historical Review of Atmospheric Pollution by E.C. Halliday**. Columbia University Press, pp. 9-37.

WHO, UNEP (1992) **Urban Air Pollution in Megacities of the World.** Backwell.

BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

AICHI PREFECTURE (1971) **Environmental Problemes in Aichi.**

ASAHI-SINBUNSHA (1993) **Minryoku '92.**

BLACK J. A. (1992) Policy Measures for Land Use and Transport Demand Management and Their Implications in Managing Rapidly Growing Metropolises. **Regional Development Dialogue**, Vol. 13, N° 3.

BUREAU OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (1990) **The Report on Air Quality Monitoring**. Tokyo (en japonais).

BUREAU OF STATISTICS (1974) **Annual Report on the Family Income and Expenditure Survey 1972**. Londres, Office of the Prime Minister.

BUSINESS INTERCOMMUNICATION INC. (1971) **White Paper on Pollution in Japan 1971**.

CHAMBERS L. A. (1962) **Classification and Extent of Air Pollution Problème s, in Air Pollution**. edited by A. C. STERN.

COTTRELL W. D. (1992) Comparison of Vehicular Emissions in Free-Flow and Congestion Using MOBILE4 and Highway Performance Monitoring System. **Transportation Research Record**, N° 1 366, Air Quality, Environment, and Energy, pp. 75-82.

DEPARTMENT OF POLLUTION CONTROL (1991) **Air and Noise Pollution in Thaïland 1990**. (en thaï).

DEPARTMENT OF POLLUTION CONTROL (1992) **Summary of Air and Noise Pollution in Bangkok 1991**. (en Thaï).

EUROSTAT (1990) **Bulletin of Energy Prices, A survey of import and consumer prices for oil, gas and electricity in the community up to January 1989**. Communauté Européenne.

GEORGIADES Y. et al. (1988) Establishment of Atmospheric Pollution Standards for Motor Vehicles. **The Science of the Total Environment**, Vol. 77, pp. 215-230.

GLC (1969) **Greater London Development Plan - Report of Studies**. Londres, HMSO.

GLC (1981) **Energy Use in London**. Londres, HMSO.

GLC (1983) **Thirty Years on A Review of Air Pollution in London**. Londres, HMSO.

GLC (1985) **GLTS 81: Transport in London**. Londres, HMSO.

GOLDSMITH J. R. (1962) Effects of Air Pollution on Humans. In A. C. STERN (ed.), **Air Pollution**.

HMSO (1990) **This Common Inheritance. Britain's Environmental Strategy**. Londres, HMSO.

INTERNATIONAL ROAD FEDERATION (1970-1991) **World Road Statistics**. Washington D.C.

ISHIZUKA H. and ISHIDA Y. (1988) **Tokyo: Urban Growth and Planning 1868-1988**. Center for Urban Studies. Tokyo Metropolitan University.

JACOBSON T. H., YOUSEF Y.A. (1991) Highway Runoff Quality, Environmental Impacts and Control. In R. S. HAMILTON, R. M. HARRISON (ed.), **Highway Pollution**. Elsevier.

JATOORAPREUK B. *et al.* (1992) Planning and Implementation of Mass Transit Systems in Bangkok. **Regional Development Dialogue**, Vol. 13, N° 3.

KANTO ENGINEERING OFFICE (1979) **Fuel Consumption of the Vehicle Running on Roads - A review on the reports of survey on vehicle fuel consumption.**

KIRAVANICH P. (1985) Problems of Air Pollution in ASEAN Countries. In **Proceedings of ASEAN/EC Workshop/Seminar on Air Pollution Monitoring.**

KIRAVANICH P. (1985) Thailand's Urban Air and Noise Quality Management. In **Proceedings of National Symposium on Urban Trafic and the Environment.**

LAXEN D. P. H., THOMPSON M. A. (1987) Sulfur Dioxide in Greater London, 1931-1985. **Environmental Pollution**, 43, pp. 103-114.

LONDON COUNTY COUNCIL (LCC) (1964, 1966) **London Trafic Survey**. Vol. 1 et Vol. 2.

LONDON RESEARCH CENTER (1988) **1986-87, Annual Abstract of Greater London Statistics, Vol. 19**. Londres.

LONDON RESEARCH CENTER (1991) **1988-89, Annual Abstract of Greater London Statistics, Vol. 21**. Londres.

LPAC (1990) **Air Pollution Associated with Transport in London**. Romford.

MACKETT R.L. (1993) **Railways in London**.

MACKETT R. L., MADDEN M., NASH C.A. (1985) **Commuting in London and the South East - Some Background Trends**. Leeds, ITS.

MANNERS G. (1986) Decentralizing London, 1945-1975. In H. CLOUT, P. WOOD (ed.), **London: Problems of Change**.

MASTERS G. M. (1991) **Introduction to Environmental Engineering and Science**. Prentice-Hall, Inc.

MEKVICHAI B. et al. (1990) Urbanization and Environment: Managing the Conflict. In **Proceedings of 1990 TDRI Year-End Conference**. Bangkok, TDRI.

MINISTRY OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND ENERGY (1992) **Thailand National Report to the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)**. Bangkok.

MINISTRY OF TRANSPORT (1990) **1990 Public Transportation Census for Large Urban Area (7th)**.

MITCHELL C. G. B. (1990) **Road Transport and the Environment - A brief overview**. TRRL.

NAGOYA CITY (1966) **The Outline of City Planning for Nagoya'66**. Nagoya.

NAGOYA CITY, NAGOYA URBAN DEVELOPMENT CORPORATION (1990) **Urban Development in Nagoya**. (prepared by K. HAYASHI).

NAGOYA MUNICIPAL TRANSPORTATION BUREAU (1991) **The Nagoya City Bus and Subway System**.

NESDB (1986) **Bangkok Metropolitan Regional Development Proposals: Recommended Development Strategies and Investment Programms for the Sixth Plan (1987-1991)**.

NESDB (1990) **The study on Integration of Public Transport System in Bangkok.** Bangkok. (en thaï).

NESDB (1992) **The Seventh National Economic and Social Development Plan (1992-1996).** Bangkok.

NESDB/UNDP/TDRI (1992) **National Urban Development Policy Framework. Final Report, Vol. 1.** Bangkok.

NEWMAN P., KENWORTHY J. (1991) **Cities and Automobile Dependance: An International Source Book.** Gower.

OECD (1976) **Report of Group of Experts on Trafic Policies for Improvement of the Urban Environment: Case Study of London.** OECD, Paris.

OECD (1986) **Enviornmental Effects of Automobile Transport.** OECD, Paris.

OECD (1988) **Transport and the Environment.** OECD, Paris.

OECD (1989a) **OECD Environmental Data Compendium.** OECD, Paris.

OECD (1989b) **World Energy Statistics and Balances 1971-1987.** OECD, Paris.

OECD (1990a) **Environmental Policies for Cities in the 1990s.** OECD, Paris.

OECD (1990b) **The Social Cost of Land Transport.** Paris, OECD Environment Monographs No 32.

OECD (1991a) **Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1988-1989.** OECD, Paris.

OECD (1991b) **The Stage of the Environment.** OECD, Paris.

OECD (1992a) **Energy Balances of OECD Countries 1989-1990.** OECD, Paris.

OECD (1992b) **Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1989-1990.** OECD, Paris.

OFFICE OF THE NATIONAL ENVIRONMENT BOARD (ONEB) (1989) **Roadside Air Quality in Bangkok (1984-1989).** Bangkok. (en thaï).

ONEB (1981-1987) **Report on Environmental Quality in Thailand (1980-1986).** Bangkok. (en thaï).

ONEB (1989) **Laws and Standards on Pollution Control in Thailand.** Bangkok.

ONEB (1990) **Air and Noise Pollution in Thailand 1989.** Bangkok.

ONEB (1991) **Air and Noise Pollution in Thailand 1990**. Bangkok. (en thaï).

OPCS (1984) **Key Statistics for Urban Areas, Great Britain**. Londres, HMSO.

OSAKAYA Y. (1990) Urban Planning System in Japan. In **Proceedings of Seminar on Methodology for Land & Building Use Control**. Bangkok

PERKINS H. C. (1974) **Air Pollution**. McGraw-Hill, 342 p.

POLLUTION CONTROL BUREAU (1980-1990) **Stage of Public Nuisance Nagoya City, 1980-1990**. (en japonais).

POLLUTION CONTROL BUREAU (1991) **Air Pollution Monitoring Report**. (en japonais).

SANO M. (1979) Fuel Consumption on Urban Streets. **Trafic Engineering**, Vol. 14, N° 2. (en japonais).

SAXE H. (1991) Air pollution. In P.E. HANSEN, S.E. JORGENSEN (ed.), **Introduction to Environmental Management**. Elsevier.

TANABORIBOON Y. (1992) An Overview and Future Direction of Transport Demand Management in Asia Metropolises. **Regional Development Dialogue**, Vol. 13, N° 3.

TERA INTERNATIONAL (1990) **Thailand in Figures 1990**.

THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERING (1976) Transport for Society. In **Proceeding of the Conference organized by the Institution of Civil Engineers**. pp. 11-14.

THE NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION (1988) **Energy Use in Road Transport**. Bangkok, Ministry of Science, Technology and Energy.

TMG (1971) **Tokyo Fights Pollution. An Urgent Appeal for Reform**. Tokyo.

TMG (1975) **Trafic in Tokyo: Present State and Problems**. Tokyo.

TMG (1985) **Protecting Tokyo's Environment**. Tokyo.

TMG (1985) **Tokyo Metropolitan Government. Major Cities of the World, Vol.I and Vol. II**. Tokyo.

TMG (1992) **Planning of Tokyo 1992**. Tokyo.

TMG (1992) **Urban White Paper on Tokyo Metropolis 1991**. Tokyo. (en japonais).

TMG (1970-1990) **Tokyo Metropolitan Statistics Yearbook 1970-1990**. Tokyo.

TMRIEP (1970) **Environmental Protection in Tokyo**. Tokyo.

TOYOKEIZAI (1993) **Data Book 1993**. (en japonais).

UNCRD et al. (1991) Country Case Report: Case of Bangkok, Thailand. In **Proceedings of Second International Workshop on Urban Development and Transportation in Asia Metropolises: Aiming at better coordination between land use structure and transportation systems**. Osaka, Japon.

WATERS M. (1990) **A Review of UK Road Transport Contribution to Global Warming**.

WHO (1992) **Our Planet, Our Health. Report of the WHO Commission on Health and Environment**. Genève.

WORLD BANK (1992) **World Development Report 1992. Development and the Environment**. Oxford University Press.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987) **Our Common Future**. Oxford University Press, pp. 3-10.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (1990) **World Resources 1990-91**.