

► **DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES ET DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE**

► **DOCUMENT DE TRAVAIL**

# **NOTE SUR L'EVALUATION DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET L'ETALEMENT URBAIN**

**Dominique BUREAU  
Nicolas THOUVEREZ**

**Série Etudes  
N° 03-E07**



Site internet : <http://www.environnement.gouv.fr>  
20 avenue de Ségur - 75302 Paris 07 SP

## ► RESUME

L'extension des couronnes péri-urbaines constitue un trait caractéristique de l'évolution des villes au cours de ces trente dernières années. Cette tendance apparaît préjudiciable du point de vue environnemental, car la péri-urbanisation est très consommatrice d'espace, et qu'elle implique un mode de vie dans lequel l'automobile joue un rôle prépondérant. La poursuite de ce processus va ainsi à l'encontre de l'inflexion des modes de déplacements qui serait souhaitable du point de vue de la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre, pour prévenir les changements climatiques.

De ce fait, le thème de la maîtrise de l'étalement des villes est devenu un élément clef de la réflexion sur l'aménagement urbain et la relations entre urbanisme et déplacements. Il émerge notamment dans les débats sur différents projets importants d'infrastructures de contournement routier en cours d'examen dans les grandes villes françaises : Lyon, Bordeaux, Rouen, Strasbourg... Initiés pour écarter les trafics de transit, ces projets sont en effet susceptibles d'accroître encore la péri-urbanisation. Cette dimension apparaît par ailleurs déterminante pour choisir entre les différents tracés de ces projets, entre les variantes éloignées qui se focalisent sur les seuls trafics de transit, et les projets situés à la limite des agglomérations actuelles.

Techniquement, la question qui se pose alors est de savoir si les méthodes usuelles de calcul économique qui leur sont appliquées n'attribuent pas une valeur excessive aux gains de qualité de service qui seraient apportés aux usagers péri-urbains.

Dès lors que l'on s'intéresse à l'évolution à long terme des systèmes de transports, et aux nuisances à l'environnement qui y sont associées, l'interaction entre urbanisme et déplacements devient en effet un élément crucial, car la sous-tarifcation des conséquences environnementales de l'étalement urbain conduit à ce que celui-ci soit excessif « socialement ».

Il convient alors d'en tenir compte lorsque l'on évalue l'impact des infrastructures de transport, et notamment celles qui apparaissent structurantes à cet égard. L'évaluation usuelle des avantages procurés par celles-ci en termes de gains de temps doit être corrigée en conséquence, si l'on veut éviter que le phénomène ne soit encore renforcé. Beaucoup de politiques publiques existantes peuvent en effet être considérées comme comportant de fortes subventions indirectes à cet étalement excessif.

## INTRODUCTION

L'extension des couronnes péri-urbaines constitue un trait caractéristique de l'évolution des villes au cours de ces trente dernières années. Cette tendance apparaît préjudiciable du point de vue environnemental, car la péri-urbanisation est très consommatrice d'espace, et qu'elle implique un mode de vie dans lequel l'automobile joue un rôle prépondérant. La poursuite de ce processus va ainsi à l'encontre de l'inflexion des modes de déplacements qui serait souhaitable du point de vue de la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre, pour prévenir les changements climatiques.

De ce fait, le thème de la maîtrise de l'étalement des villes est devenu un élément clef de la réflexion sur l'aménagement urbain et la relations entre urbanisme et déplacements (cf. CGPC [2003]). Il émerge notamment dans les débats sur différents projets importants d'infrastructures de contournement routier en cours d'examen dans les grandes villes françaises : Lyon, Bordeaux, Rouen, Strasbourg... Initiés pour écarter les trafics de transit, ces projets sont en effet susceptibles d'accroître encore la péri-urbanisation. Cette dimension apparaît par ailleurs déterminante pour choisir entre les différents tracés de ces projets, entre les variantes éloignées qui se focalisent sur les seuls trafics de transit, et les projets situés à la limite des agglomérations actuelles.

Pour éclairer ces choix des bilans coûts avantages sont réalisés, qui évaluent classiquement le surplus des usagers, à partir de la courbe exprimant la demande en fonction du coût généralisé du transport pour l'utilisateur. Pour une diminution marginale de ce coût, l'avantage procuré est donc égal au produit de cette diminution de coût généralisé du transport, par le trafic de référence. Techniquement, la question qui se pose alors est de savoir si ces méthodes usuelles de calcul économique qui leur sont appliquées n'attribuent pas ainsi une valeur excessive aux gains de qualité de service qui sont apportés aux usagers péri-urbains.

Pour une part, cette question renvoie aux réflexions initiées par Vickrey (cf. CGPC et Direction de la Prévision [1997]) concernant l'absence de tarification adéquate de ces déplacements, et les limites à l'approche consistant à toujours essayer de doubler les infrastructures congestionnées en zone urbaine. Ces réflexions portent cependant plus sur les zones centrales des villes que sur les couronnes péri-urbaines qui nous intéressent ici.

Par ailleurs, il convient de mieux expliciter, en amont, les inconvénients pour la collectivité de l'étalement urbain. Les discours sur la nécessité de maîtriser celui-ci mêlent en général deux types d'arguments : les premiers de nature tutélaire sur l'organisation urbaine jugée souhaitable ; les seconds renvoyant plutôt à l'absence d'internalisation de certains coûts sociaux dans les comportements.

Bien évidemment les arguments de nature tutélaire appellent comme objection de savoir pourquoi l'Etat irait à l'encontre des préférences des agents. Ceci amène donc à se focaliser plutôt sur les arguments de deuxième type. Mais ceux-ci méritent aussi d'être documentés.

On esquisse ici une réponse à ces différentes questions à partir d'un modèle canonique de ville monocentrique. Après avoir rappelé les tendances à l'œuvre en matière d'urbanisation et de déplacements, on montre, dans ce cadre théorique, la nature des termes correctifs à introduire dans l'évaluation des projets d'infrastructures routières pour tenir compte de leur interaction avec le processus d'étalement urbain.

## 1 – L'ÉVOLUTION DES VILLES ET DES DÉPLACEMENTS EN MILIEU URBAIN

Deux types de statistiques sont disponibles pour prendre la mesure de l'étalement urbain : les données de l'IFEN (Coutellier [2003]) sur l'artificialisation des sols ; et les données de l'INSEE issues des recensements de la population.

Les surfaces artificielles considérées par l'IFEN regroupent l'habitat et les espaces verts associés, les infrastructures, les équipements sportifs ou de loisir, les bâtiments divers (industrie, commerces, entrepôts, décharges, services...). Représentant 8 % du territoire, leur étendue est en croissance rapide : de 38000 à 43000 km<sup>2</sup> entre 1992 et 2000. Elles ont ainsi connu une progression de près de 1,6 % par an contre 1,2 % par an sur la période 1981 – 1990.

Trois grands types d'utilisation caractérisent cette artificialisation des terres : le bâti qui ne représente qu'un quart de l'ensemble, les infrastructures routière ou ferroviaires qui en utilisent 39 % et les surfaces non bâties (jardins, pelouses, terrains vagues urbains...) qui en couvrent 36 %. Ces dernières ont connu l'évolution la plus rapide sur la période. Mais les surfaces de construction et d'infrastructures ont également connu un fort accroissement, supérieur à 10 %, augmentant l'imperméabilisation des sols, facteur d'amplification des risques d'inondation.

Le phénomène d'artificialisation est souvent irréversible. Globalement, on enregistre 5000 km<sup>2</sup> de surfaces artificielles supplémentaires, soit plus de 620 km<sup>2</sup> par an en moyenne, entre 1992 et 2000. L'extension des zones artificielles provient, d'abord de l'augmentation des surfaces utilisées pour l'habitat et pour ses espaces de jardins et pelouses, ses voies d'accès et ses parkings. En 2001, l'habitat individuel s'étendait sur 18600 km<sup>2</sup>, soit davantage que le réseau routier permanent (10700 km<sup>2</sup>). En moyenne, depuis 1992, l'habitat individuel a nécessité environ 330 km<sup>2</sup> supplémentaires chaque année. Sur la période précédente, le besoin annuel moyen était de 275 km<sup>2</sup>.

Les travaux de l'INSEE (Bessy-Pietri [2000]) apportent un éclairage très complémentaire. Pour caractériser l'étalement urbain, l'aire urbaine y est divisée en trois éléments :

- la ville centre qui correspond le plus souvent à la ville au sens « historique » du terme, constituée d'une commune, parfois plusieurs.
- la banlieue, territoire plus ou moins vaste sous l'influence directe de la ville (elle forme, avec la ville centre, une unité urbaine, au sens de la continuité du bâti).
- la couronne périurbaine, périphérie plus lointaine, au-delà du front dense de l'urbanisation mais encore sous l'influence directe de la ville et de sa banlieue.

Le tableau suivant, qui met en évidence des taux de croissance d'autant plus élevés que l'on s'éloigne du centre ville, matérialise le processus d'étalement urbain.

	Taux d'évolution annuel moyen 1990 - 1999			Taux d'évolution annuel moyen 1982 - 1990		
	total	dû au solde naturel	dû au solde des entrées-sorties	total	dû au solde naturel	dû au solde des entrées-sorties
Ville-centre	0,12 (0,16)	0,46 (0,45)	-0,34 (-0,29)	-0,09 (-0,08)	0,53 (0,52)	-0,62 (-0,60)
Banlieue	0,42 (0,51)	0,65 (0,46)	-0,25 (0,05)	0,86 (0,94)	0,72 (0,89)	0,14 (0,35)
Couronne périurbaine	1,03 (1,01)	0,40 (0,37)	0,63 (0,64)	1,89 (1,80)	0,42 (0,40)	1,47 (1,40)
Les 361 aires urbaines	0,40 (0,44)	0,52 (0,43)	-0,12 (0,01)	0,61 (-0,59)	0,58 (0,53)	0 03 (0,06)

(sans l'aire urbaine de Paris)

Source : recensement de la population, Insee

Il est à noter toutefois qu'entre 1990 et 1999, l'étalement de la population du centre vers la périphérie a été moins marqué qu'il ne l'était durant les deux précédentes périodes intercensitaires. Les taux d'évolution annuels de la population des villes centres, des banlieues et des couronnes sont respectivement de 0,15 %, 0,41 % et 1,19 %. Cette hiérarchie était beaucoup plus accentuée en 1990 et surtout en 1982. Entre 1975 et 1982, l'augmentation relative de population était très forte dans les couronnes, allant de pair avec une diminution importante de population des villes centres, phénomène mis en évidence pour la première fois avec les résultats du recensement de 1982. Si l'on considère l'ensemble des 361 aires urbaines, entre 1990 et 1999, la population a progressé de 0,12 % par an dans les villes centres, de 0,42 % dans les banlieues et de 1,03 % dans les couronnes périurbaines.

Ces évolutions d'ensemble masquent toutefois des disparités entre agglomérations, avec, dans certains cas, un certain rééquilibrage en faveur des villes centres et une relative stagnation des banlieues, et dans d'autres la poursuite, au contraire, d'une croissance très vive du péri-urbain. De ce fait les problèmes rencontrés, et notamment ceux de la gestion des transports, peuvent être sensiblement différents d'une agglomération à l'autre.

Les deux tendances de l'évolution des déplacements urbains que constituent la progression de la mobilité quotidienne et la croissance des taux de motorisation, apparaissent cependant très générales, et en ligne avec l'évolution des villes qui vient d'être décrite.

L'atlas des aires urbaines établi par la fédération nationale des agences d'urbanisme [2001] rappelle à cet égard :

- que le taux de motorisation est d'autant plus élevé que l'on s'éloigne du centre ville. Alors que dans les villes-centres, plus du tiers des ménages ne possèdent pas de véhicule, ils ne sont que 12 % dans les zones périurbaines. C'est par ailleurs dans ces zones que l'augmentation de la multi-motorisation est la plus dynamique, avec un taux de ménages possédant une deuxième voiture passant de 26 % en 1990 à 44 % en 1999.
- comment les déplacements suivent le processus d'étalement. Le cas des déplacements domicile – travail est ici illustratif. En comparant (Talbot [2001]) les

recensements de 1990 et 1999, il apparaît que la distance totale parcourue par les migrants intercommunaux est passée de 165 à 211 millions de kilomètres par jour, soit une progression de près de 28 % en moins de dix ans. Cette croissance provient pour partie de l'allongement des distances moyennes parcourues quotidiennement (environ 7 %) mais essentiellement du nombre de personnes se déplaçant (près de 20 %). Cette augmentation des distances parcourues est ainsi portée par l'évolution des localisations résidentielles vers des espaces périurbains moins denses et plus éloignés du centre.

Mais les deux phénomènes rétroagissent, le développement des infrastructures favorisant en retour l'étalement urbain. Celui-ci s'accompagne d'atteintes à l'environnement, qui amènent à s'interroger sur le rôle éventuel des politiques publiques en ce domaine : Faut-il des mesures correctrices pour infléchir cette dynamique ? Comment en tenir compte lorsque l'on évalue les infrastructures de transport ?

On peut étudier théoriquement ces questions en examinant les relations entre étalement urbain et politiques de transport dans le cadre des modèles de l'économie urbaine. Par souci de simplicité, on considèrera le cas simple d'une ville circulaire dont le marché foncier est supposé concurrentiel, composée d'une population fixée de résidents, homogène par leurs revenus et leurs préférences. L'objectif ici n'est pas de développer des éléments originaux (cf. Bernard [1998]), mais seulement d'explicitier les mécanismes à considérer. La seule complication introduite, par rapport au modèle de base monocentrique (Arnott et Stiglitz [1979], Arnott [1987]) est la taille éventuellement variable des terrains selon leur localisation par rapport au centre de la ville.

## 2 - TRANSPORTS ET ETALEMENT URBAIN DANS LE MODELE MONOCENTRIQUE

On considère une ville dont on note  $N$  la population (fixée) de ménages résidents. Ceux-ci sont supposés identiques en termes de revenus et de préférences. Soit  $u(x)$  le surplus, exprimé en termes monétaires, qu'ils retirent de la disponibilité d'une parcelle de taille  $x$ . On notera  $p = u'$  et  $D = u'^{-1}$  les fonctions de demande (inverse et directe) qui s'en déduisent.

Le centre de la ville est pris comme origine. Si l'on note  $t$  la distance de la parcelle à ce centre et  $t^*$  le rayon de la ville, l'équilibre urbain sera ainsi caractérisé par les fonctions  $x(t)$  et  $R(t)$  déterminant la taille des parcelles et le prix du foncier en fonction de leur localisation  $t$ . Au delà de la ville, ce dernier est égal au prix du foncier agricole noté  $R_a$ .

On suppose enfin que l'habitant résident en  $t$  supporte des coûts de transport proportionnels à son éloignement du centre, soit  $f.t$ .

Avec ces notations, le surplus net de cet agent s'écrit donc :

$$\boxed{w = u(x) - R(t)x - ft} \quad (1)$$

L'équilibre concurrentiel du marché foncier d'une telle ville peut alors être caractérisé par trois équations.

La première définit la taille des parcelles en fonction du prix du foncier. Pour un résident localisé en  $t$ , celle-ci dérive simplement des courbes de demande introduites ci-dessus, soit :

$$\boxed{p(x(t)) = R(t) \text{ ou } x(t) = D(R(t))} \quad (2)$$

La seconde traduit l'équilibre du marché foncier, la courbe d'offre foncière  $R(t)$  devant être telle qu'aucun agent ne souhaite changer de localisation. On a donc :

$$dw/dt = 0 = p(dx/dt) - f - R(dx/dt) - x(dR/dt)$$

d'où :

$$\boxed{dR/dt = -f/x(t) = -f/D(R(t))} \quad (3)$$

Cette équation exprime donc l'arbitrage existant à l'équilibre, les prix fonciers plus élevés en centre ville compensant exactement les gains que réalisent les résidents correspondants sur le transport, par rapport aux résidents plus éloignés.

Compte tenu qu'à la frontière de la ville le prix du foncier est continu, on a enfin :

$$R(t^*) = R_a,$$

$$\text{d'où } x(t^*) = D(R_a)$$

L'équation d'équilibre (3) peut ainsi s'écrire :

$$\forall t \quad w(t) = u(D(R_a)) - R_a \cdot D(R_a) - ft^*$$

En d'autres termes le surplus net de tous les résidents est identique, et égal à celui du résident localisé à la frontière de la ville.

Enfin la taille de la ville doit accueillir l'ensemble de la population. Sachant que si les résidents situés en  $t$  occupent des parcelles de taille  $x(t)$ , leur densité à cette distance vaudra  $2\delta/x(t)$ ,  $t^*$  vérifie :

$$\boxed{\dot{I} = \int_0^{t^*} (2pt/x(t)).dt} \quad (4)$$

Compte tenu de (3), le rente foncière  $R(t)$  est donc une fonction décroissante lorsque l'on s'éloigne du centre de la ville, la rente différentielle  $R(t) - R_a$  capitalisant en effet le gain d'accessibilité dont bénéficient les résidents au centre par rapport à ceux situés à la périphérie.

Si la demande de foncier résidentiel est inélastique, celle-ci suit une formule linéaire :

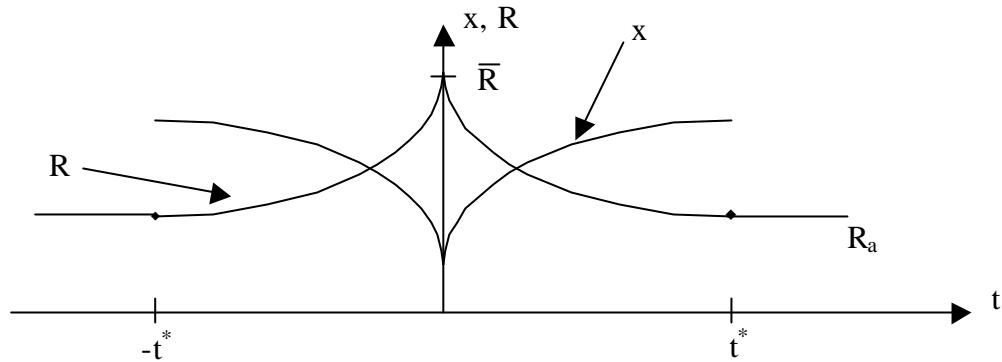
$$R(t) = R_a + (f/x)(t^* - t) \text{ avec } \delta t^2 = Nx$$

Mais ce n'est évidemment pas le cas qui nous concerne, puisque l'on s'intéresse ici aux déterminants de l'étalement urbain (à  $N$  fixé).

Dans ce cas, on a  $D' < 0$  et donc :

$$R''(t) = (f/D^2) D'(R(t)) R'(t) > 0$$

Soit une configuration de type :



L'annexe précise la statique comparative de ce schéma. Elle montre en particulier que l'on a alors  $\partial t^* / \partial f < 0$ .

### 3 – ETALEMENT URBAIN ET CALCUL ECONOMIQUE

Pour apprécier l'efficacité de l'équilibre ainsi défini, il faut préciser les coûts sociaux à prendre en compte, et examiner ensuite dans quelle mesure le fonctionnement concurrentiel du marché foncier décrit ci-dessus optimise le surplus social correspondant.

Sur le premier point, on envisagera trois éléments de divergence possibles entre les coûts pris en compte par les agents et les coûts sociaux :

- subventionnement des transports, notamment si leur tarification n'assure par l'internalisation des coûts de développement des infrastructures routières et celle des impacts environnementaux de leur usage, pollutions locales et effet de serre en particulier . On notera alors  $f^*$  les coûts unitaires sociaux, et  $s = f^* - f$  la subvention correspondante.

- non prise en compte de la valeur des aménités associées aux espaces naturels ou agricoles périurbains. En d'autres termes, la valeur sociale du foncier correspondant est supérieure à son prix de marché, soit  $R_a^* > R_a$ . On notera  $a = R_a^* - R_a$  leur écart, que l'on peut donc interpréter comme la valeur de ces aménités.

- enfin, on envisagera que la tarification des services collectif urbains (eau, déchets, prévention des risques...) ne reflète pas correctement les surcoûts associés à la fourniture de ces services en fonction de la densité. Le surplus social  $v(x)$  associé à une parcelle de taille  $x$  différerait alors de  $u(x)$ . On considèrera, par exemple,  $v(x) = u(x) - cx$ ,  $c$  reflétant donc les coûts liés à l'inverse de la densité et non internalisés par l'agent lorsqu'il choisit la taille de son terrain.

Avec ces notation, le surplus agrégé social à considérer s'écrit :

$$W = V - f^*.T - A$$



Avec

$$\left\{ \begin{array}{l} V = \int_0^{t^*} v(x(t)) \frac{2\delta t}{x(t)} dt \\ T = \int_0^{t^*} \frac{2\delta t^2}{x(t)} dt \\ A = \delta t^* {}^2 R_a^* \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{surplus associé à la disponibilité de l'espace urbain} \\ \text{somme des déplacements dans l'agglomération} \\ \text{valeur sociale du prélèvement opéré sur les espaces} \\ \text{agricoles et naturels, sachant que le rayon de la ville} \\ \text{vaut } t^* \end{array}$$

En l'absence de distorsion, c'est à dire si  $s = 0$ ,  $a = 0$  et  $c = 0$ , la maximisation du surplus social sous la contrainte de population de la ville (4) se résout aisément en introduisant le Lagrangien du problème.  $x(t)$  dérive en effet alors d'une simple maximisation point par point, qui conduit à la condition suivante :

$$\forall t \quad u(x(t)) - ft - u'(x(t)).x(t) = cste$$

En reportant celle-ci dans la condition sur  $t^*$ , on obtient par ailleurs la condition limite :

$$u'(x(t^*)) = R_a$$

Identifiant  $u'(x(t))$  avec la rente foncière  $R(t)$ , on retrouve donc les équations caractéristiques de l'équilibre compétitif. Celui-ci est donc efficace, ce qui se comprend bien de la manière suivante : si  $f$ ,  $R_a$ ,  $u$  sont représentatifs de  $f^*$ ,  $R_a^*$ , et  $v$ , les choix des agents sont bien confrontés aux coûts d'opportunité associés à leur comportements : par exemple,  $R_a$  oriente correctement les choix des citoyens situés à la périphérie, pour choisir la taille de terrains qu'ils demandent, en reflétant le coût social du prélèvement associé sur les espaces naturels ; de même, l'équation (3) reflète le coût d'opportunité associé au choix de l'agent situé en  $t$ , qui évince d'autre résidents, lesquels supporteront des coûts de transport accrus...

En revanche, l'équilibre compétitif n'est plus efficace dès lors que prévaut l'une ou l'autre des distorsions envisagées ci-dessus. La taille de la ville est excessive. Il convient alors en premier lieu de mettre en place les politiques correctrices d'internalisation des externalités associées à  $s$ ,  $a$  et  $c$ , pour rétablir l'efficacité de l'équilibre foncier. Tant que celle-ci demeure incomplète, il conviendrait d'en tenir compte lorsque l'on évalue les infrastructures de transports. En effet, l'approche qui consiste à évaluer l'utilité socio-économique des projets de transport en supposant la localisation des différents agents figée n'est acceptable que si toutes les externalités sont correctement internalisées.

Avant d'examiner ce point plus avant, on peut recenser différents éléments constitutifs de telles distorsions dans les agglomérations françaises.

Tout d'abord, les différents travaux d'évaluation des taux de couverture des coûts marginaux sociaux d'infrastructure (C.G.Plan [1995], Orfeuil [1997], Brossier et Leuxe [1999], Perbet et Rovira [2002]) aboutissent à un constat de sous tarification des déplacements routiers en ville, même pour les véhicules légers à essence.

Cette sous tarification est partiellement compensée, du point de vue des choix entre modes de transports, par la sous-tarification concomitante des transports en commun. Mais celle-ci n'est pas compensatrice, vis à vis des distorsions à plus long terme qui nous intéressent ici, qui passent par la localisation résidentielle.

Qualitativement, les dommages occasionnés aux espaces naturels et agricoles périurbains par l'étalement des villes sont par ailleurs bien décrits dans le « schéma de services des espaces naturels et ruraux » de la DATAR [2002]. Parmi les problématiques majeures rencontrés par ces territoires, celui-ci met en effet au premier plan les phénomènes d'artificialisation croissants liés à l'urbanisation et au développement des infrastructures, et leurs impacts sur : les activités agricoles et forestières ; les services liés aux ressources naturelles (air, eau, sols, ressources géologiques) ; les continuités écologiques ; les aménités et paysages ; enfin la prévention des risques naturels.

Or on observe (Jullien [2000]) que le développement de l'urbanisation se concentre justement dans des espaces sensibles de ce point de vue : littoraux atlantique et méditerranéen ; plaine d'Alsace ; sillon Alpin ; arrière-pays provençal ; grandes vallées fluviales.

Ces éléments sont très directement constitutifs des distorsions représentées par les termes  $s$  et  $a$  dans le modèle. Mais beaucoup d'autres éléments des politiques publiques peuvent s'interpréter indirectement comme des subventions à l'extension urbaine.

S'agissant du financement de l'aménagement, l'étude comparative réalisée pour le centre de prospective et de veille scientifique du ministère de l'équipement observe que les budgets généraux, c'est à dire (le contribuable) sont très largement mis à contribution en France par rapport à la plupart des pays voisins. Compte tenu de l'exceptionnel émiettement communal, les budgets des communes ne peuvent, en effet, supporter qu'une partie de ces coûts de développement, ce qui conduit à faire appel au département, à la région ou à l'Etat. Mais ce coût, non supporté par les habitants de la commune, peut être considéré comme une subvention indirecte à l'étalement urbain.

Par ailleurs, s'il est vrai que le financement par les constructeurs (donc par les acquéreurs) introduit en 1967 avec la TLE (taxe locale d'équipement) et les ZAC s'est étendu et diversifié, et qu'il existe en France une grande diversité de techniques utilisées en termes d'assiette, de recouvrement, de liens avec les règles d'urbanisme, celle-ci apparaît cependant insuffisamment prévisible, voire arbitraire.

En amont, on peut s'interroger aussi sur l'impact du biais de nos politiques du logement en faveur de la construction. En effet, alors que 13 % des ménages se situent en rural périurbain, plus de 18 % des constructions neuves s'y trouvent localisées et plus de 27 % accédants récents ayant acquis un logement neuf (Daubresse [2003]).

Enfin il faudrait examiner les services publics de distribution d'eau ou de ramassage des ordures, dont les réseaux représentent une part importante de l'aménagement. Bien que leurs coûts dépendent de la densité desservie, leur financement actuel relève plus d'une logique d'imposition que de redevances, représentatives d'une tarification économique.

#### **4 – ETABLISSEMENT URBAIN ET CALCUL ECONOMIQUE**

On peut apprécier comment ces distorsions affectent l'évaluation des infrastructures de transports, en considérant l'impact sur le surplus social  $W$  d'un investissement qui réduirait les coûts de transport sur l'ensemble du territoire de  $\Delta f^* < 0$ .

Pour évaluer l'avantage correspondant, on notera  $W^*(f, R_a, u)$  le surplus partiel correspondant à la maximisation (en  $x(t)$ , et  $t^*$ ) du seul surplus « marchand », calculé avec les

valeurs de marché du transport et du foncier agricole, et comprenant les seuls coûts internalisés de l'aménagement (u), soit :

$$W(f, R_a, u, x(t), t^*) = \int_0^{t^*} [u(x(t)) - ft] \frac{2\partial t}{x(t)} dt - \mathbf{p} t^* R_a$$

sous la contrainte de population (4).

L'identification qui a été réalisée ci-dessus entre équilibre et optimum lorsqu'il n'y avait pas de distorsions, permet de montrer, lorsque ce n'est plus le cas que la distribution compétitive des terrains dans la ville (x(t)) maximise alors ce surplus partiel. Notant T(f, R<sub>a</sub>, u) le niveau des déplacements agrégés, et t\*(f, R<sub>a</sub>, u) le rayon de la ville correspondante, il en résulte que :

$$\partial W^* / \partial f = - T(f, R_a, u) \quad (6)$$

En effet, les réorganisations à la marge de l'allocation du foncier et des déplacements, suite à la modification de f, n'auront qu'un effet du second ordre sur ce surplus partiel. Sinon ceci signifierait que x(t) ne maximisait pas W(f, R<sub>a</sub>, u, x(t), t\*).

Avec ces notations, on peut décomposer le surplus social W, atteint à l'équilibre compétitif, de la manière suivante, qui fait apparaître, à coté du surplus partiel marchand, la valeur des dommages externes non pris en compte à l'équilibre concurrentiel :

$$W = W^*(f, R_a, u) - \int_0^{t^*} (c + s) \frac{2\mathbf{p} t^2}{x(t)} dt - a\mathbf{p} t^*{}^2$$

L'impact sur ce surplus social d'une baisse des coûts de transport, qui pourrait consister en diminution des coûts d'usage de l'automobile, ou en gains de temps, vaut donc à la marge :

$$\frac{\partial W}{\partial f^*} = -T \cdot \left[ 1 + \frac{(c + s)}{T} \frac{\partial T}{\partial f} + \frac{2\mathbf{p} a t^*}{T} \frac{\partial t^*}{\partial f} \right] \quad (7)$$

avec  $\frac{\partial T}{\partial f} < 0$  et  $\frac{\partial t^*}{\partial f} < 0$ , T représentant, rappelons le, le niveau agrégé des déplacements dans l'agglomération et t\* le rayon de la ville.

En l'absence de distorsions, on retrouve l'évaluation habituelle des avantages procurés par un gain de qualité de service des infrastructures de transports, (- T. **d**f) à la marge soit la valorisation du gain unitaire procuré aux usagers des transports, multiplié par le trafic de référence. En effet, les réorganisations induites par ce gain **d**f sur l'urbanisme et les déplacements n'ont pas d'effet au premier ordre sur W.

En présence de distorsions, cette évaluation doit être réduite, et ce d'autant plus que la baisse des coûts de transport affectera la taille de la ville, et donc le niveau des déplacements. Les termes correspondants s'interprètent de la manière suivante :

- Le terme - s(∂T/∂f) traduit le fait que si le gain **d**f est représentatif des avantages sociaux procurés aux déplacements, à organisation urbaine inchangée, il n'en va pas de même pour les déplacements induits. Compte tenu du subventionnement des transports, l'écart entre la valeur privée de ces déplacements « marginaux » et leur valeur sociale vaut en effet s, d'où cet élément de perte sociale à prendre en compte. Dans ce cas, le fait générateur de la perte réside dans la distorsion introduite dans la politique des transports. L'étalement urbain n'intervient qu'indirectement, comme élément d'élasticité - prix du trafic, ce paramètre déterminant la perte sociale qui sera associée à cette distorsion. En pratique le point est

important, car il est souvent mis en avant que la sous-tarification des transports routiers en zone périurbaine ne serait pas dommageable, ce mode de transports n'ayant pas d'alternative crédible pour les déplacements diffus. Dès lors l'évaluation  $-T \cdot df$  serait pertinente, T étant inélastique. Mais c'est oublier que la structure n'est pas figée et que le partage modal n'est pas la seule variable d'ajustement du système des transports si l'on se place à moyen ou long terme. La portée des déplacements associée à l'étalement urbain devient alors un élément clef qu'il convient de réguler efficacement, en mettant en place, par exemple, la fiscalité environnementale appropriée sur l'utilisation des gaz à effet de serre par exemple. Sinon la demande de déplacements exprimée diffère de la demande socialement justifiée, et il faut en tenir compte dans les choix de projets.

- Les autres termes relèvent typiquement d'un calcul de coût marginal social en présence d'externalités. L'accroissement des déplacements est associé à des surcoûts d'aménagement (c) et à des atteintes à l'environnement périurbain (a) qui ne sont pas internalisés et qu'il convient aussi de prendre en compte lorsque l'on évalue les avantages associés à l'amélioration des systèmes de transports.

## CONCLUSION

A court terme, la gestion des déplacements urbains conduit à se focaliser sur les variables d'ajustement que constituent les choix entre modes de transports, entre itinéraires, de fréquence et d'utilisation des équipements, de structure horaire de la demande, etc...

Mais, dès lors que l'on s'intéresse à l'évolution à plus long terme des systèmes de transports, notamment du point de vue des nuisances à l'environnement qui y sont associées, l'interaction entre urbanisme et déplacements devient un élément crucial. La sous-tarification des conséquences environnementales de l'étalement urbain conduisent à ce que celui-ci soit excessif « socialement ».

Il convient en premier lieu de chercher à corriger les distorsions correspondantes, en supprimant les subventions à l'étalement urbain, et aussi - sans doute - en développant des politiques actives pour rendre attractives les localisations plus proches. Mais cette correction demeurera souvent imparfaite. Dans ce cas, il faut alors corriger les évaluations des avantages apportés par les infrastructures de transport, et notamment celles qui apparaissent très structurantes vis à vis de l'étalement urbain. L'évaluation usuelle des avantages procurés par celles-ci en termes de gains de temps doit être corrigée en conséquence, si l'on veut éviter que le phénomène ne soit encore renforcé. L'enjeu est d'autant plus important que beaucoup de politiques publiques existantes peuvent être considérées comme comportant de fortes subventions indirectes à cet étalement excessif.

## BIBLIOGRAPHIE

ARNOTT, R. [1987], “*Economic theory and housing*” Handbook of Regional and Urban Economics, Volume II, Edited by E.S. Mills Amsterdam : North Holland.

ARNOTT, R. et STIGLITZ, J. [1979], “*Aggregate land rents, expenditure on public goods and optimal city size*”. The Quarterly Journal of Economics.

BERNARD, A. [1998] « *Comment faire du calcul économique en milieu urbain* » CGPC, mimeo.

BESSY-PIETRI, P. [2001], « *Mesures et caractéristiques de la croissance urbaine* » Economie et Statistique (n°336).

BROSSIER, C. et LEUXE, A [1999] « *Imputation des charges routières pour l’année 1997* » CGPC.

C.G. Plan [1995] « *Transports : le prix d’une stratégie* » Tome 1, Tarification et financement.

CGPC – Direction de la prévision [1997] « *Transports urbain et calcul économique* » document de travail Direction de la prévision (n° 97-1).

COUTELLIER, A. [2003] « *L’artificialisation s’étend sur tout le territoire* » IFEN, les données de l’environnement.

CGPC [2003] « *Mobilité : le temps des controverses* » Les cahiers du Conseil, (n°7).

DAUBRESSE, M. [2003] « *La reprise de l’accession à la propriété* » INSEE première (n°913).

DATAR [2002] « *Schéma de services collectifs des espaces naturels et ruraux* » Les éditions des journaux officiels.

Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques (DRAST) « *Maîtriser l’étalement urbain* » Ministère de l’Equipement, des transport et du Logement CPVS (n°49).

Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques (DRAST) « *Qui finance ou devrait financer l’aménagement ?* » Ministère de l’Equipement, des transport et du Logement CPVS (n°53).

FNAU [2001] « *Atlas des aires urbaines* ».

JULLIEN, P. [2000] « *Recensement de la population 1999. Poursuite d’une urbanisation très localisée* » INSEE Première (n°692).

Notes du CPVS (Centre de Prospective et de Veille Scientifique) « *Développement durable. Villes et Territoires* » Ministère de l’Equipement, des Transport et du Logement.

ORFEUIL, J.P. [1997] « *Coûts externes de la circulation routière* » INRETS.

PERBET, M. ROVIRA, I. [2002] « *Couverture des charges d’infrastructures et tarification de la route* » Document de travail D4E du Ministère de l’Environnement (n°03E02)

TALBOT, J. [2001] « *Les déplacements domicile – travail* » INSEE Première (n°767).

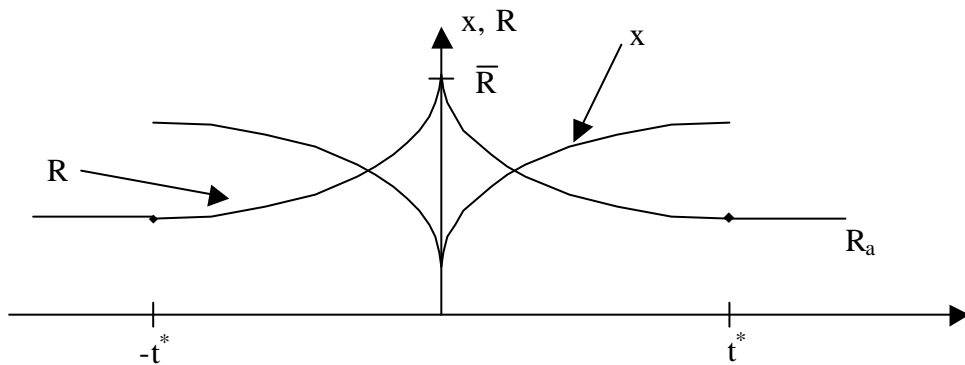
**ANNEXE : STATISTIQUE COMPARATIVE**

Il s'agit de montrer que l'équilibre concurrentiel urbanisme – déplacements est tel que :

$$\partial t^* / \partial f < 0 \text{ et } \partial T / \partial f < 0 \text{ dès lors que } D(R) \text{ n'est pas inélastique.}$$

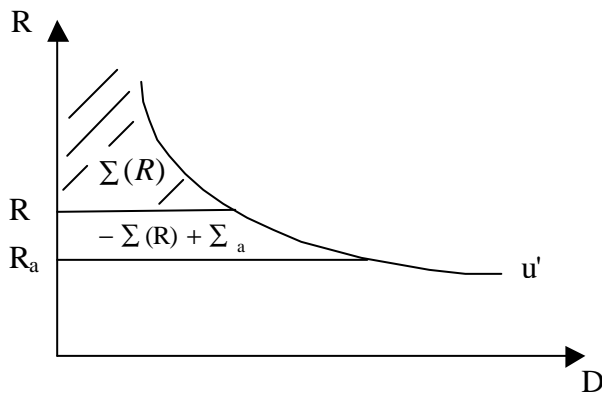
**Notations complémentaires**

♦  $\bar{R} = R(t = 0)$  ;  $D_0 = D(\bar{R})$ ,  $x_a = D(R_a)$  pour les valeurs aux bornes (0 et  $t^*$ ) de  $R(t)$  et  $x(t)$



♦  $\Sigma(R) = u(D(R)) - RD(R)$ , soit le surplus net résidentiel si le prix du foncier est  $R$ .  
On aura donc :

$$\Sigma'(R) = -D(R), \text{ cf. schéma (avec } \Sigma_a = \Sigma(R_a))$$



♦ Enfin on notera  $t^*(f)$ ,  $x(t, f)$ ,  $R(t, f)$  les caractéristiques de l'équilibre en fonction de  $f$  (la variable  $R_a$  étant omise, dans la mesure où elle est supposée demeurer constante).

## Impact d'une modification des coûts de transport $\bar{a}f$ sur l'étalement urbain

L'équilibre vérifie :

$$\begin{cases} \forall t, \sum (\mathbf{R}(t)) - ft = \sum_a - ft^* \\ N = \int_0^{t^*} 2\mathbf{p} \frac{t}{x(t)} dt \text{ avec } \frac{d\mathbf{R}}{dt} = -\frac{f}{x(t)} \end{cases}$$

On a donc :

$$\sum (\bar{\mathbf{R}}) = \sum_a - ft^*, \text{ et}$$

$$N = -2\mathbf{p} \int_0^{t^*} \frac{t}{f} \frac{d\mathbf{R}}{dt} dt = \frac{2\bar{\delta}}{f} \int_{R_a}^{\bar{\mathbf{R}}} [t^* + \frac{\sum(u) - \sum^A}{f}] du$$

$$\text{d'où } D_0 \mathbf{d}\bar{\mathbf{R}} = \frac{fN}{\bar{\delta}(\bar{\mathbf{R}} - R_a)} \mathbf{d}f = f \mathbf{d}t^* + t^* \mathbf{d}f, \text{ et :}$$

$$\frac{\partial t^*}{\partial f} = \left( \frac{N}{\bar{\delta}(\bar{\mathbf{R}} - R_a)} - \frac{t^*}{f} \right)$$

Par ailleurs, en intégrant par partie  $\int_0^{t^*} t \cdot \frac{d\mathbf{R}}{dt} dt$ , on a :

$$\frac{fN}{\bar{\delta}} = -t^* R_a + \int_0^{t^*} \mathbf{R}(t) dt$$

$$\text{donc } \frac{fN}{\bar{\delta}} - t^* (\bar{\mathbf{R}} - R_a) = -2t^* \left[ \frac{R_a + \bar{\mathbf{R}}}{2} - \frac{1}{t^*} \int_0^{t^*} \mathbf{R}(t) dt \right]$$

Si la demande est inélastique,  $\mathbf{R}(t)$  est linéaire, et on retrouve bien  $\partial t^* / \partial f = 0$ . Sinon, comme  $\mathbf{R}'' > 0$ ,  $\partial t^* / \partial f < 0$ .

## Impact sur les déplacements

Leur volume agrégé vaut :

$$T(f) = \int_0^{t^*} 2\bar{\delta} \frac{t^2}{x(t)} dt$$

Par ailleurs, on a

$$\forall t, D. \frac{\partial \mathbf{R}}{\partial f} = (t^* - t) - f \partial t^* / \partial f > 0$$

$$\text{donc } \forall t, \frac{\partial \mathbf{R}}{\partial f} > 0, \frac{\partial x}{\partial f} < 0 \text{ et } \frac{\partial (1/x)}{\partial f} > 0$$

Sachant que la contrainte sur N se traduit à la marge par :

$$0 = \frac{t^*}{x(t^*, f)} \frac{\partial t^*}{\partial f} + \int_0^{t^*} t \frac{\partial(1/x)}{\partial f} dt$$

$$\frac{\partial T}{\partial f} = \int_0^{t^*} t(t - t^*) \frac{\partial(1/x)}{\partial f} dt < 0$$