



**HAL**  
open science

# L'artificialisation par les infrastructures de transport, des déterminants du projet aux impacts sur l'occupation des sols

Thomas Thévenin, Valérie Facchinetti-Mannone

## ► To cite this version:

Thomas Thévenin, Valérie Facchinetti-Mannone. L'artificialisation par les infrastructures de transport, des déterminants du projet aux impacts sur l'occupation des sols. Partie 2 -les impacts et déterminants sociaux, économiques, spatiaux et règlementaires de l'artificialisation des sols, 2017. hal-03551510

**HAL Id: hal-03551510**

**<https://hal.science/hal-03551510>**

Submitted on 1 Feb 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# 1. Les déterminants de l'artificialisation des sols par les infrastructures de transport

L'artificialisation des sols par les infrastructures de transport n'est pas facile à appréhender. Dans la mesure où elle se manifeste à la fois de façon directe, via notamment les effets d'emprise et de coupure, et de façon indirecte ; les gains d'accessibilité apportés participent aux transformations de l'occupation du sol liées à l'urbanisation ou au développement économique des territoires. Ces « effets » indirects, souvent qualifiés de structurants restent néanmoins difficiles à quantifier tant il est difficile d'isoler l'infrastructure des autres facteurs intervenant dans les recompositions spatiales et territoriales. Les nombreux travaux consacrés à cette question se sont en effet attachés à déconstruire le « mythe des effets structurants » que l'euphorie des Trente Glorieuses avait largement contribué à forger.

## 1.1. Mise en perspective de la question des « effets structurants » des infrastructures de transport

L'importance des investissements nécessaires à la construction de nouvelles infrastructures de transport, dont la rentabilité ne se manifeste que sur le temps long et la contribution du secteur des transports au fonctionnement de l'économie, expliquent que la question des relations entre réseaux de transport et territoire ait été en premier lieu abordée sous l'angle du développement économique. La France a connu plusieurs vagues de modernisation de ses réseaux de transport. Nous retiendrons deux exemples emblématiques de cette politique d'aménagement. Le premier concerne le développement du réseau ferré tout d'abord sur le réseau d'intérêt national entre 1840 et 1860, puis avec les lignes locales à travers le plan Freycinet entre 1880-1914. Ensuite, la France entreprend de combler son retard en matière d'équipement autoroutier à partir des années 60, afin de résorber ses disparités territoriales. C'est ainsi que s'affirme ce lien entre transports et développement territorial (Bérion *et al.*, 2007). Dans la droite lignée du positivisme, hérité de la pensée saint-simonienne, qui fait de toute innovation technique un gage de progrès social et économique, l'amélioration de l'accessibilité, et la diminution des coûts de transport qui l'accompagne, provoquent une intensification des échanges perçue comme favorable au développement économique des régions desservies. Ce credo amène à considérer les infrastructures de transport comme des outils privilégiés des politiques d'aménagement du territoire, qu'il s'agisse de résorber les grandes disparités qui affectaient le territoire national dans les années 60, ou de favoriser, à partir des années 70, la reconversion économique des régions touchées par la crise. Cette croyance solidement ancrée aux effets positifs systématiques des gains d'accessibilité n'empêche néanmoins pas les pouvoirs publics de s'interroger, dans un souci de « *rationalisation des choix budgétaires* » (Plassard, 2003) sur les conséquences économiques de ces choix d'investissements, sans d'ailleurs, comme le souligne F. Plassard, que la question même de l'existence et de la nature de ces effets ne soit posée.

Capitale politique, économique et culturelle de la France, Paris polarise l'espace français des transports. Les routes royales formaient autant de rayons partant de Paris vers les grandes villes de province et les frontières. Au XIX<sup>e</sup> siècle, les gares parisiennes assurent la prééminence durable de la capitale dans son rôle de point nodal du réseau ferroviaire. Celle-ci est réaffirmée avec les lignes à grande vitesse (LGV). Le développement des autoroutes se fait en radial à partir de Paris. Ce n'est qu'à partir des années 1980 que sont peu à peu construits des axes transversaux qui viennent nuancer la réalité du réseau étoilé. Le transport aérien porte au paroxysme la polarisation parisienne avec les aéroports de Roissy et Orly.

Il est vrai que les relations entre Paris et les grandes villes de province sont les seules à pouvoir supporter économiquement des liaisons de transport à haut débit. Cela vaut particulièrement pour les LGV qui nécessitent des infrastructures nouvelles et dont les capacités de transport sont élevées. Leur rentabilité ne peut être assurée que par des flux très importants qui existent d'abord et avant tout entre Paris et les grandes métropoles de province, très secondairement entre ces dernières. Pour simplifier, une ligne TGV n'est rentable qu'entre Paris et une très grande ville de province. Il existe ainsi un effet boule de neige entre transport et métropolisation. Les métropoles génèrent les flux les plus importants, ce qui y justifie la localisation des transports les plus performants, ce qui renforce à son tour la polarisation sur ces dernières.

Les réflexions théoriques et les premiers travaux empiriques engagés dans le cadre des tentatives de modélisation économique des effets des infrastructures de transport conduisent les économistes à une remise en cause du modèle mécaniste simple liant amélioration de l'accessibilité et développement territorial. Comme l'ont souligné les travaux du Laboratoire d'Economie des Transports sur les autoroutes puis sur les lignes à grande vitesse (Buisson *et al.*, 1986 ; Plassard, 1977 ; 1985 ; 1988 ; 1995 ; Plassard et Cointet-Pinell, 1986), il n'existe pas de relation directe et automatique entre infrastructure de transport et développement, les infrastructures apparaissant comme une condition nécessaire mais non suffisante du développement territorial. Cette remise en cause de l'automatisme des effets socio-économiques, alliée aux difficultés auxquelles se heurte la quantification des conséquences de la mise en service de nouvelles infrastructures de transport provoquent, comme le rappellent J. Varlet ((coord.), 2002) et F. Plassard, un renouvellement des questionnements et une diversification des travaux. A l'approche quantitative, centrée sur le développement économique, se substitue progressivement une approche plus qualitative, qui s'attache à l'analyse des dynamiques spatiales et territoriales induites par l'amélioration de l'accessibilité.

Si l'analyse économétrique reste l'outil privilégié d'évaluation des projets, la prise en compte du temps et de l'espace s'accompagne d'une diversification des approches. Quelques analyses historiques (Harmelle, 1982 ; Plassard, 1985) se proposent d'appréhender la question de l'interdépendance des relations entre transport et territoire, déjà soulignée par les travaux de F. Braudel, sur le temps long ; l'histoire offrant « *le recul temporel suffisant* » (Plassard, 2003) à la mise en évidence des transformations de l'organisation spatiale. Economistes et Géographes multiplient études de cas empiriques ex-post et analyses prospectives à différents niveaux d'échelles. La problématique va s'orienter sur la recherche d'effets spatiaux. Une nouvelle infrastructure, en modifiant les conditions d'accessibilité, a en premier lieu des conséquences sur les flux, les pratiques de mobilité ; modifications qui sont susceptibles de se traduire par des transformations spatiales repérables à plus ou moins long terme. A la logique d'effet, fondée sur une causalité linéaire, se substitue une logique d'interactions, reposant sur une causalité de type circulaire afin de rendre compte de la complexité des interrelations entre infrastructure de transport et dynamiques territoriales.

Cette approche spatiale révèle ainsi que structures et dynamiques de l'espace géographique vont tout autant déterminer les caractéristiques des réseaux de transport qu'elles ne sont modifiées par ces dernières. A ce propos, les conclusions des observatoires autoroutiers convergent pour souligner que si l'autoroute est à l'origine d'une nouvelle géographie des activités, les dynamiques observées varient selon la position des nœuds dans le réseau et les caractéristiques des espaces desservis (Bérion *et al.*, 2007). La grande diversité spatiale et temporelle des transformations mises en évidence par le suivi de ces infrastructures souligne en définitive la prééminence des dynamiques préexistantes sur l'amélioration de l'accessibilité. L'infrastructure et les nouvelles conditions d'accessibilité qui lui sont liées ne constituent en définitive qu'une opportunité de développement dont les acteurs doivent se saisir par le biais de mesures d'accompagnement et de stratégies de valorisation adéquates. Ces multiples analyses témoignent de travaux féconds, marqués par une diversification des approches et la multiplication des terrains d'application. L'intégration des caractéristiques de l'espace et du rôle joué par les stratégies de valorisation ont conduit à une meilleure prise en compte des relations multiples et complexes entre réseaux et territoire, ainsi qu'à une remise en cause, largement partagée de la légitimité de la notion d'effet territorial. Ainsi J. M. Offner, dans un article au titre provocateur dénonçant « le mythe politique », mais aussi la « mystification scientifique », propose de lui substituer le terme de « *congruence, d'adaptation réciproque entre transport et territoire* », plus adaptée à la complexité des interactions entre transport et territoire (Offner, 1993). L'infrastructure est le produit d'un système territorial dont elle participe aux transformations via les stratégies de valorisation des acteurs. L'interdépendance entre transport et transformation de l'organisation spatiale exclut tout lien de causalité directe.

Afin de comprendre la façon dont le territoire s'approprie la nouvelle infrastructure, stratégies et logiques d'acteurs sont mises au cœur de nombreux travaux. Les différents travaux que P. Menerault a consacrés à la territorialisation de la LGV Nord européenne (Menerault, 1998), ou la thèse d'E. Faivre, réalisée dans le cadre de l'Observatoire de l'A 39, ont clairement démontré l'intérêt de l'analyse des jeux d'acteurs et de la gouvernance territoriale pour identifier les interactions entre transport et territoire (Faivre, 2003). Selon E. Faivre, « *il convient de juger de l'attractivité d'un territoire, non seulement en fonction de ses caractéristiques propres, comme la distance à une agglomération ou à un accès autoroutier, mais également à travers les acteurs qui le gèrent et les projets qu'il supporte* ». L'approche systémique qu'il met en œuvre lui permet ainsi de montrer que « *le degré de collaboration et de partenariat entre acteurs est essentiel dans la réussite des projets initiés autour de l'autoroute* » (Faivre, 2003). De la même manière, analysant le rôle joué par le TGV Est dans l'activation des ressources touristiques rémoises, S. Bazin *et al.* (2010) montrent clairement que « *l'appropriation collective de l'innovation que constitue la desserte à grande vitesse* » et la capacité des acteurs à collaborer constituent « *la clef de l'émergence des « effets » positifs de l'infrastructure* ».

Ainsi, le déterminant majeur de la construction d'une infrastructure de transport est d'abord de répondre à la demande de trafic. Mais elle l'alimente en retour en élargissant les opportunités liées aux gains d'accessibilité. Le trafic appelle le trafic, notamment entre les plus grandes villes et à l'intérieur des aires urbaines. C'est pourquoi il est nécessaire de questionner le lien entre développement des infrastructures de transport et développement territorial. Il n'existe pas de relation directe entre développement et infrastructure de transport (routier comme ferroviaire). **Ces infrastructures en sont une condition nécessaire mais non suffisante.** Sur le long terme, elles tendent même à accentuer les tendances lourdes à l'œuvre en renforçant les zones dynamiques par effet d'aspiration et en affaiblissant les zones les plus fragiles qui deviennent de simples espaces de transit ou au mieux des espaces récréatifs.

Il n'est donc pas évident d'établir un lien direct de cause à effet entre le développement de l'artificialisation et les infrastructures de transport hormis l'artificialisation directement liée aux infrastructures elles-mêmes. A la petite échelle, les infrastructures de transport amplifient les dynamiques territoriales à l'œuvre dans l'hexagone. Elles contribuent donc, à leur mesure, à amplifier les phénomènes d'artificialisation dans les régions les plus dynamiques. A la grande échelle, notamment dans les aires urbaines, elles sont un facteur essentiel et une condition de la périurbanisation. Depuis les années 1970, les échangeurs autoroutiers et les grands axes d'entrée de ville sont progressivement devenus des lieux privilégiés d'implantation des zones commerciales et d'activités. Les entrées des villes françaises s'apparentent désormais à de longs corridors commerciaux uniformes d'une ville à l'autre avec comme conséquence fréquente une très forte dégradation des paysages.

## 1.2. Approche multiscale des enjeux liés à l'aménagement de nouvelles infrastructures de transport

« Outils de mise en relation spatio-temporelle » (Offner et Pumain, 1996), les réseaux de transport résultent des actions mises en œuvre par les sociétés pour maîtriser la distance et l'hétérogénéité spatiale et temporelle du territoire. L'espace géographique est en effet constitué de lieux distincts, de « *nodosités territoriales* » (Raffestin, 1980), à partir desquelles les acteurs sociaux établissent des « *projets transactionnels* », reflets de leur volonté de liaison potentielle avec d'autres lieux. Le réseau de transport apparaît ainsi comme un compromis entre « *le réseau de projets transactionnels* » ; « *réseau virtuel* » renvoyant à la multiplicité des projets individuels, qui « *relève du désir et de l'imaginaire* » (Dupuy, 1987), et « *les contraintes techniques, économiques et politiques* » (Raffestin, 1980) que l'organisation de l'espace impose aux opérateurs de transport. Dès lors, comme le soulignent M. Bassand et B. Galland, les réseaux techniques et territoriaux « *ne sont pas que des matériaux et des dispositifs techniques mis en place dans l'espace : ils sont aussi et surtout le fruit de décisions humaines, sociales, politiques ; le résultat d'une longue négociation entre les différents acteurs sociaux* » (Bassand et Galland, 1993).

Les infrastructures de transport sont le support de flux de nature et d'échelles très diversifiés, et leurs déterminants relèvent d'autres échelles spatiales que celles qui sont affectées directement ou indirectement par leurs effets (Facchinetti-Mannone et Richer, 2011). L'aménagement de grandes infrastructures de transport met en tension deux logiques spatiales divergentes qui s'expriment par des enjeux scalaires spécifiques (figure 3). La logique réticulaire, propre aux opérateurs de réseau et à leurs autorités organisatrices, repose sur l'optimisation de l'offre de circulation au nom de l'efficacité économique aux échelons national et supranational, et de l'accessibilité aux niveaux local et régional. La logique territoriale, généralement portée par les collectivités au nom de l'intérêt général, répond à des enjeux nationaux d'équité et de solidarité et des enjeux locaux d'attractivité. Ces logiques spatiales entretiennent des relations variées; leurs enjeux se confrontant ou se confortant selon l'échelon géographique auquel on les considère. L'optimisation de la vitesse, qui impose au nom de la rentabilité économique une massification des flux au profit des axes et des nœuds les plus performants, accroît les inégalités territoriales à petite échelle, et accentue par là même les enjeux d'accessibilité et d'attractivité à grande échelle (Ollivro, 2000). De même, le gain d'attractivité que l'on prête à la contraction de l'espace-temps exacerbe les concurrences interurbaines, remettant en cause la conception égalitaire de l'espace attachée au principe d'équité territoriale.

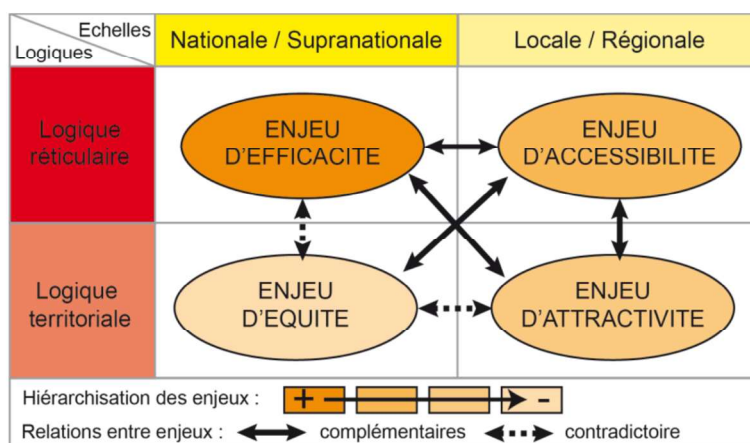


Figure 3. Des logiques spatiales complémentaires ou contradictoires selon les échelons géographiques (Facchinetti-Mannone et Richer, 2011)

Cette prévalence de la logique réticulaire nationale contribue à renforcer les enjeux d'accessibilité et d'attractivité à l'échelon local (Menerault, 1998). La valeur s'établissant à l'aune de la rareté et du désir, le caractère discriminant de la vitesse renforce l'intérêt que portent villes et régions à l'égard d'une connexion au réseau, comme en témoignent les nombreux débats suscités par la définition des tracés des nouvelles lignes ferroviaires ou autoroutes, les choix de localisation des « *équipements convoités* » que sont les gares TGV ou les échangeurs, ou la définition des dessertes. L'accessibilité étant perçue comme un gage d'attractivité, les acteurs territoriaux se mobilisent pour obtenir le meilleur branchement au réseau afin de capter une part des « *effets territoriaux* » que l'on prête à la contraction de l'espace-temps. La contradiction entre efficacité économique et équité territoriale renforce les enjeux d'accessibilité à grande échelle. Corollaire de la vitesse, la réduction du nombre de points d'accès au réseau impose une valorisation de l'accessibilité afin de diffuser à un vaste hinterland régional les gains de temps liés à la nouvelle infrastructure. L'enjeu est de garantir aux populations et aux principaux générateurs de trafic des territoires concernés une accessibilité performante au macro-réseau.

Bien que fondées sur des principes contradictoires, logiques réticulaires et territoriales se nourrissent mutuellement par des mécanismes congruents. Ainsi, l'amélioration locale des dispositifs d'accès à l'infrastructure renforce la fréquentation du réseau, confortant le bilan socio-économique des projets et l'attractivité des territoires desservis. A l'échelon local, la logique territoriale s'exprime quant à elle par l'adoption de stratégies de valorisation destinées à tirer parti du renforcement d'attractivité attribué à la contraction de l'espace-temps. Cette logique se concrétise par l'intégration de l'infrastructure au sein d'ambitieux projets de réaménagement urbain et/ou par l'émergence de nouveaux projets à dominante économique.

Toute nouvelle infrastructure de transport s'inscrit ainsi au cœur d'un système multiscalair dont le fonctionnement repose sur des interactions complexes entre logiques réticulaires et logiques territoriales, qui, selon les équilibres recherchés entre projets de transport et spécificités des territoires desservis, peuvent s'ignorer, s'opposer, se combiner ou se conforter.

Même s'ils restent largement subordonnés à la rentabilité économique du système, les choix d'aménagement des infrastructures sont soumis, depuis une dizaine d'années, à des évolutions contextuelles favorables à une recomposition de la hiérarchie des enjeux identifiés. A l'échelle nationale et européenne, la redistribution progressive des choix de desserte vers des acteurs déterritorialisés et transnationaux (les grands opérateurs de réseaux) renforce les enjeux d'efficacité. Ce renforcement s'accompagne d'un bouleversement des enjeux territoriaux, la décentralisation ayant confié aux collectivités locales de nouvelles compétences en matière d'aménagement et de développement. Villes et régions voient leurs prérogatives renforcées ; d'autant que, face au désengagement financier de l'État, elles sont de plus en plus sollicitées pour financer les infrastructures, dans un contexte où l'abandon par l'État des politiques d'équilibre territorial exacerbe la compétition interurbaine (Troin, 2010). Parallèlement, l'évolution des procédures de concertation permet une participation plus active des acteurs locaux et du public au processus de décision (d'Aquino, 2002). Ces évolutions tendent à infléchir la logique réticulaire nationale en faveur des enjeux d'accessibilité et d'attractivité locaux et d'un arbitrage plus équilibré entre logiques d'acteurs aux intérêts divergents.

Enfin, même si la prise en compte des enjeux de durabilité reste encore marginale et abordée sous l'angle de l'impact environnemental de la seule infrastructure, l'évolution du contexte politique, institutionnel et réglementaire leur confère un poids croissant dans le processus de décision. Outre leur impact direct sur l'environnement dans lequel elles s'insèrent, les infrastructures ont, par l'intermédiaire de leur influence sur les pratiques de mobilité à toutes les échelles, un effet sur les émissions de polluants et de CO<sub>2</sub> liées aux transports (Pechanec *et al.*, 2015 ; Zhao *et al.*, 2014). Elles peuvent influencer également, par leur conséquence sur l'organisation de l'espace, les modalités d'occupation du territoire dans le sens d'une économie de la ressource foncière.

## 2. L'artificialisation par les réseaux techniques : du thème à la méthode

Une analyse approfondie des mots clefs issus du corpus WOS a permis de séparer la littérature qui s'intéresse aux modes de transport et à ses impacts, de la littérature spécialisée sur les méthodes d'analyse du changement d'occupation des sols (figure 4).

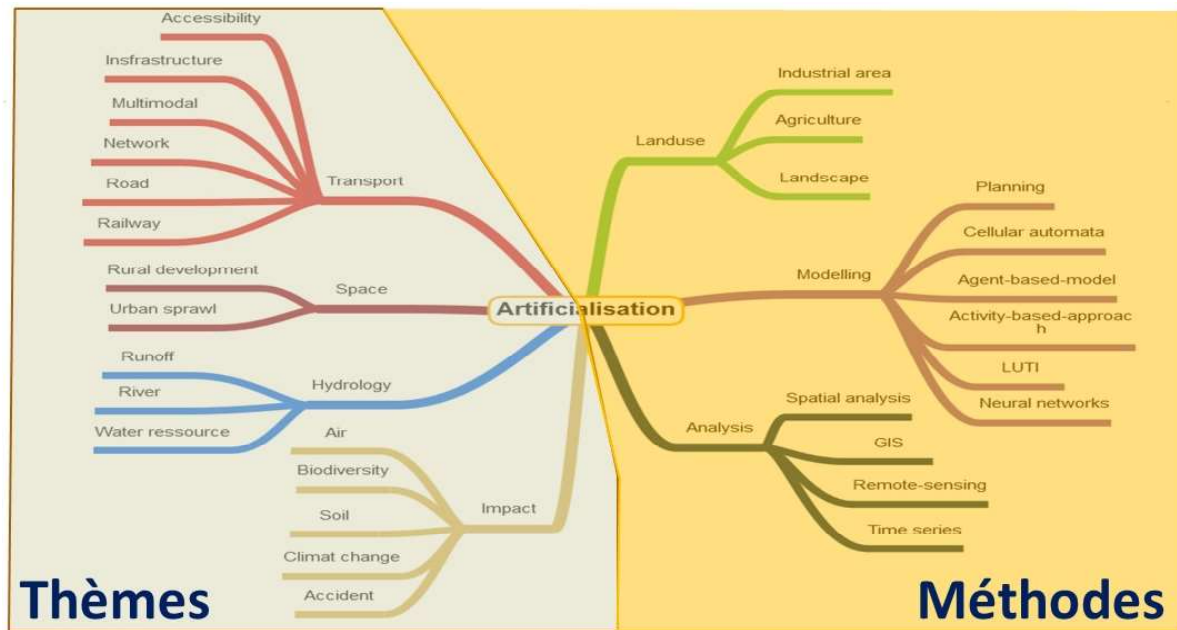


Figure 4. Artificialisation par les réseaux : du thème à la méthode

### 2.1. Modes de transport et impacts de l'artificialisation

Dans le domaine des transports, l'emprise est le terme consacré pour qualifier et quantifier la surface occupée par une route ou une voie ferrée et ses dépendances incorporées au domaine de la collectivité publique. D'après le service d'observation et des statistiques du ministère de l'écologie (Service de l'observation et des statistiques, 2016), l'emprise au sol des réseaux ferré et routier représentait en 2012 (dernière date connue) 20 970 km<sup>2</sup>, soit 3,8% du territoire métropolitain. Cette estimation s'approche de la moyenne européenne qui dépasse les 3% d'occupation des sols des Etats membres (EEA, 2005).

La route contribue de façon majoritaire à l'occupation des sols avec 12 300 km<sup>2</sup>, ce qui équivaut approximativement à la surface de la région Ile-de-France. Les lignes ferroviaires occupent la seconde place avec 8 670 km<sup>2</sup> de surface au sol. Aucune estimation de cette nature ne semble avoir été effectuée pour les voies navigables. La production scientifique suit cette hiérarchie, puisque la quasi-totalité des articles étudiés traitent des infrastructures routières. Seules deux contributions liées aux lignes à grande vitesse ont été répertoriées dans le corpus (Shen *et al.*, 2014a; b) et aucune source n'a été identifiée pour le fluvial. Cette faible représentation des travaux sur les voies ferrées est surprenante, au regard des constructions réalisées ces dernières années. Il faut rappeler que la majorité du réseau routier a été construite en France entre les années 1950 et 1990, tandis que les derniers chantiers de LGV sont en cours d'achèvement.

Les échelles d'analyse de l'artificialisation sont essentiellement focalisées sur les espaces urbains. Sur les 62 articles dépouillés, 35 considèrent les échelles urbaines. Les travaux sur les villes chinoises font l'objet d'un certain nombre de contributions (He *et al.*, 2011 ; Kuenzer *et al.*, 2007 ; Li *et al.*, 2014) afin d'étudier et de prévoir le processus d'expansion urbaine. En dehors des travaux réalisés sur les villes, l'influence des réseaux peut être appréhendée selon trois échelles d'analyse. *L'observation à large échelle* permet de considérer la fragmentation des espaces (Luo *et al.*, 2016 ; McCormick *et al.*, 2001 ; Poelmans et Van Rompaey, 2009). *L'échelle intermédiaire* rassemble la majorité des contributions pour étudier les aires d'influence. La notion d'accessibilité joue ainsi un rôle important pour analyser ce « rail/road effect zone » (Fuglsang *et al.*, 2011 ; Hansen, 2009 ; Niedzielski et Boschmann, 2014; Salonen *et al.*, 2012 ; Shen *et al.*, 2014a ; Stanilov, 2003). Nous retiendrons de ces lectures un travail remarquable d'une équipe suisse qui mesure les effets des sorties autoroutes sur les changements d'occupation des sols (Muller *et al.*, 2010). Enfin, *l'échelon d'analyse immédiat* autour de l'infrastructure concerne les impacts sur l'environnement.

Les impacts environnementaux sont considérés, tout d'abord ; du point de vue de l'hydrogéologique avec un corpus de 21 articles. L'écoulement des eaux et la question des inondations constituent un sujet important dans la littérature mobilisée (Kalantari *et al.*, 2014 ; Poelmans et Van Rompaey, 2009). L'impact des infrastructures sur les volumes et la qualité des eaux apparaît également en bonne place (Kalantari *et al.*, 2014 ; Kaya *et al.*, 2014 ; Kucukmehmetoglu et Geymen, 2009 ; Wheeler *et al.*, 2005). Le caractère linéaire des réseaux de transport contribue à fragmenter et cloisonner les espaces naturels en dégradant la biodiversité (Luo *et al.*, 2016 ; Manley *et al.*, 2009). Ensuite, la création d'infrastructure de transport a un impact considérable sur la pollution atmosphérique à la fois de proximité, via les particules fines (Mahmud *et al.*, 2010) mais aussi sur la pollution de fond à travers les émissions de CO<sub>2</sub> (Blecic *et al.*, 2014 ; Villarroja et Puig, 2012). Enfin, quelques travaux sur la relation entre accidents de la route et artificialisation ont également été recensés (Bakaba et Ortlepp, 2016 ; Prasannakumar *et al.*, 2011).

Ces multiples impacts des emprises routière et ferroviaire sont abordés de façon très ciblée sur une nuisance particulière. Ces approches sectorielles mériteraient d'être complétées par des travaux plus transversaux, capables d'éclairer davantage la décision publique.

## 2.2. Méthodologie d'analyse des interactions transport-artificialisation

La revue de littérature sur les relations transport-artificialisation vient confirmer les conclusions des spécialistes de la mesure. La télédétection constitue en effet la principale source mobilisée pour repérer les changements d'occupation des sols liés à la création d'une infrastructure. Sur les 62 articles étudiés, 12 mobilisent l'imagerie satellite pour effectuer des typologies d'occupation des sols (Geymen et Baz, 2008 ; Kuenzer *et al.*, 2007 ; Musaoglu *et al.*, 2005 ; Pollino et Modica, 2013). Les images Landsat sont privilégiées sur le temps long (Mahiny et Gholamalifard, 2007 ; Maurice *et al.*, 2014; Sheng *et al.*, 2013 ). A noter que l'approche orientée objet reste minoritaire en (Samal et Gedam, 2015).

La classification de l'occupation des sols est une entrée essentielle pour appréhender leurs changements d'occupation. La typologie suivante est un exemple significatif de l'occupation des sols mobilisées dans les modèles (Iacono *et al.*, 2008).

- Aéroport
- Commerce
- Autoroute
- Bâti industriel
- Bâti résidentiel
- Parc public, par naturel
- Place publique
- Emprise ferroviaire
- Réserve foncière (décrit comme vacant)
- Surface en eau

D'après les auteurs, ces catégories sont en constante évolution et peuvent varier fortement suivant les pays étudiés. La classification doit donc faire l'objet d'une adaptation en fonction du contexte et de la disponibilité des données. Cette couche constitue l'information d'entrée des modèles explicatif mais également prédictif du changement d'occupation des sols.

Les modèles explicatifs permettent de mesurer l'influence du réseau de transport sur les changements d'occupation des sols. D'après Iacono et Levinson (2008), le modèle le plus simple repose sur le principe des chaînes de Markov (Behera *et al.*, 2012 ; Sun *et al.*, 2007). Dans cette méthode, le changement d'affectation d'occupation des sols est considéré comme un processus stochastique. Le changement d'état entre deux dates est fondé sur l'hypothèse que le pourcentage d'occupation des sols évolue de façon constante. Malgré l'intérêt de cette méthode, les modèles de régression restent très utilisés. Cette technique a notamment été employée pour montrer les corrélations entre le développement des réseaux autoroutiers et ses impacts sur l'évolution de l'occupation des sols et des populations (Han *et al.*, 2009; Iacono et Levinson, 2009; Muller *et al.*, 2010; Vanderhaegen *et al.*, 2013). Iacono et Levinson ont observé l'évolution de la ville de Twin Cities (Minnesota, USA) sur la période 1958-2005. Leurs travaux montrent que la probabilité de changement d'occupation augmente avec la proximité des autoroutes pour les activités commerciale et industrielle. En revanche cette proximité n'exerce aucun effet sur les parcelles agricoles. La probabilité de changement s'avère même négative pour les secteurs résidentiels.

De multiples outils de simulation ont été développés pour prévoir l'influence des réseaux de transport sur les territoires. Les modèles LUTI (Land Use and Transport Integrated) ont été développés dès les années 1960 pour comprendre les interactions entre transport et occupation des sols. Une revue de la littérature proposée par Iacono et Levinson (2008) permet de montrer à la fois l'histoire de ces modèles mais également les relations avec les autres outils de modélisation (figure 5). Au-delà de ces travaux anglo-saxons, des développements ont été également réalisés en France. Les projets SIMBAD (Deymier et Nicolas, 2005) et Mobism (Antoni *et al.*, 2011) représentent deux exemples soutenus par le ministère de l'écologie et du développement durable via la DRAST et le PREDIT.

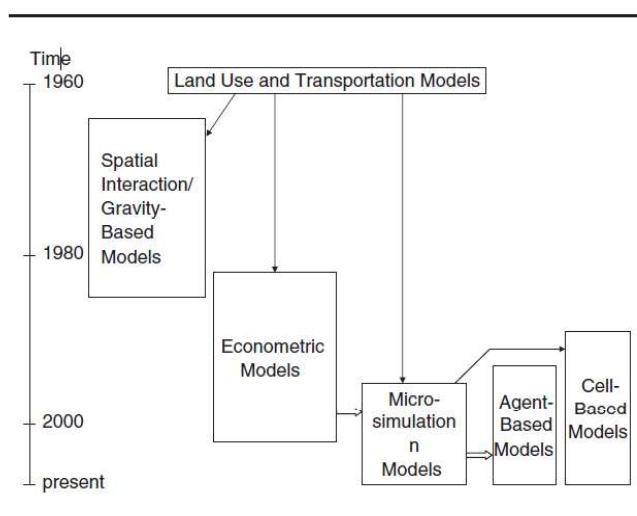


Figure 5. Chronologie du développement des modèles LUTI (Iacono *et al.*, 2008)

Ces dispositifs permettent d'appréhender une plus grande complexité, néanmoins ils exigent de nombreuses données d'entrées, ce qui rend leur utilisation peu aisée. Plus récemment, le recours aux systèmes complexes tend à se diffuser largement pour prévoir l'occupation des sols. Les avancées dans le domaine des capacités de calcul et de stockage ont favorisé l'émergence des approches désagrégées, avec un niveau d'analyse extrêmement fin. Les automates cellulaires sont largement majoritaires pour analyser les changements d'occupation des sols. Sur les 24 articles traitant de la modélisation, 10 sont consacrés à cette technique, avec une préférence pour l'outil de simulation SLEUTH (Mahiny et Gholamalifard, 2007; 2011; Sangawongse *et al.*, 2005). Dans une moindre mesure, les systèmes multi-agents font également l'objet d'applications (Loibl et Toetzer, 2003; Shen *et al.*, 2014b; Zhao *et al.*, 2014). Les modèles LUTI se sont également appropriés ces outils de microsimulation. L'exemple le plus emblématique concerne les travaux des américains sur la plateforme Urbansim (Borning *et al.*, 2008; Waddell *et al.*, 2003). Cette plateforme de simulation a fait l'objet de nombreuses applications sur les villes de Salt-Lake-City et Seattle. Urbansim a notamment été utilisé pour tester des politiques de densification des tissus urbains, afin de montrer les conséquences sur les réseaux de transport. Cet outil permet également une estimation des gaz à effet de serre sur la base de prévisions de trafic et de l'évolution de l'occupation des sols. Depuis ces premières expérimentations, les terrains et les thèmes d'application se sont largement diversifiés.

### 3. Conclusion

#### Synthèse des résultats majeurs

Cette revue de la littérature fait ressortir, en premier lieu, un manque criant de travaux sur les déterminants des projets d'infrastructure dans la littérature scientifique internationale. Ensuite, les études sont focalisées, pour l'essentiel, sur des espaces urbanisés. Les effets des réseaux sont principalement appréhendés à partir des routes, en laissant une très faible place à l'influence des réseaux ferrés sur l'artificialisation des sols. Ce constat est particulièrement paradoxal pour la France



qui a massivement investi sur les lignes à grande vitesse. Par ailleurs, les études environnementales apparaissent trop souvent centrées sur une thématique particulière. Enfin, lorsque les études sont focalisées sur l'infrastructure au sens strict, la nature du revêtement est rarement prise en compte dans les études d'impact. Pour terminer, les contributions sur les modèles de changement d'occupation des sols étaient assez nombreuses dans le corpus étudié mais il semble que le cadre réglementaire soit trop souvent négligé dans ce type d'approche.

## Limites et identification des besoins de recherche

Quel que soit le mode de transport, les déterminants des projets d'infrastructure résultent d'un processus complexe qui associe des impératifs techniques et des contraintes imposées par la topographie et la préservation de l'environnement. Cependant, la décision finale s'effectue sur la base de critères financiers et d'objectifs politiques. Ainsi, une histoire décisionnelle des grands projets d'infrastructure serait fort utile pour mieux comprendre les choix opérés par le passé.

Il semble également nécessaire d'élargir les échelles d'analyse sur la question de l'artificialisation. Les travaux semblent trop souvent centrés sur les espaces urbains et péri-urbains, sans prendre en considération les impacts sur les espaces plus lointains. Une réflexion à l'échelle des unités urbaines pourrait gagner en pertinence. Par ailleurs, les études d'impact sont souvent effectuées à quelques kilomètres d'une nouvelle infrastructure. Il serait nécessaire d'élargir les échelles d'analyse afin de prendre en considération les nuisances d'un point de vue global.

Enfin, l'artificialisation par les infrastructures est abordée d'un point de vue modal : une LGV ou une autoroute. Or, la concentration des infrastructures dans un même espace (une vallée, le long d'un littoral...) est loin d'être une exception. Ainsi, il semblerait nécessaire d'appréhender ce phénomène d'un point de vue multimodal.

## Leviers d'action

Les recherches sur l'artificialisation par les infrastructures de transport étant très locales, le premier objectif serait de réaliser des études comparables à l'échelle internationale sur les effets territoriaux des différents modes de transport. Sur le plan méthodologique, les travaux de Iacono et Levinson concluent sur la nécessité de compléter les modèles en améliorant la caractérisation des réseaux en termes de flux, de temps et de coût, afin de fournir une mesure de l'accessibilité plus précise. Ces auteurs insistent également sur l'importance d'affiner le mode d'occupation des sols en intégrant l'intensité des usages. Enfin, la prise en compte du cadre réglementaire passe par l'intégration des documents d'urbanisme dans les modèles. Ainsi, le PLU ou le SCOT pourraient être des informations à intégrer dans les nouvelles plateformes de simulations dans l'objectif de mieux rendre compte des interactions entre transport et urbanisme.

Les routes constituent la majorité des travaux de recherche alors que le réseau de ligne à grande vitesse est en augmentation. Les effets de la grande vitesse ferroviaire sont souvent abordés d'un point de vue économique mais sans véritablement mesurer l'impact de ces nouvelles infrastructures sur l'occupation des sols. Il apparaît donc essentiel que l'ensemble des sciences régionales s'empare de cette question. A l'inverse, les lignes d'intérêt local font l'objet de fermetures régulières. Ainsi, la question de la « désartificialisation » et de leur requalification doit être posée.

## Contribution aux questions transversales

La première question transversale concerne dimension technique de l'artificialisation et plus particulièrement de sa mesure. Les images satellites et les types d'occupation des sols conditionnent largement les résultats des modèles à vocation explicative et prédictive. Ces derniers étant largement mobilisés pour accompagner la décision publique, il semble essentiel d'améliorer le mode d'occupation des sols et de réfléchir à la résolution idéale à atteindre.

En second lieu, les impacts environnementaux doivent être considérés de façon plus transversale. Le principal enjeu sera de décloisonner les études en replaçant la production scientifique dans une perspective plus systémique.

## Références bibliographiques citées

- Antoni, J.-P.; Tannier, C.; Vuidel, G.; Hirtzel, J., 2011. *MobiSim, Rapport scientifique final*. Paris: PREDIT, Ministère du développement durable, 172 p.
- Bakaba, J.E.; Ortlepp, J., 2016. Safety of characteristic subsections of roadwork zones on motorways. In: Lemke, K.; Geistefeldt, J.; JajkoSchlichter, J., eds. *International Symposium on Enhancing Highway Performance*. Amsterdam: Elsevier Science Bv (Transportation Research Procedia), 283-294. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tpro.2016.06.024>
- Bassand, M.; Galland, B., 1993. Avant-propos: dynamique des réseaux et société. *Flux*, 9 (13): 7-10.
- Bazin, S.; Beckerich, C.; Delaplace, M., 2010. Desserte ferroviaire à grande vitesse, activation des ressources spécifiques et développement du tourisme: le cas de l'agglomération rémoise. *Belgeo. Revue belge de géographie*, 1-2: 65-78.

- Behera, M.D.; Borate, S.N.; Panda, S.N.; Behera, P.R.; Roy, P.S., 2012. Modelling and analyzing the watershed dynamics using Cellular Automata (CA)-Markov model - A geo-information based approach. *Journal of Earth System Science*, 121 (4): 1011-1024. <http://dx.doi.org/10.1007/s12040-012-0207-5>
- Bérion, P.; Joignau, G.; Langumier, J.-F., 2007. L'évaluation socio-économique des infrastructures de transport: Enrichir les approches du développement territorial. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 4: 651-676.
- Blecic, I.; Cecchini, A.; Falk, M.; Marras, S.; Pyles, D.R.; Spano, D.; Trunfio, G.A., 2014. Urban metabolism and climate change: A planning support system. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26: 447-457. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2013.08.006>
- Borning, A.; Waddell, P.; Förster, R., 2008. UrbanSim: Using simulation to inform public deliberation and decision-making. *Digital government*. Springer, 439-464.
- Buisson, M.-A.; Bonnafous, A.; Bernadet, J.-L.; Jaffin, C.; Mignot, D., 1986. *Effets indirects du TGV et transformations du tertiaire supérieur en Rhône-Alpes*, (Programme de Recherche et de Développement Technologique dans les Transports Terrestres), 87 p. [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/81/83/15/PDF/EFFETS\\_INDIRECTS\\_DU\\_TGV.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/81/83/15/PDF/EFFETS_INDIRECTS_DU_TGV.pdf)
- d'Aquino, P., 2002. Le territoire entre espace et pouvoir: pour une planification territoriale ascendante. *L'Espace géographique*, 31 (1): 3-22.
- Deymier, G.; Nicolas, J.-P., 2005. *Modèles d'interaction entre transport et urbanisme: état de l'art et choix du modèle pour le projet SIMBAD. Rapport intermédiaire n° 1*, (Rapport pour le compte de la DRAST (Ministère de l'Équipement) et de l'ADEME dans le cadre du groupe 11 du PREDIT), 49 p. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00101342/document>
- Dupuy, G., 1987. Vers une théorie territoriale des réseaux: une application au transport urbain. *Annales de Géographie*, 96 (538): 658-679.
- EEA, 2005. *The European environment: state and outlook 2005*. Copenhagen: European Environment Agency, 576 p. [http://www.eea.europa.eu/publications/state\\_of\\_environment\\_report\\_2005\\_1/SOER2005\\_all.pdf](http://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2005_1/SOER2005_all.pdf)
- Facchinetti-Mannone, V.; Richer, C., 2011. L'intégration territoriale des gares sur lignes à grande vitesse en France: une approche typologique. *Recherche Transports Sécurité*, 27 (3): 200-214.
- Faivre, E., 2003. Autoroutes, activités et territoires: résultats et propositions méthodologiques de recherche. *Les Cahiers scientifiques du transport*, 43: 59-83.
- Fuglsang, M.; Hansen, H.S.; Munier, B., 2011. Accessibility Analysis and Modelling in Public Transport Networks - A Raster Based Approach. In: Murgante, B.; Gervasi, O.; Iglesias, A.; Taniar, D.; Apduhan, B.O., eds. *Computational Science and Its Applications - Iccsa 2011, Pt I*. Berlin: Springer-Verlag Berlin (Lecture Notes in Computer Science), 207-224.
- Geymen, A.; Baz, I., 2008. Monitoring urban growth and detecting land-cover changes on the Istanbul metropolitan area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136 (1-3): 449-459. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-007-9699-x>
- Han, J.; Hayashi, Y.; Cao, X.; Imura, H., 2009. Evaluating Land-Use Change in Rapidly Urbanizing China: Case Study of Shanghai. *Journal of Urban Planning and Development*, 135 (4): 166-171. [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9488\(2009\)135:4\(166\)](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)0733-9488(2009)135:4(166))
- Hansen, H.S., 2009. Analysing the Role of Accessibility in Contemporary Urban Development. In: Gervasi, O.; Taniar, D.; Murgante, B.; Lagana, A.; Mun, Y.; Gavrilova, M.L., eds. *Computational Science and Its Applications - Iccsa 2009, Pt I*. Berlin: Springer-Verlag Berlin (Lecture Notes in Computer Science), 385-396.
- Harmelle, C., 1982. *Saint-Antonin et sa région 1850-1940. Révolutions des transports et changement social*. DGRST.
- He, C.Y.; Tian, J.; Shi, P.J.; Hu, D., 2011. Simulation of the spatial stress due to urban expansion on the wetlands in Beijing, China using a GIS-based assessment model. *Landscape and Urban Planning*, 101 (3): 269-277. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.032>
- Iacono, M.; Levinson, D.; El-Geneidy, A., 2008. Models of transportation and land use change: A guide to the territory. *Journal of Planning Literature*, 22 (4): 323-340. <http://dx.doi.org/10.1177/0885412207314010>
- Iacono, M.J.; Levinson, D.M., 2009. Predicting Land Use Change How Much Does Transportation Matter? *Transportation Research Record*, (2119): 130-136. <http://dx.doi.org/10.3141/2119-16>
- Kalantari, Z.; Lyon, S.W.; Folkesson, L.; French, H.K.; Stolte, J.; Jansson, P.E.; Sassner, M., 2014. Quantifying the hydrological impact of simulated changes in land use on peak discharge in a small catchment. *Science of the Total Environment*, 466: 741-754. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.047>
- Kaya, S.; Seker, D.Z.; Tanik, A., 2014. Temporal impact of urbanization on the protection zones of two drinking water reservoirs in Istanbul. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23 (12): 2984-2989.
- Kucukmehmetoglu, M.; Geymen, A., 2009. Urban sprawl factors in the surface water resource basins of Istanbul. *Land Use Policy*, 26 (3): 569-579. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.08.007>
- Kuenzer, C.; Zhang, J.Z.; Voigt, S.; Wagner, W., 2007. Remotely sensed land-cover changes in the Wuda and Ruqigou-Gulaben coal-mining areas of China. In: Stracher, G.B., ed. *Geology of Coal Fires: Case Studies from around the World*. Boulder: Geological Soc Amer Inc (Reviews in Engineering Geology), 219-228. [http://dx.doi.org/10.1130/2007.4118\(14\)](http://dx.doi.org/10.1130/2007.4118(14))
- Li, W.L.; Wu, C.S.; Zang, S.Y., 2014. Modeling urban land use conversion of Daqing City, China: a comparative analysis of "top-down" and "bottom-up" approaches. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28 (4): 817-828. <http://dx.doi.org/10.1007/s00477-012-0671-0>
- Loibl, W.; Toetzer, T., 2003. Modeling growth and densification processes in suburban regions - simulation of landscape transition with spatial agents. *Environmental Modelling & Software*, 18 (6): 553-563. [http://dx.doi.org/10.1016/s1364-8152\(03\)00030-6](http://dx.doi.org/10.1016/s1364-8152(03)00030-6)
- Luo, T.; Zhang, T.H.; Wang, Z.F.; Gan, Y.H., 2016. Driving Forces of Landscape Fragmentation due to Urban Transportation Networks: Lessons from Fujian, China. *Journal of Urban Planning and Development*, 142 (2). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)jup.1943-5444.0000292](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)jup.1943-5444.0000292)
- Mahiny, A.S.; Gholamalifard, M., 2007. Dynamic spatial modeling of urban growth through cellular automata in a GIS environment. *International Journal of Environmental Research*, 1 (3): 272-279.

- Mahiny, A.S.; Gholamalifard, M., 2011. Linking SLEUTH Urban Growth Modeling to Multi Criteria Evaluation for a Dynamic Allocation of Sites to Landfill. In: Murgante, B.; Gervasi, O.; Iglesias, A.; Taniar, D.; Apduhan, B.O., eds. *Computational Science and Its Applications - Iccsa 2011, Pt I*. Berlin: Springer-Verlag Berlin (Lecture Notes in Computer Science), 32-43.
- Mahmud, A.R.; Biswajeet, P.; Hadipour, M.; Kadar, H.A., 2010. Mathematical modeling of urban air quality: an urban transportation modeling case study in Petaling Jaya, Malaysia. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 14 (4): 14-21.
- Manley, P.N.; Parks, S.A.; Campbell, L.A.; Schlesinger, M.D., 2009. Modeling urban land development as a continuum to address fine-grained habitat heterogeneity. *Landscape and Urban Planning*, 89 (1-2): 28-36. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.09.005>
- Maurice, M.J.E.; Comins, J.S.; Fernandez, Y.M.; Moreno, M.J.J.; Gardezi, A.K.; Ieee, 2014. Land use change using landsat images over 23 years in a municipality of central Mexico. *2014 Ieee International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. New York: Ieee (IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing IGARSS). <http://dx.doi.org/10.1109/igarss.2014.6946371>
- McCormick, N.; Lavalle, C.; Kasanko, M.; Demicheli, L.; Turchini, M.; Ieee, 2001. *Modelling the impact of land use planning and management practices on the fragmentation of urban landscapes*. New York: Ieee (Ieee/Isprs Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas). <http://dx.doi.org/10.1109/dfua.2001.985904>
- Menerault, P., 1998. Processus de territorialisation des réseaux: analyse de la grande vitesse ferroviaire à l'échelle régionale. *Networks and Communication Studies NETCOM*, 12 (1): 2.
- Muller, K.; Steinmeier, C.; Kuchler, M., 2010. Urban growth along motorways in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 98 (1): 3-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.07.004>
- Musaoglu, N.; Tanik, A.; Kocabas, V., 2005. Identification of land-cover changes through image processing and associated impacts on water reservoir conditions. *Environmental Management*, 35 (2): 220-230. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-003-0270-4>
- Niedzielski, M.A.; Boschmann, E.E., 2014. Travel Time and Distance as Relative Accessibility in the Journey to Work. *Annals of the Association of American Geographers*, 104 (6): 1156-1182. <http://dx.doi.org/10.1080/00045608.2014.958398>
- Offner, J.-M., 1993. Les «effets structurants» du transport: mythe politique, mystification scientifique. *Espace géographique*, 22 (3): 233-242.
- Offner, J.-M.; Pumain, D., 1996. *Réseaux et territoires-significations croisées*. La Tour d'Aigues: Editions de l'Aube (collection "Territoire"), 286 p.
- Ollivro, J., 2000. *L'Homme à toutes vitesses: de la lenteur homogène à la rapidité différenciée*. Rennes: Presses universitaires, 179 p.
- Pechanec, V.; Purkyt, J.; Cudlin, P.; Sgem, 2015. The calculation of the road zone effect and its impact on carbon sequestration in the landscape. *Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, Vol I*. Sofia: Stef92 Technology Ltd (International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM), 859-866.
- Plassard, F., 1977. *Les autoroutes et le développement régional*. Economica - Presses universitaires de Lyon, 341 p.
- Plassard, F., 1985. Suivi des évaluations, évaluation des suivis. Quelques remarques sur des pratiques liées. *Les Cahiers scientifiques du transport*, 11-12: 283-287. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00910944/document>
- Plassard, F., 1988. Le réseau TGV et les transformations de l'espace: La région Rhône-Alpes. *Les annales de la recherche urbaine*. Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, 112-116.
- Plassard, F., 1995. Les réseaux de transport et de communication. In: Bailly, A.; Ferras, R.; Pumain, D., eds. *Encyclopédie de Géographie*. Paris: Economica, 515-539.
- Plassard, F., 2003. *Transport et territoire*. Paris: La documentation française, 97 p.
- Plassard, F.; Cointet-Pinell, O., 1986. Les effets socio-économique du TGV en Bourgogne et Rhône Alpes. *DATAR, INRETS, OEST, SNCF*.
- Poelmans, L.; Van Rompaey, A., 2009. Detecting and modelling spatial patterns of urban sprawl in highly fragmented areas: A case study in the Flanders-Brussels region. *Landscape and Urban Planning*, 93 (1): 10-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.05.018>
- Pollino, M.; Modica, G., 2013. Free Web Mapping Tools to Characterise Landscape Dynamics and to Favour e-Participation. In: Murgante, B.; Misra, S.; Carlini, M.; Torre, C.M.; Nguyen, H.Q.; Taniar, D.; Apduhan, B.O.; Gervasi, O., eds. *Computational Science and Its Applications*. Berlin: Springer-Verlag Berlin (Lecture Notes in Computer Science), 566-581.
- Prasannakumar, V.; Vijith, H.; Charutha, R.; Geetha, N., 2011. Spatio-Temporal Clustering of Road Accidents: GIS Based Analysis and Assessment. In: Asami, Y., ed. *International Conference: Spatial Thinking and Geographic Information Sciences 2011*. Amsterdam: Elsevier Science Bv (Procedia Social and Behavioral Sciences). <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.07.020>
- Raffestin, C., 1980. *Pour une géographie du pouvoir*. Paris: LITEC (collection « Géographie économique et sociale »), 250 p.
- Salonen, M.; Toivonen, T.; Cohalan, J.M.; Coomes, O.T., 2012. Critical distances: Comparing measures of spatial accessibility in the riverine landscapes of Peruvian Amazonia. *Applied Geography*, 32 (2): 501-513. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.06.017>
- Samal, D.R.; Gedam, S.S., 2015. Monitoring land use changes associated with urbanization: An object based image analysis approach. *European Journal of Remote Sensing*, 48: 85-99. <http://dx.doi.org/10.5721/EuJRS20154806>
- Sangawongse, S.; Sun, C.H.; Tsai, B.W., 2005. Urban Growth and Land Cover Change In Chiang Mai and Taipei: Results From The SLEUTH Model. *Modsim 2005: International Congress on Modelling and Simulation: Advances and Applications for Management and Decision Making: Advances and Applications for Management and Decision Making*. 2622-2628.
- Service de l'observation et des statistiques, 2016. Les infrastructures linéaires de transport : évolutions depuis 25 ans. *Data lab*, 6 (décembre): 32 p. [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits\\_editoriaux/Publications/Datalab/2016/datalab-6-infrastructures-lineaires-transport-decembre2016-c.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Datalab/2016/datalab-6-infrastructures-lineaires-transport-decembre2016-c.pdf)
- Shen, Y.; Silva, J.D.E.; Martinez, L.M., 2014a. Assessing High-Speed Rail's impacts on land cover change in large urban areas based on spatial mixed logit methods: a case study of Madrid Atocha railway station from 1990 to 2006. *Journal of Transport Geography*, 41: 184-196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.09.007>
- Shen, Y.; Silva, J.D.E.; Martinez, L.M., 2014b. HSR Station Location Choice and Its Local Land Use Impacts on Small Cities: A Case Study of Aveiro, Portugal. In: DeSousa, J.F.; DeSousa, J.P.; Costa, A.; Farias, T.; Melo, S., eds. *Transportation: Can We Do More with Less*

- Resources? - 16th Meeting of the Euro Working Group on Transportation - Porto 2013. Amsterdam: Elsevier Science Bv (Procedia Social and Behavioral Sciences), 470-479. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.080>
- Sheng, S.; Song, Q.T.; Shi, J.Y.; Rui, J.L.; Wang, Y.L.; Tang, Y.D.; leee, 2013. Spatial variation in the loss rate of wetland natural vegetation subject to human influences. *2013 Fifth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*. New York: leee (International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation), 1015-1019. <http://dx.doi.org/10.1109/icmtma.2013.251>
- Stanilov, K., 2003. Accessibility and land use: The case of suburban Seattle, 1960-1990. *Regional Studies*, 37 (8): 783-794. <http://dx.doi.org/10.1080/0034340032000128712>
- Sun, H.; Forsythe, W.; Waters, N., 2007. Modeling urban land use change and urban sprawl: Calgary, Alberta, Canada. *Networks & Spatial Economics*, 7 (4): 353-376. <http://dx.doi.org/10.1007/s11067-007-9030-y>
- Troin, J.-F., 2010. Désirs de gares TGV: du projet des édiles locaux au "désaménagement" du territoire. *Belgeo. Revue belge de géographie*, 1-2: 23-34. <http://dx.doi.org/10.4000/belgeo.6647>
- Vanderhaegen, S.; De Munter, K.; Canters, F.; leee, 2013. High-resolution modeling and forecasting of sealed surface cover distribution in Flanders. *2013 Joint Urban Remote Sensing Event*. New York: leee, 178-181.
- Varlet J. (coord.), 2002. Autoroutes, acteurs et dynamiques territoriales. *Géocarrefour*, 77 (1): 112 p. [http://www.persee.fr/issue/geooca\\_1627-4873\\_2002\\_num\\_77\\_1](http://www.persee.fr/issue/geooca_1627-4873_2002_num_77_1)
- Villarroya, A.; Puig, J., 2012. Urban and industrial land-use changes alongside motorways within the Pyrenean area of Navarre, Spain. *Environmental Engineering and Management Journal*, 11 (6): 1213-1220.
- Waddell, P.; Boming, A.; Noth, M.; Freier, N.; Becke, M.; Ulfarsson, G., 2003. Microsimulation of urban development and location choices: Design and implementation of UrbanSim. *Networks and Spatial Economics*, 3 (1): 43-67.
- Wheeler, A.P.; Angermeier, P.L.; Rosenberger, A.E., 2005. Impacts of new highways and subsequent landscape urbanization on stream habitat and biota. *Reviews in Fisheries Science*, 13 (3): 141-164. <http://dx.doi.org/10.1080/10641260590964449>
- Zhao, L.; Peng, Z.R.; Yang, F.; Shen, S., 2014. A bid-rent land-use adaptation model for mitigating road network vulnerability and traffic emissions. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11 (8): 2359-2368. <http://dx.doi.org/10.1007/s13762-014-0642-8>