

La télédétection et les systèmes d'informations géographiques : instruments pour l'évaluation de l'impact du réseau de transportation sur l'environnement et pour comparer des cités situées dans des pays différents

Alexandru I. Petrișor

Department of Environmental Health Sciences, Arnold School of Public Health, University of South Carolina, Columbia, SC 29208

Liliana Petrișor

Ministry of Transport, Constructions, and Tourism, Bulevardul Dinicu Golescu nr. 38, sector 1, cod 010873, Bucarest, Roumanie

ABSTRACT: The UN conference for the environment and the development led to the conclusion that the uncontrolled spatial expansion of the human society has serious impacts, which represent some various aspects of what is called the "deterioration of the environment". The transportation network has a key role in the process of development, which is one of the main causes of deterioration. In the stage of construction, the transport network determines the fragmentation of the natural environments, producing a reduction of biodiversity. Later, through their use, vehicles become one of the major causes of pollution. The "Brundtland report" indicated that the solution against the deterioration of the environment is sustainable development. Given the key role played by transport in the process of environmental deterioration, the translation of the concepts of sustainable development in practical solutions should consider the transport network. Our preliminary research focused on the use of the techniques of remote detection and the systems of geographic information with the aim of analyzing the differences between American and Romanian cities. During this stage, we shall want to use preliminary results to study the impacts of the various transport systems on the environment. However, decisive factors may use the same instruments to plan or, more exactly, to choose the plan which least affects the environment by developing a transport network for such a region during the process of urbanization.

RÉSUMÉ: La conférence des Nations Unies pour l'environnement et le développement a abouti à la conclusion que l'expansion spatiale incontrôlée de la société humaine a des impacts sérieux, qui représentent des aspects variés de ce qu'on appelle la « détérioration de l'environnement ». Le réseau de transportation a un rôle-clé dans le processus de développement, qui est l'une des causes primordiales de la détérioration. Dans l'étape de construction, le réseau de transport détermine la fragmentation des habitats naturels, produisant une réduction de la biodiversité. Plus tard, par l'utilisation, les véhicules deviennent une des causes majeures de la pollution. Le « Report Brundtland » a indiqué que la solution contre la détérioration de l'environnement est le développement durable. Etant donné le rôle-clé joué par le transport dans le processus de détérioration environnementale, la traduction des concepts de développement durable en solutions pratiques doit prendre en considération le réseau de transport. Notre recherche préliminaire s'est concentrée sur l'utilisation des techniques de télédétection et des systèmes d'informations géographiques dans le but d'analyser les différences entre les cités américaines et roumaines. Au cours de cette étape, nous voudrions utiliser les résultats préliminaires pour étudier les impacts des différents réseaux de transport sur l'environnement. Cependant, les facteurs décisifs pourront utiliser les mêmes instruments pour planifier ou, plus exactement, pour choisir le plan affectant le moins l'environnement en développant un réseau de transport pour une telle région pendant le processus d'urbanisation.

1 INTRODUCTION

Après la crise d'énergie des années 70, l'humanité a compris que le développement sans contrôle humain est accompagné par des phénomènes qui ont des

effets nocifs sur l'environnement. Plus exactement, le développement spatial produit la *fragmentation des habitats naturels*. Il est accompagné aussi par la *pollution*. À cause de cette fragmentation, les liaisons entre les populations biologiques appartenant aux différentes espèces sont interrompues, ayant comme résultat la disparition de

la population et, finalement, la *réduction de la biodiversité*. L'activité du développement spatial consomme l'énergie, déterminant alors la *surexploitation des ressources naturelles*. Après l'utilisation de ces établissements, l'activité humaine est aussi accompagnée par des phénomènes adverses, comme la *pollution*, la *surexploitation des ressources naturelles*, l'*introduction de nouvelles espèces*, etc. Tous ces phénomènes ont pour nom générique la « *détérioration de l'environnement* » (Petrișor A.I., 1997).

La solution à ce problème était présentée par le Premier ministre de Norvège, le docteur Gro Harlem Brundtland, président de la Commission mondiale de l'environnement et le développement, dans une publication, « Report Brundtland », aussi intitulée « Notre Futur Commun ». Ce rapport est devenu la base de plusieurs manifestations, aboutissant à la Conférence des Nations Unies pour l'environnement et le développement de Rio de Janeiro (1992). Le résultat le plus connu de cette conférence est, peut-être, l'« Agenda 21 ». Toutes ces manifestations et documents indiquent indubitablement que la seule solution à la situation conflictuelle survenue dans la société humaine et la nature- autrement dit, la réconciliation entre les deux- est le développement durable (soutenable), défini comme le développement qui « *satisfait aux besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les siens* » (W.C.E.D., 1988). Nous avons déjà analysé cette définition, en montrant qu'elle est le résultat d'une approche intégrale, basée sur l'analyse des systèmes, parce que l'environnement est vu comme une hiérarchie de systèmes organisés, et la société humaine représente une composante de cette hiérarchie (Petrișor A.I., 2003). Cette définition revêt un aspect théorique. D'un point de vue pratique, le développement durable représente l'intégration de politiques environnementales dans les stratégies générales du développement (Petrișor A.I., 2003).

Revenant au sujet de ce papier, on sait que les régions urbaines représentent les plus importants noyaux de la civilisation. Cependant, elles sont les plus importantes sources de pollution et, plus généralement, de la détérioration environnementale. Même si elles sont traitées par beaucoup d'auteurs comme les systèmes écologiques, il y a un grand nombre de différences structurelles et fonctionnelles entre les écosystèmes urbains et les systèmes naturels (Petrișor A.I., 1997). En plus, si les vieux établissements humains étaient construits autour des grands courants d'eau, aujourd'hui le problème majeur est la relation avec les autres établissements; donc l'existence d'un réseau de transport. La construction d'un nouvel habitat est effectuée par le transport des matériaux d'autres régions. Après la construction, le réseau routier est utilisé dans la vie quotidienne. La structure de ce réseau détermine

l'impact sur l'environnement (Petrișor L.E. *et al.*, 2003).

Nous avons déjà analysé les différences entre les villes situées sur des continents différents (Petrișor L.E. & Petrișor A.I., 2001; Petrișor L.E. *et al.*, 2002; Petrișor L.E. *et al.*, 2003), montrant que les différences sont basées sur différentes définitions des mêmes concepts et sur des différences législatives concernant les délimitations des résidences et annexes, basées à leur tour sur des différences économiques et culturelles (Petrișor L.E. & Petrișor A.I., 2001). Cependant, l'utilisation des techniques de télédétection et des systèmes d'informations géographiques permet d'évaluer les différences (Petrișor L.E. *et al.*, 2002) et envisager les impacts potentiels sur l'environnement (Petrișor L.E. *et al.*, 2003).

Dans ce projet de recherche, on focalisera sur les différences concernant le réseau de transport et envisagera les impacts sur l'environnement par l'étude de deux cas : la ville de Columbia, capitale de la Caroline du Sud aux Etats-Unis et Bucarest, capitale de Roumanie. Les systèmes d'informations géographiques utilisent les matériaux offerts par les images satellite pour superposer plusieurs niveaux d'informations utilisant leurs coordonnées géographiques. Notre projet de recherche contient des images dérivées de cartes digitales pour illustrer nos arguments.

2 ÉTUDES DE CAS

2.1 Columbia

La capitale de la Caroline du Sud, ayant une population de plus de 500.000 en 1998 (Petrișor L.E. & Petrișor A.I., 2001), présente un cas un peu étrange pour les Européens. Ce cas résulte de l'annexion de la base militaire de « Fort Jackson ». Le résultat de cette annexion est que la ville collecte les taxes sur la propriété dans la base. L'encadrement du réseau de transport de Columbia dans le contexte départemental (la majorité de la superficie de Columbia appartenant au département de Richland), aussi bien que la forme générale, sont présentés dans Figure 1. Columbia est représentée en rouge et les rues en noir. On peut facilement remarquer la grande densité des rues autour de Columbia, comparée à la périphérie du département.



Figure 1. Encadrement de Columbia (hachurée) et son réseau de transport dans le contexte départemental

Cette situation ne représente pas une exception. Dans les villes de la Caroline du Sud se concentrent les rues, représentant les noyaux routiers. Dans la Figure 2, les routes sont marquées par des couleurs différentes, correspondant à leur type : inter-Etats (—), inter-villes (—) et intra-ville (—). On peut remarquer quelques noyaux correspondant aux plus grandes villes.

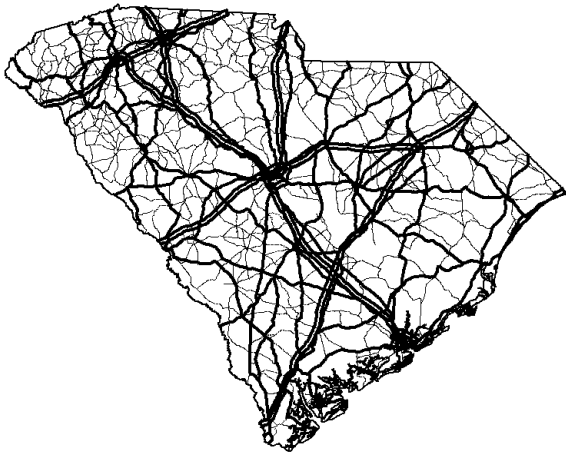


Figure 2. Le réseau de transport de la Caroline du Sud

Au niveau du tissu urbain, il y a des différences entre les trames routières des différentes zones fonctionnelles. Figure 3a présente un aspect de la trame routière du département de Richland. On remarque que quelques régions qui ont une grande densité de rues, ce qui caractérise des zones résidentielles, et des régions plus dégagées, où on peut trouver des supermarchés ou des fermes. Le détail présenté dans la Figure 3b illustre la trame routière rectangulaire, un aspect des zones résidentielles dans les villes américaines. En analysant ces figures, on comprend que les villes américaines se développent par l'apparition de nouvelles zones résidentielles, avec des services autour d'elles et un réseau de transport construit en même temps.

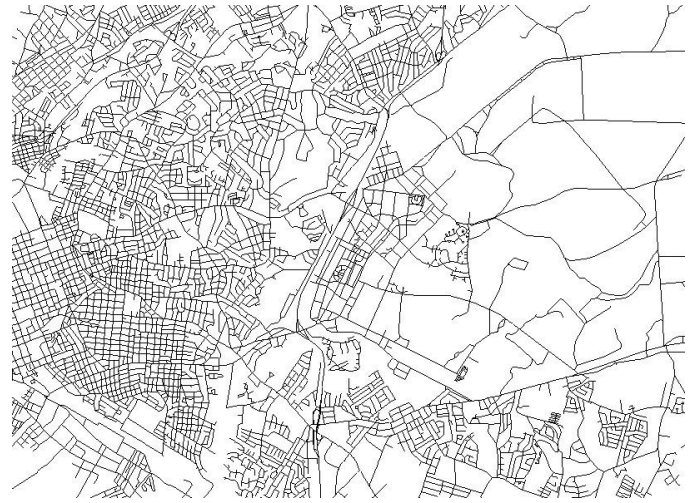


Figure 3a. Aspect de la trame routière de Richland



Figure 3b. Détail de la trame routière de Richland

À l'exception des plus grandes villes comme New York ou Los Angeles, par exemple, les villes américaines manquent de moyens de transport public, assez faciles à trouver en Europe. La Figure 4 représente le réseau ferroviaire de la Caroline du Sud, et la Figure 5, les aéroports (·) et les stations de l'autobus qui font la liaison entre les villes américaines, dont la plus connue est « Greyhound » (Le lévrier) marqué avec "x". On peut remarquer que ces services sont vraiment limités comparés aux autoroutes.

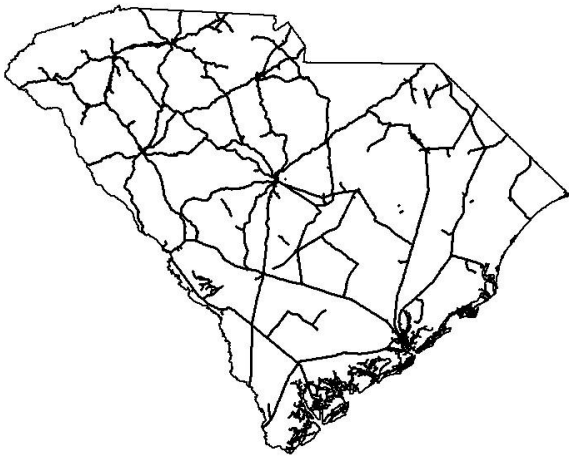


Figure 4. Le réseau ferroviaire de la Caroline du Sud

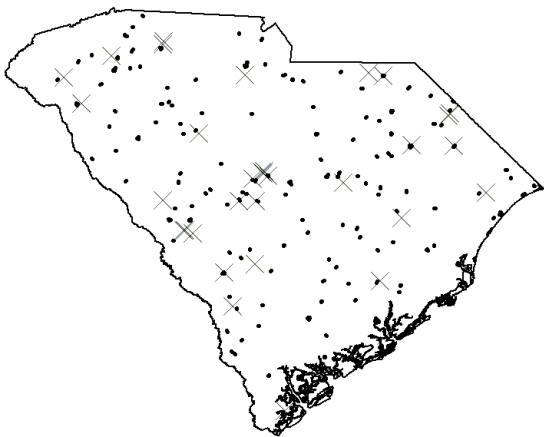


Figure 5. Aéroports et gares « Greyhound » en Caroline du Sud

2.2 Bucarest

Appelée au début du vingtième siècle « le petit Paris », la capitale roumaine offre tous les moyens de transport public européen : tramway, autobus, trolleybus et microbus, composant le réseau de transport terrestre (Fig. 6) aussi bien que le métro (Fig. 7) assurant le transport quotidien d'une population de plus de 2 millions d'habitants en 1998 (Petrișor L.E. & Petrișor A.I., 2001).



Figure 6. Le réseau de transport routier de Bucarest

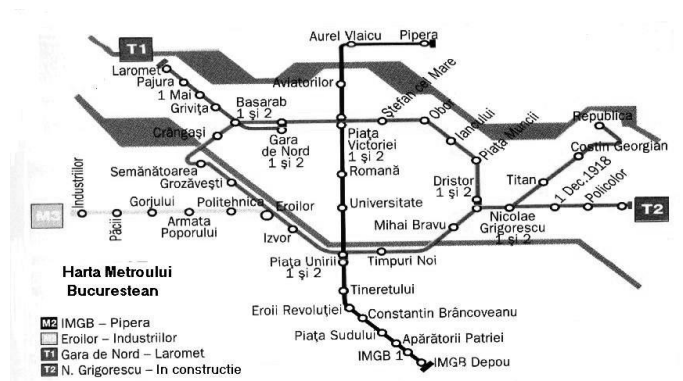


Figure 7. Le métro de Bucarest

Particulièrement pour le réseau de transport terrestre, on peut observer que sa symétrie respecte la symétrie citadine. La densité est plus grande au centre-ville, plus faible à la périphérie. Il y a aussi des cercles concentriques, correspondant aux anneaux de développement urbain. Le réseau de transport de Bucarest présente une forme typique en Europe, suivant le développement de la cité. Le transport inter-urbain est aussi bien développé. La Figure 8 indique que Bucarest représente un important noyau routier. Autour des limites urbaines, une ceinture routière visible fait la liaison entre les principales artères annexant la capitale aux autres villes. La Figure 9 montre l'importance de Bucarest comme noyau ferroviaire.

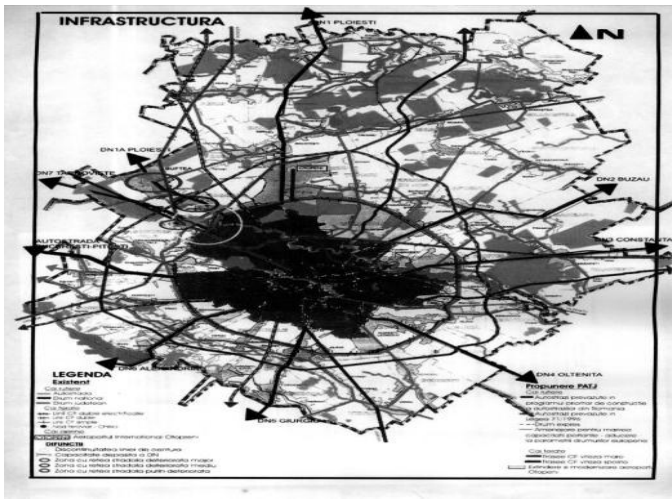


Figure 8. Bucarest : un important noyau routier

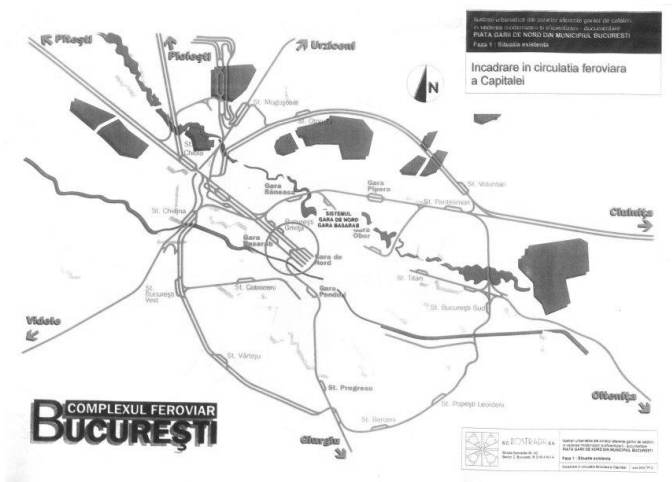


Figure 9. Le réseau ferroviaire de Bucarest

3 DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

A la base de l'analyse effectuée au moyen d'images obtenues par des techniques de télédétection et les systèmes d'information géographique, on a pu remarquer quelques traits caractéristiques du processus de développement urbain pour les deux villes :

- Les villes européennes, particulièrement Bucarest, se développent d'une manière concentrique, en « anneaux de croissance », alors que les villes américaines, particulièrement Columbia, se développent par l'annexion de territoires ou la transformation d'une telle région en tissu urbain, de manière insulaire.
- Le réseau de transport européen est plus développé, aussi bien que le réseau ferroviaire. Cependant, les routes pour les automobilistes sont mieux développées en Amérique.
- La trame routière est rectangulaire aux Etats-Unis, mais elle a différentes formes en Europe.
- Les villes constituent des noyaux d'agglomération routière en Amérique de même qu'en Europe.

Ces conclusions permettent d'analyser l'impact du réseau de transport sur l'environnement. Il y a beaucoup d'études sur l'avantage de chaque type de développement urbain. Parmi les auteurs, les opinions ne sont pas seulement différentes, mais souvent contradictoires. Par conséquent, on ne peut pas démontrer avec certitude que l'urbanisme diffus, caractéristique des villes américaines, diminue son impact sur l'environnement. Il y a une modification concernant le type d'impact prédominant, mais l'impact global n'a jamais été évalué. De même, on ne peut pas comparer l'effet d'un réseau de transport bien développé en Europe, contenant toutes les formes de transport public avec un réseau également développé en Amérique, mais destiné au transport individuel.

En ce qui concerne les différences tissulaires entre les cités analysées (modèles pour les deux continents), on trouve au niveau d'une résidence les mêmes problèmes posés par les villes au niveau d'une région, changeant seulement l'échelle spatiale. C'est le problème de choisir entre l'urbanisme diffus et le développement concentrique, analysé et discuté par les spécialistes sans aboutir à une solution commune.

Finalement, les villes, développées d'une manière diffuse ou concentrique, deviennent des noyaux d'agglomération routière et donc de pollution dans les deux continents. La solution au développement urbain durable doit, peut-être, être étudiée à l'intérieur de chaque ville, et pas dans l'ensemble des villes vues par le satellite.

BIBLIOGRAPHIE

Petrișor A.I. 1997. Modele de dezvoltare durabilă a orașelor (Modèles pour le développement soutenable de villes). Thèse de licence, Département d'écologie et protection de l'environnement, Faculté de Biologie, Université de Bucarest, Bucarest, Roumanie, p. 7-8, 13-26

Petrișor A.I. 2003 Dezvoltarea durabilă: definiții și istoric (Le développement durable: définitions et histoire). *Tribuna construcțiilor* 221: 19

Petrișor L.E., Petrișor A.I. 2001. Why Are American and European Cities Different? A Legislative Approach (Pourquoi sont les villes américaines et européennes différentes ? Une approche législative). *The Student Diplomat* 7: 6-9

Petrișor L.E., Petrișor A.I., Sârbu C. 2002. A Remote Sensing and GIS Approach to Detect Differences Between Romanian and American Cities (Une approche basée sur la télédétection et les systèmes d'informations géographiques pour détecter les différences entre les villes roumaines et américaines). *Bulletin of South Carolina Academy of Science* 64: 89

Petrișor L.E., Petrișor A.I., Sârbu C. 2003 Detecting Differences Between Romanian and American Cities Using Remote Sensing and GIS Techniques (Détection des différences entre villes roumaines et américaines utilisant la télédétection et les systèmes d'informations géographiques), *Proceedings of the 28th Annual Congress of the Romanian-American Academy of Arts and Sciences* (sous presse)

W.C.E.D. (World Commission for the Environment and Development). Our Common Future. 1988. Alianza Publications, Madrid, p. 29