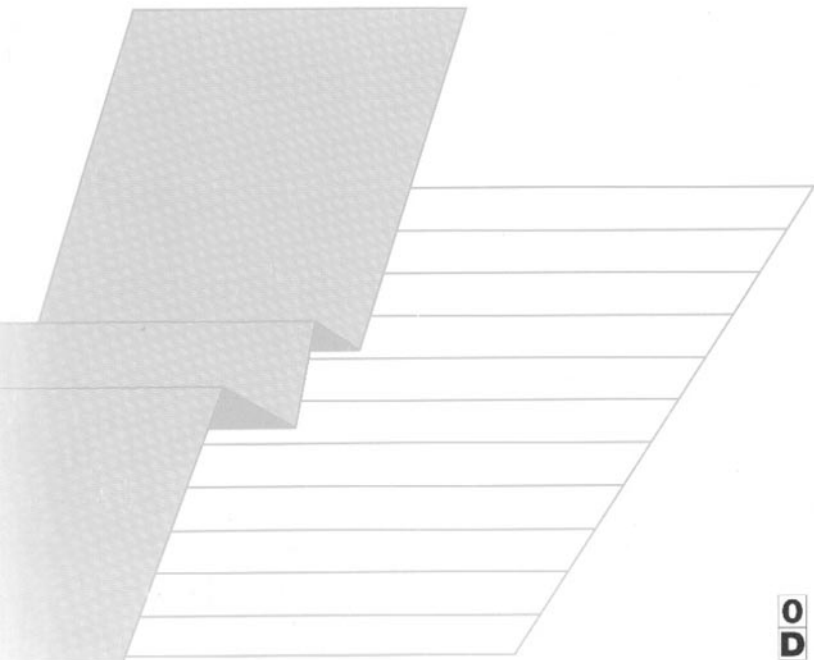


TÉLÉDÉTECTION, AMÉNAGEMENT, ENVIRONNEMENT ET STATISTIQUES URBAINES

Actes du séminaire
Lille, 24 et 25 juin 1996



PREMIER BILAN DU PROJET TRANSFRONTALIER NORD PAS DE CALAIS - BELGIQUE

Olivier BOISARD

ARD, Direction de la Planification et de la Statistique pour l'ORHA, Lille - France

Résumé. Constituer à l'échelle régionale des bases de données détaillées sur l'usage et l'occupation des sols apparaît pour l'aménageur comme une nécessité au moment où, plus que jamais, toute prise de décision doit s'appuyer sur une meilleure connaissance de la richesse et de la complexité des territoires. Avec les Systèmes d'Information Géographique, on disposera d'outils puissants et pour gérer et "digérer" cette information.

Réalisé dans le cadre d'un partenariat ouvert rassemblant des services techniques de l'Etat et de la Région ainsi que l'Agence d'Urbanisme lilloise, ses vis à vis belges, et l'office européen de statistiques Eurostat, le projet Nord-Pas de Calais-Belgique s'est intéressé plus particulièrement à l'étape de constitution de données SIG faisant intervenir les techniques de télédétection spatiale. On présentera quelques résultats de ces travaux portant sur deux sites pilotes : la métropole transfrontalière lilloise, et la zone littorale s'étendant de Boulogne à Calais.

L'enjeu de cette démarche était avant tout de proposer aux acteurs régionaux directement concernés par chacun des sites une cartographie descriptive fine des espaces naturels et artificialisés sur ces territoires. En second lieu, il s'agissait de faire avancer le débat sur la définition des agglomérations - considérée en l'occurrence sous des critères exclusivement morphologiques - qui à notre sens doit se poursuivre au niveau européen.

La télédétection spatiale est utilisée depuis plus de quinze ans par les environmentalistes pour établir des cartographies fiables, exhaustives et actualisées des espaces naturels. Ce n'est que plus récemment, vers le début des années 90, que la possibilité d'étendre ces techniques à l'observation du milieu urbain - jusque là plutôt du domaine de la photographie aérienne ou du classique relevé de terrain - a pu être raisonnablement envisagée grâce aux images satellitaires haute définition obtenues à partir de satellites de seconde génération tels que SPOT.

1 - Le projet transfrontalier Nord-Pas de Calais - Belgique

1.1 Rappel des objectifs

Ces deux préoccupations, étudier à la fois les espaces naturels et artificialisés, étaient au coeur de la démarche Nord-Pas de Calais / Belgique. On ne rappellera ici que les grandes lignes du projet, qui a déjà fait l'objet d'une présentation détaillée¹, et dont l'intitulé est en soi assez explicite : "application de la télédétection spatiale à l'identification des agglomérations et à l'analyse de l'impact des grands projets d'aménagement sur l'environnement".

Lancé en 1995 dans le cadre du programme *Télédétection et Statistiques Urbaines* initié par l'office européen de statistiques Eurostat, ce projet a été volontairement conçu sur la base d'un partenariat très ouvert associant les services de l'Etat et du Conseil Régional ainsi que l'agence d'urbanisme de la métropole lilloise et ses vis à vis belges, au sein de l'*Observatoire Régional de l'Habitat et de l'Aménagement*. Sur chacun des deux sites d'étude, le premier couvrant la métropole transfrontalière lilloise, le second sur la zone du littoral s'étendant de Boulogne à Calais, plusieurs "couches d'information" ont pu être constituées - depuis la photo satellite et la carte d'usage des sols basée sur la nomenclature CLUSTERS, jusqu'à la carte des zones morphologiques urbaines - pour être intégrées dans différents systèmes d'information géographique, dont ceux utilisés par la Communauté Urbaine de Lille Métropole, du Conseil Régional Nord-Pas de Calais (SIGALE), ou d'Eurostat (Gisco).

¹ L'expérience transfrontalière Nord-Pas de Calais / Belgique, Olivier Boisard, ORHA, Esquilino Seminar «The Impact of Remote Sensing on European Statistical Information Systems», Rome, 25-26-27 novembre 1995

Sur le plan opérationnel, il s'agissait d'abord de contribuer à éclairer par des éléments d'observation les travaux en cours sur ces territoires, notamment dans le cadre du Schéma Directeur de la métropole lilloise, ou des réflexions sur l'aménagement du territoire se poursuivant au niveau de la région.

Parallèlement, l'approche "télédétection spatiale" sur les espaces urbains, par son caractère innovant - pour ne pas dire expérimental -, a été l'occasion d'aborder, en liaison avec le milieu universitaire (en particulier le laboratoire Surfaces de l'université de Liège), différents points liés à la définition des nomenclatures d'usage des sols ou à leur mise en oeuvre, soulevant plus d'une question méthodologique de fond.

Enfin, plus concrètement, la volonté des partenaires de développer une logique de partage des ressources et des expériences sur des problématiques territoriales communes, a permis de conforter une "dynamique de projet" à l'échelle régionale et transfrontalière.

Ces travaux s'inscrivent dans un processus de suivi continu. Au terme de la phase I qui devait conduire à l'élaboration d'un cahier des charges en conformité avec les normes d'Eurostat, puis de la phase II durant laquelle ont été réalisés les traitements cartographiques (confiés à deux prestataires spécialisée dans les techniques de télédétection spatiale, les sociétés SIRS et Eurosense), une troisième étape considérée comme "phase d'évaluation" permettra d'établir un premier bilan du projet et, sur cette base, les éventuelles suites à lui donner.

1.2 Les enjeux

Au delà de la moisson d'informations intéressant les deux sites d'étude retenus, il nous a semblé très tôt que les enjeux de cette démarche ne concernaient pas seulement les partenaires régionaux.

Trois questions se posent :

- **questions de méthode : valider la télédétection spatiale sur l'urbain** . On a déjà souligné le caractère innovant de ce travail. Il est certain que la télédétection spatiale, s'appliquant à l'observation des espaces artificialisés, doit faire l'objet d'une systématisation plus poussée et s'enrichir d'expériences concrètes. Alors qu'en milieu naturel on peut "se contenter" de nomenclatures d'occupation des sols purement descriptives en définitive assez simple à caractériser ("surfaces humides", "superficies en herbe", "surfaces forestières", etc...), il n'en est pas de même pour les espaces artificialisés où la notion d'usage des sols apparaît nécessaire mais parfois sujette à interprétation, et supposant le recours à des sources d'information exogènes : sur des espaces artificialisés, des critères purement descriptifs conduiraient à des postes de nomenclature n'ayant pas toujours un grand intérêt tels que "espace bâti avec couverture tuiles ou ardoises", "espaces bitumés", etc ...; à l'inverse, caractériser l'usage des sols pose la question des échelles de discrimination puisque, pour ne prendre qu'un exemple, tel parc de loisir comportant à la fois espaces verts et espaces bâtis sera dans sa globalité codé A503 ("espaces verts ou récréatifs aménagés") selon la nomenclature CLUSTERS, mais, à une échelle plus fine, il pourra être subdivisé en un espace A501 ("sites à vocation culturelle") et D1 ("végétation arbustive").
- **questions de normalisation : rendre comparable ce qui doit être comparé** . Il est paradoxal de ne pas disposer aujourd'hui, alors que se construit l'Europe, d'une définition harmonisée des agglomérations. Pour l'observation et la comparaison des territoires, il faut se doter d'outils de mesure objectifs, et cela passe aussi par l'adoption de normes internationales. En s'associant à Eurostat, qui poursuit dans ce domaine un travail important, les partenaires régionaux souhaitent disposer demain des éléments descriptifs qui permettront de mieux confronter les spécificités des dynamiques territoriales, de Lille à Barcelone, de Londres à Bruxelles, et de Rome à Berlin ...
- **questions d'organisation : mettre en réseau les acteurs** . Il est aujourd'hui à la mode de parler de réseaux : réseaux de villes, réseaux d'acteurs, réseaux d'information. Ces termes - à notre avis trop souvent galvaudés - recouvrent pourtant une réalité concrète. En ce qui concerne le système de recueil de l'information statistique, on parlera plus que pour tout autre domaine de la nécessité de développer de tels réseaux, ne serait-ce que parce que l'information a un coût - en l'occurrence, celle obtenue par télédétection ne peut que confirmer la règle! - et que ce coût doit être partagé entre les acteurs. Cela soulève immédiatement un grand nombre de questions pratiques : Comment répartir ces coûts ? Dans le cadre de quelle structure (un des intérêts du projet Nord-Pas de Calais / Belgique est d'avoir démontré que ces questions n'étaient pas insolubles)? Sur quelle base légale faire circuler cette information

(conventions entre acteurs publics, entre acteurs publics et privés, etc ...) ? Faut-il facturer l'échange d'informations entre acteurs publics au delà du seul coût des traitements (cette question concerne ici la circulation des fonds de cartes constitués par télédétection, mais on pourrait aussi l'appliquer à d'autres types de données, notamment celles des recensements de population) ? Faut-il utiliser le réseau informatique mondial pour faire circuler cette information, et si oui comment la sécuriser ?

Les vraies questions que devra se poser demain le système statistique européen ne porteront pas tant sur le mode de recueil de l'information, que sur le mode d'organisation en réseau de ses acteurs décentralisés, et sur la façon dont ils échangeront cette information.

2 - L'information

Comme toute information géographique, les données issues de la télédétection spatiale ont leur échelle de pertinence : pour une étude détaillée de l'urbain l'imagerie satellitaire civile actuelle ne rivalise pas encore avec la photo aérienne lorsque l'on sait, par exemple, que la largeur standard d'une rue, de 8 mètres en moyenne, est inférieure à la résolution optimale, allant jusqu'à 10 mètres, d'une image satellite de bonne qualité. Par contre elles seront particulièrement adaptées, à des échelles plus grandes de l'ordre du 1:100 000 ème, aux travaux réclamant une vue globale et synthétique du territoire, par exemple des analyses typologiques des espaces urbains sur l'ensemble d'une agglomération.

2.1 Cinq niveaux d'information

Sur ces échelles d'observation, la télédétection spatiale ne fournira en réalité non pas *une*, mais au moins *cinq* "couches" d'information s'attachant chacune à un usage spécifique : pour schématiser très grossièrement, l'image satellite proposera une lecture directe de l'espace; puis seront constituées des cartes de classification supervisée pour les environnementalistes, des cartes d'usage des sols pour les aménageurs, des cartes des zones morphologiques urbaines pour les urbanistes, enfin des cartes des agglomérations urbaines pour les statisticiens ...

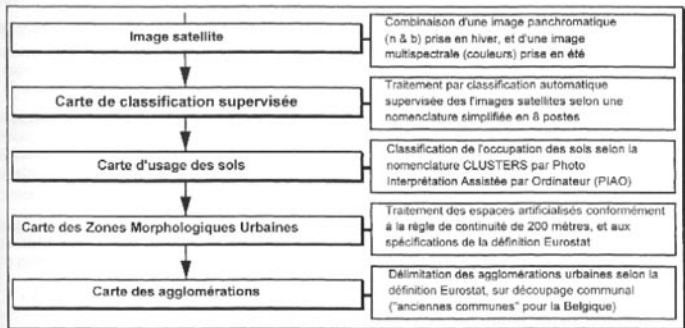


Figure 1 : les cinq niveaux d'information

2.2 L'image satellite

A l'origine des traitements, une image de base est reconstituée par combinaison de deux photographies satellites : une image panchromatique (pour simplifier, "en noir et blanc") couvrant tout le spectre visible avec une résolution fine de 10 mètres, prise en hiver c'est-à-dire lorsque la couverture végétale, alors à son minimum, laisse mieux

transparaître les espaces artificialisés; et une image multispectrale (pour simplifier, "en couleurs") couvrant deux canaux dans le spectre visible et un canal moyen infra-rouge (plus sensible à l'absorption des milieux humides), de résolution de 20 mètres, prise au printemps ou en été lorsque la couverture végétale est la plus dense.

De trente kilomètres de côté environ, cette image couvre entièrement la métropole transfrontalière lilloise, ou l'espace littoral s'étendant de Boulogne à Calais.

2.3 Les cartes de classification supervisée

Les cartes de classification supervisée, nécessaires aux analyses thématiques ultérieures, résultent d'un premier traitement de télédétection. Il consistera à appliquer sur l'ensemble de l'image satellite, pour des surfaces de discrimination d'environ 2.500 m², un processus automatisé permettant d'identifier l'occupation biophysique des sols selon des critères naturels (principalement basés sur la radiométrie)². De cette classification supervisée, il résultera des cartes d'occupation des sols conformes à une nomenclature simplifiée ne comportant que huit postes : urbain dense, urbain discontinu, cultures, feuillus, résineux, prairies, eaux, et sols nus.

2.4 Les cartes d'usage des sols

C'est très certainement l'étape la plus délicate, impliquant un important travail d'interprétation - on parlera de Photo Interprétation Assistée par Ordinateur (PIAO) - durant lequel un opérateur devra reconstituer la carte vectorielle d'usage des sols, conformément à la nomenclature CLUSTERS développée ici en 42 postes (dont 28 pour les espaces artificialisés), en s'aidant si besoin de sources d'information exogènes.

Dans un souci de cohérence avec d'autres projets analogues (notamment le programme de recherche concernant "les écosystèmes urbains", engagé ces dernières années par le ministère de l'environnement sur des grandes agglomérations françaises), un intérêt particulier a été porté à ce stade du projet sur la question des compatibilités avec la nomenclature Corine Land Cover, plus tournée vers l'observation des espaces naturels.

2.5 La zone morphologique urbaine

La zone morphologique urbaine ("ZMU") est, en quelque sorte, l'agglomération "réelle" par opposition à l'agglomération au sens d'unité urbaine qui, elle, doit s'appuyer sur des délimitations administratives.

La ZMU sera définie en deux temps :

- premier temps, une sélection qui ne retiendra que les espaces artificialisés de la nomenclature CLUSTERS, à l'exception des infrastructures linéaires hors du tissu urbain (sinon l'espace artificialisé constitué par l'autoroute A1 aurait pour effet d'absorber Paris dans l'agglomération lilloise, ce qui serait sans doute contestable), et les espaces artificialisés de type A4 ("industries extractives, chantiers, décharges, friches").
- second temps, l'application du principe de "continuité du bâti de 200 mètres", qui par l'application d'algorithmes de "dilatation-compression" sur des zones tampons de 100 m autour des espaces artificialisés précédemment sélectionnés, permettra d'assurer une lecture continue de l'espace urbain en conformité avec la définition d'Eurostat.

2.6 Pour une définition européenne des agglomérations

La zone morphologique urbaine sera "calée" sur les limites administratives des communes pour obtenir l'agglomération proprement dite. Selon les critères retenus, partant d'un noyau urbain d'au moins 2.000 habitants, « toute unité administrative comportant une surface continue et contiguë à l'agglomération urbaine identifiée dans

² Pour plus de détails sur ces traitements, on peut se reporter au document de phase II du projet.

l'étape précédente comme élément de la zone morphologique urbaine sera affecté à l'agglomération urbaine si 50 % de la superficie résidentielle totale de l'unité est contenue dans cette surface».

On notera que le fait de ne s'intéresser ici qu'au *pourcentage de la superficie résidentielle* - c'est-à-dire à un critère purement morphologique plus adapté à l'approche par télédétection - diffère de la définition française, qui s'attache au *pourcentage de la population* sur la zone résidentielle couvrant la commune.

Autre point délicat : en France, les communes sont comme on le sait beaucoup plus petites (en moyenne moins de 20 km²) qu'en Belgique (plus de 50 km²), ce qui risquerait de biaiser le recouvrement sur des unités administratives de part et d'autre de la frontière.

En l'occurrence, dans le cas franco-belge, la difficulté a pu être levée en se référant coté belge aux "anciennes communes", comparables en taille aux françaises, qui existaient avant la fusion des années 70. Mais la question demeure dans le cas général : les surfaces des communes, ou de leur équivalent territorial, varient considérablement d'un pays à l'autre de l'union européenne.

L'occasion se présente de rappeler la *nécessité d'adopter, sur un plan international, une définition harmonisée des agglomérations*. A titre d'exemple, le tableau suivant compare les critères de continuité du bâti, et de seuil de population, utilisés dans quelques pays d'Europe :

	Belgique	Allemagne	France	Grèce	Irlande	Royaume Uni
Distance entre maisons	-	-	200 m	200 m	200 m	50 m
Seuil de population	200 hab.	200 hab.	2.000	aucun	50 maisons	

*Critères nationaux pour définir les unités urbaines - critères sur zones de bâti continu
D'après source CNIS*

On ne peut que s'interroger sur l'opérabilité d'un concept qui recouvre tant de définitions différentes, et qui dans la majorité des cas se cantonne à l'observation d'un espace délimité par un état. La question est d'importance pour une agglomération transfrontalière telle que la métropole lilloise : elle se classe au quatrième rang national derrière Paris, Lyon et Marseille selon les critères français. Pourtant, considérant la continuité du tissu urbain au delà de la frontière - vers Mouscron, Courtrai et Tournai - il ne serait pas exclu qu'elle dépasse en taille Lyon et Marseille³.

Il ne s'agit pas ici de remettre en cause la validité de ces multiples définitions : elles ont leur intérêt propre, intégrant souvent des spécificités urbaines des pays, et tenant compte parfois - à juste titre - de paramètres socio-économiques (selon des méthodes qui relèvent cependant plus de l'expertise que de l'application d'une algorithmique pure et simple).

Reste aujourd'hui la nécessité de disposer d'un outil de mesure international.

La méthode préconisée par Eurostat a le mérite de ne faire intervenir que des critères morphologiques - donc à la fois objectifs et simples à caractériser - et de ne mettre en oeuvre que des traitements relativement systématisables grâce aux techniques de télédétection spatiale.

Elle devrait, à notre sens, être généralisée sur l'ensemble des agglomérations européennes.

3 - Les sites d'étude

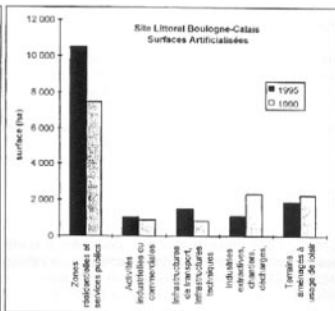
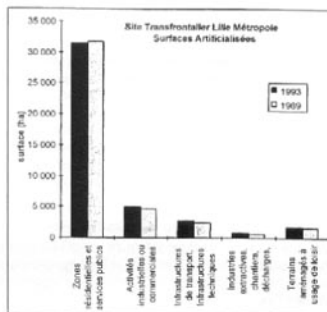
Les figures 2, 3 et 4 présentent sur les deux sites d'étude quelques éléments cartographiques simplifiés obtenues à partir des bases de données actuellement en cours d'exploitation sur le système d'information géographique Nord-Pas de Calais - SIGALE :

³ Cf. Jean-Pierre Le Gléau, Denise Pumain, et Thérèse Saint-Julien, *Villes d'Europe : à chaque pays sa définition*, Economie et Statistique n° 294-295, 1996.

- *zone morphologique urbaine sur le site littoral Calais-Boulogne* (fig. 2) : les deux agglomérations du littoral contrastent avec l'habitat en villages du boulonnais et du calaisis; la superposition les ZMU aux deux dates d'observation, 1990 et 1995, fait ressortir la zone d'activité créée autour de l'entrée du tunnel sous la Manche, rattachée à l'agglomération calaisienne.
- *zone morphologique urbaine de la métropole transfrontalière lilloise* (fig.3) : la tache urbaine de Lille-Roubaix-Tourcoing, en continuité coté belge avec Mouscron, s'étend au nord vers Courtrai, et indirectement, de part et d'autre de la frontière, le long de la vallée de la Lys; le détachement d'Armentières et de Tournai est cependant marqué par le tracé des autoroutes A25 et A27; on notera également, malgré un "delta t" très faible entre les deux dates d'observation (1989 et 1993), la nette progression péripnérique de la ZMU.
- *espaces artificialisés sur la métropole transfrontalière lilloise en 1993* (fig. 4) : on n'a considéré sur cette carte que les espaces artificialisés (classe "A" de la nomenclature CLUSTERS), regroupés en quatre postes seulement. Les infrastructures de transport apparaissent clairement (comme le tracé TGV, alors inachevé coté belge) ainsi que la stratification des espaces urbains autour du noyau dense de la métropole (espaces résidentiels continus).

Les cartes d'usage des sols, lorsqu'elles sont gérées sous SIG, ont également pour intérêt de produire des statistiques permettant d'effectuer des analyses typologiques des territoires. A titre indicatif, les tableaux et diagrammes suivants présentent quelques éléments comparatifs sur les espaces artificialisés des deux sites d'étude :

	Site Littoral Boulogne-Calais		Site Transfrontalier Lille Métropole	
	1995	1990	1993	1989
Surfaces artificialisées Clusters - Niveau 1 (en ha)				
A1 - Zones résidentielles et services publics	10 504	7 482	31 342	31 683
A2 - Activités industrielles ou commerciales	1 039	910	5 012	4 798
A3 - Infrastructures de transport, Infrastructures techniques	1 525	865	2 720	2 436
A4 - Industries extractives, chantiers, décharges, friches	1 130	2 334	835	703
A5 - Terrains aménagés à usage de loisir	1 876	2 300	1 718	1 693
TOTAL :	16 074	13 891	41 627	41 313



Conclusion

Il est trop tôt pour faire un bilan de ce projet - ce sera l'objet des travaux d'évaluation de la phase III. On peut cependant dès à présent en souligner le caractère innovant et original : par les techniques et les outils mis en oeuvre, par la volonté de ses acteurs de s'ouvrir à des problématiques transfrontalières, par la nature de son partenariat, par les questions enfin qu'il ne manque pas de poser sur l'avenir et les enjeux du système statistique européen.

L'aménagement du territoire doit s'appuyer sur ces nouveaux outils.

Zones Morphologiques Urbaines

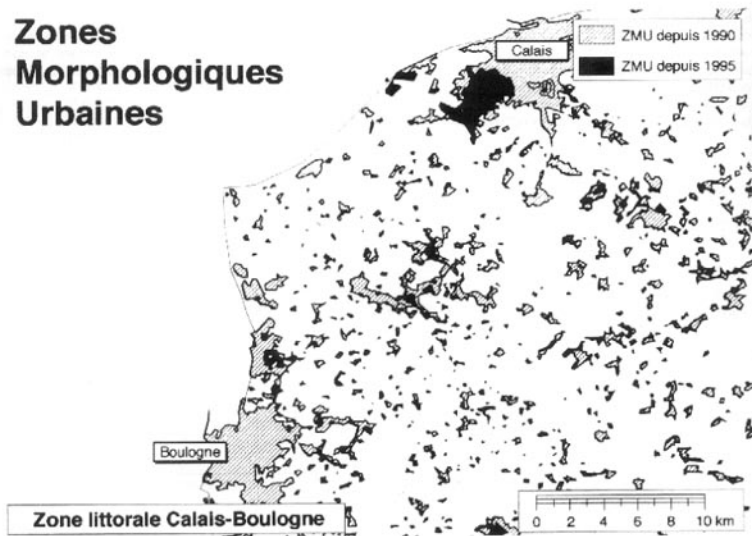


Figure 2 Cartographie : O. Boisard - ARD-DPS / Traitements SIG : SIGALE

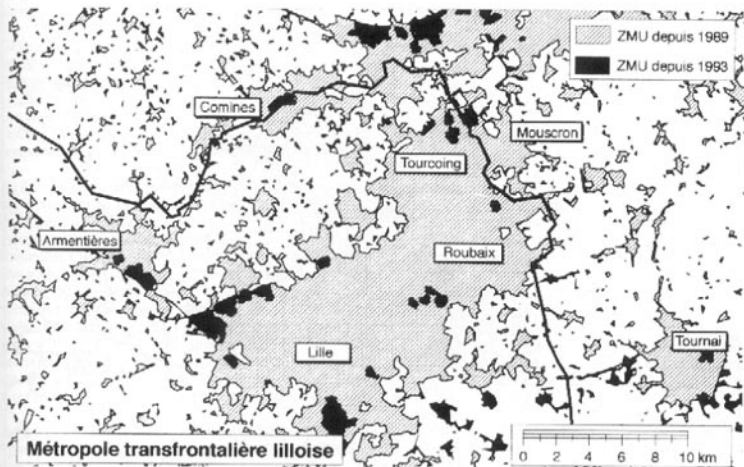


Figure 3 Cartographie : O. Boisard - ARD-DPS / Traitements SIG : SIGALE

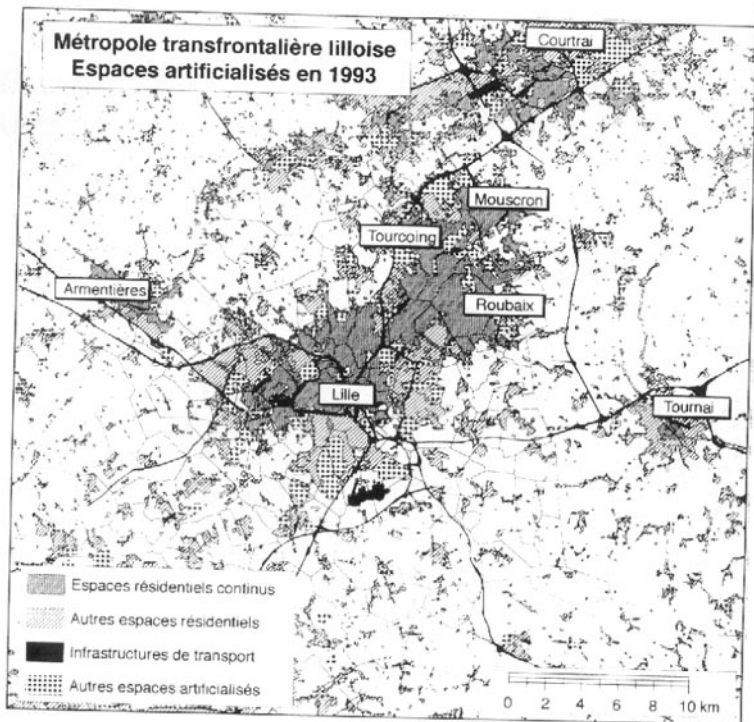


Figure 4 Cartographie : O. Boisard - ARD-DPS / Traitements SIG : SIGALE