

7. État de l'art : publication des fiches synthétiques

Méthodologie de l'état de l'art

Les premières recherches à propos de méthodologie du carroyage se sont faites à partir des travaux de Gilles LAJOIE, dont la thèse portait sur l'utilisation du carroyage en milieu urbain. Il a également publié de nombreux articles en lien avec le carroyage. Ces études ayant été effectuées lors de son passage à l'université de Rouen, des enseignants encore en poste à Rouen ont été contactés, dont Patrice LANGLOIS et Michel BUSSI. Ces documents ont permis la prise de connaissance en détail du carroyage, ses principes, ses possibilités d'utilisation, ses différents traitements...

Des contacts ont été établis avec Benoit GOURGAND du Certu et François SALGÉ de la DGALN pour avoir des retours d'utilisation du carroyage ; l'étude a été présentée lors de la « Journée géomatique et connaissance des territoires » du 30 mars 2009. Cette présentation a permis de prendre contact avec Rémi BOREL du CETE Nord-Picardie et Frédéric LISSERON de la DRE Nord-Pas-de-Calais. Mais l'approfondissement des travaux qu'ils proposaient ne s'est pas avéré constructif pour la suite des recherches.

Françoise de BLOMAC a également été contactée afin qu'elle nous informe des projets en sa connaissance utilisant le carroyage.

Enfin, une annonce a été publiée sur les sites internet « Georezo » et « Forum SIG » appelant les géomaticiens lecteurs de ces sites à nous faire part de leurs connaissances sur le carroyage. Cette annonce a entre autre permis de prendre connaissance des travaux de l'équipe du SCoT Métropole Savoie, de l'agglomération du Grand Avignon et de l'Apur. D'autres documents ont été trouvés par recherches sur Internet.

Tous les documents trouvés ont donné lieu à l'élaboration de fiche de lecture reprenant le nom de l'auteur, le titre de la publication, sa date de parution, un résumé et une définition de la méthodologie utilisée. Les fiches ont ensuite été sélectionnées suivant leur pertinence, leur sujet, mais également par rapport aux « nouveautés méthodologiques » qu'elles apportaient.

FICHE n° 1		
Auteur : Yves GUERMOND, Gilles LAJOIE		
Titre : L'analyse intra-urbaine par carroyage		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 1991	Langue : français
Article issu de « Les populations urbaines à micro-échelles », <i>Geographica Polonica</i> , n° 61, Académie polonaise des sciences, éd. A. Potrykowska et P. Korcelli, p. 47-64.		
Résumé Après avoir souligné l'importance actuelle des SIG en milieu intra-urbain, les auteurs développent les problèmes liés à leur mise en œuvre et proposent une alternative méthodologique qui permette un suivi de cet espace, dans ses dimensions physique et sociale.		
Problématiques • Comment gérer et traiter l'information géographique en milieu intra-urbain ? • Quels espaces intégrer à la ville et selon quels critères ? • Comment gérer les limites internes de la ville ? Hétérogénéité des divisions administratives ? Instabilité dans le temps ? Variabilité suivant les données.		
Méthodologie Normes du « système de reproduction cartographique automatique qui puisse résoudre le problème de la modification du découpage administratif entre deux dates de recensement » élaboré par le département de géographie de l'université de Rouen : • calé sur le Lambert II • 10 000 cases de 250 m de côté • aire de 625 km² • ventilation de la statistique depuis le zonage administratif (4 000 zones) vers les 10 000 cases du carroyage et ventilation sur le principe de l'algorithme du « clipping » zonal. Pour chacun des 3 821 polygones : - Début - Calculer le rectangle circonscrit au polygone Pour chacun des carreaux qui constituent le rectangle circonscrit : - Début - Calculer le polygone d'intersection entre le carreau et le polygone - Reventiler la variable associée au polygone en fonction de sa contribution au carreau (contribution exprimée sous la forme d'un pourcentage qui est le rapport surface du polygone d'intersection / surface totale du polygone) - Fin - Fin		
Points positifs • Carroyage bien adapté à la modélisation des données urbaines. • Simplification de l'analyse statistique. • Comparaison aisée entre deux zones étant donnée la « symétrie » des carreaux.	Points négatifs • Persistance de résidus. • Méthode « âgée » : 1991. • Suppose une répartition égale sur l'ensemble du découpage administratif : pose problème pour les communes en périphérie avec un centre-bourg.	

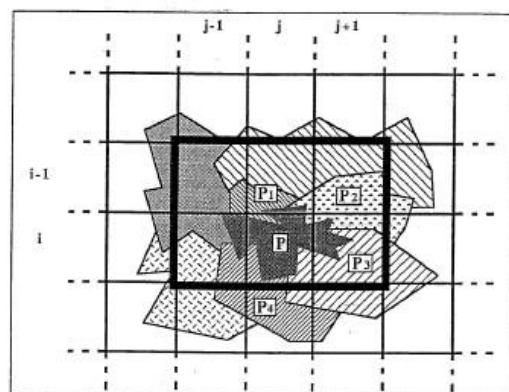


Fig. 5. Détermination du rectangle circonscrit au polygone P

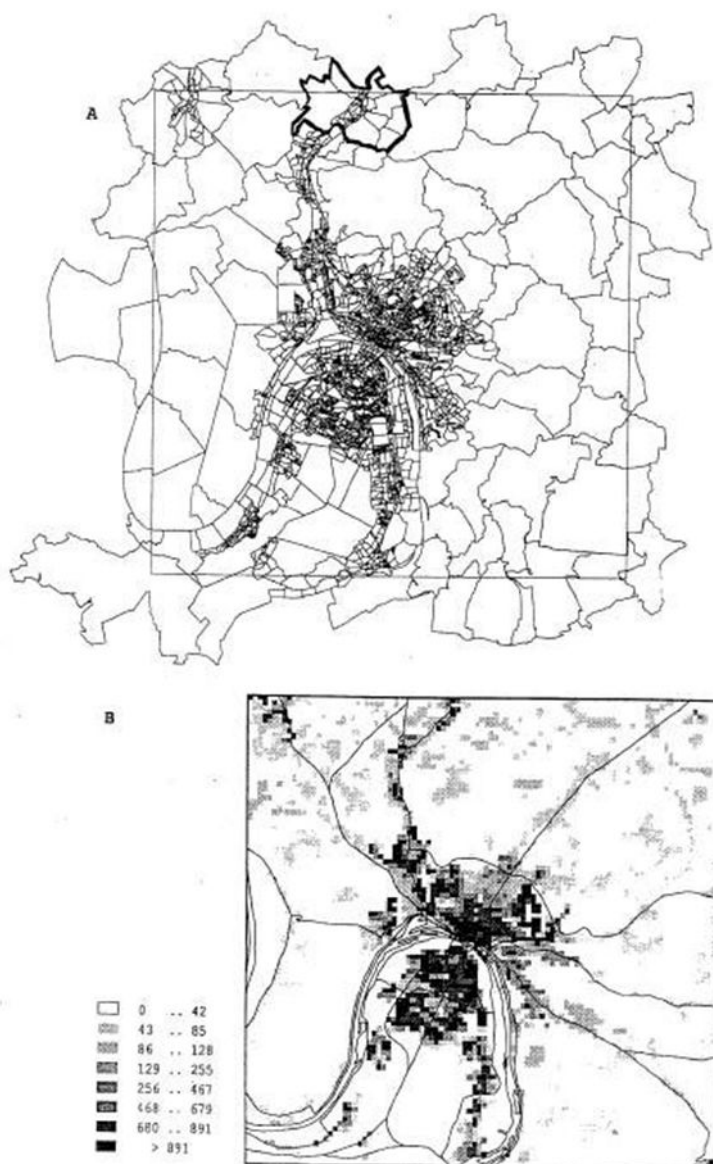
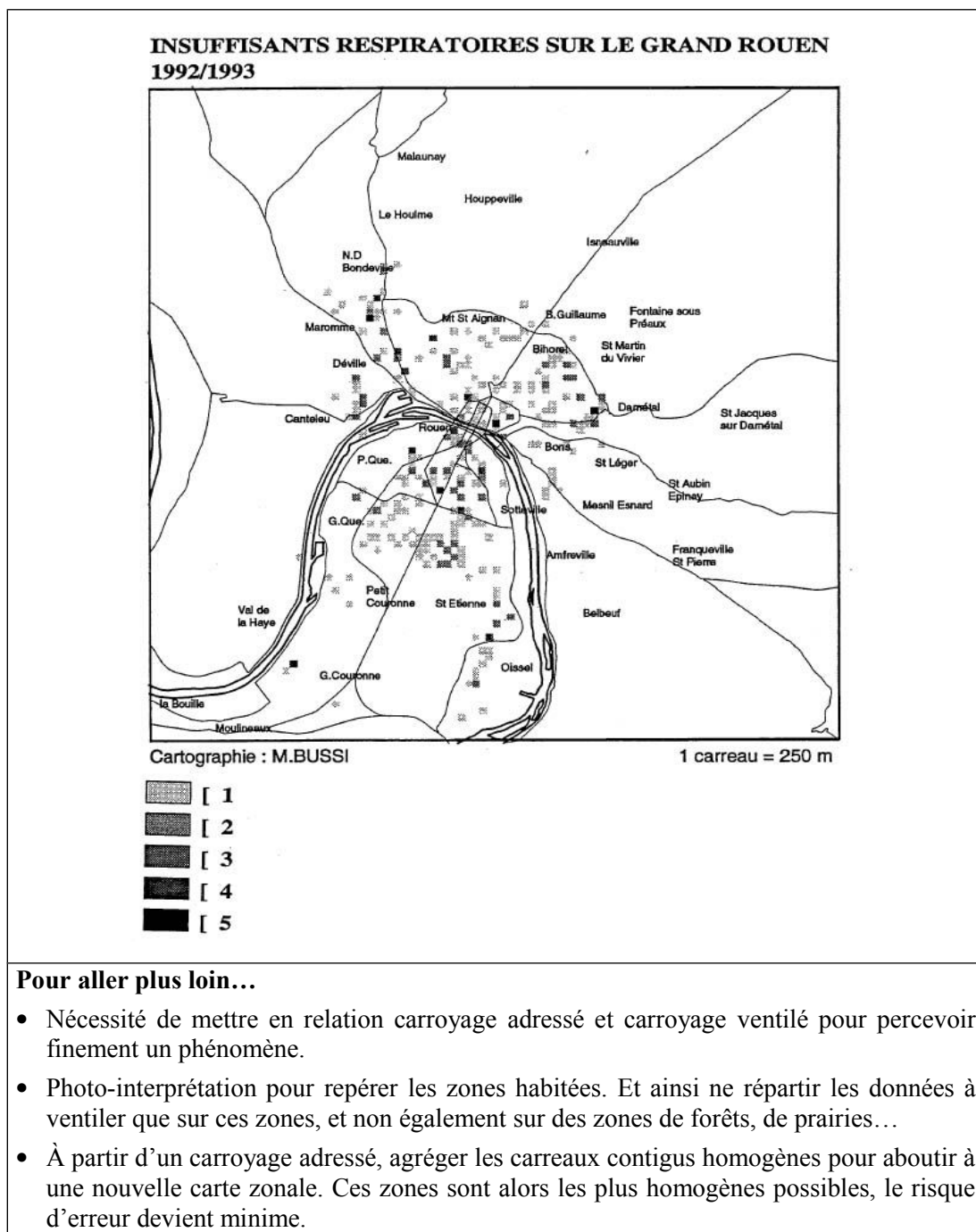


Fig. 1. L'agglomération de Rouen

A — Division administrative en communes, quartiers, et flots
B — Le carroyage au pas de 250 m. Densité de population par case

FICHE n° 2		
Auteur : Michel BUSSI, Gilles LAJOIE		
Titre : Mise au point d'une cartographie par carroyage de l'espace urbain		
Sous-titre : Contraintes techniques et validité statistique	Date d'achèvement : 1993	Langue : français
Article issu de <i>Actes du 8^e colloque de Géographie théorique et quantitative</i> , Budapest		
Résumé Les avantages de la cartographie par carroyage d'un espace urbain sont bien connus : le cadre spatial demeure stable dans l'espace et dans le temps, la lisibilité de la carte carroyée permet l'analyse fine des dynamiques intra-urbaines. Si ces avantages sont communs à tous les types de carroyage, deux familles sont à distinguer : le carroyage résultant d'une ventilation de données collectées dans un zonage quelconque (transfert de données zonales) et celui qui résulte d'un adressage automatique (transfert de données ponctuelles).		
Problématiques • Quelles sont les conséquences pour l'analyse géographique du zonage imposé ? • Le carroyage et la problématique du découpage de l'espace. • Quelles sont les contraintes liées au maillage ? • Comment croiser des données zonales et ponctuelles ?		
Méthodologie • Choix de la taille de mailles : plus le nombre est restreint, plus il y a perte de l'information. • Carroyage adressé : collecte des informations ponctuellement, avec une précision à l'adresse postale. Puis transfert de l'adresse postale vers le carreau suivant sa localisation.		
Points positifs • Gain de visibilité grâce au carroyage • Homogénéisation de la population des unités cartographies de base en milieu urbain.	Points négatifs • Carroyage adressé impossible pour des données issues de l'Insee car anonymes. On ne connaît donc pas les adresses précises.	



FICHE n° 3		
Auteur : Gilles LAJOIE, Philippe LANDA, Patrice LANGLOIS		
Titre : Une chaîne de programmes pour la gestion des carroyages		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 1993	Langue : français
Article issu de <i>L'Espace Géographique</i>		
Résumé Présentation d'une chaîne complète de traitement des carroyages au sein d'un SIG. Approfondissement du concept de carroyage, distinction avec le concept d'image, limitations et champs d'application à divers modèles de représentation de l'information géographique (ponctuel, linéaire ou zonal). Description des différents modules de génération de carroyages depuis un fond zonal ou selon d'autres méthodes numériques (interpolations, lissages ou importation de sources externes). Poursuite par les modules de traitements mathématiques et statistiques, et présentation d'une variété de représentations graphiques.		
Problématiques • Comment utiliser le carroyage ?		
Méthodologie • Changer de représentation de l'espace : du zonage au carroyage. – Deux étapes de traitement : • géométrique : matrice de transfert entre une carte zonale et un carroyage ; • ventiler une variable à l'aide de la matrice de transfert. – Les principes de ventilation : • quand un carreau chevauche une zone, il reçoit une partie de la valeur statistique de cette zone en fonction du taux de contribution des zones d'une couche à ce carreau ; • l'ensemble de tous les taux de contribution des zones d'une carte aux carreaux d'un carroyage compose une matrice que l'on appelle matrice de transfert.		
Points positifs • Avantages pour le stockage et la cartographie des données : – économie de moyens – moins de bruit dû aux repères administratifs – l'information est stockée dans un tableau unique occupant un moindre espace – le carroyage autorise les teintes de surfaces pour les valeurs absolues car unités spatiales de taille égale • Avantages pour la statistique spatiale et l'analyse géographique : – facilité pour l'analyse des distributions ou l'analyse des contiguïtés	Points négatifs • Difficulté à se repérer à cause de la disparition du maillage administratif • Trouver un carroyage ni trop fin ni trop lâche • Réduction de l'information initiale	

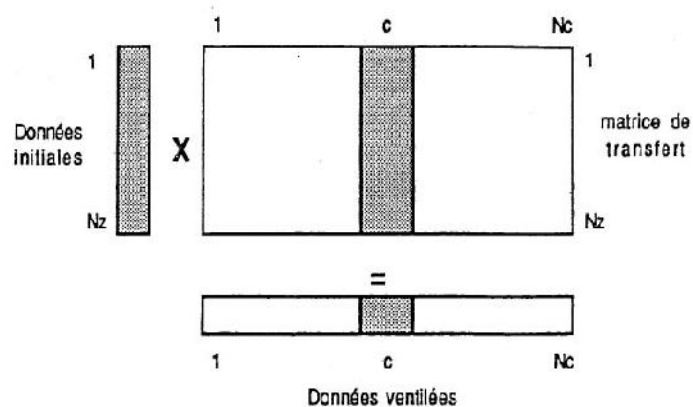
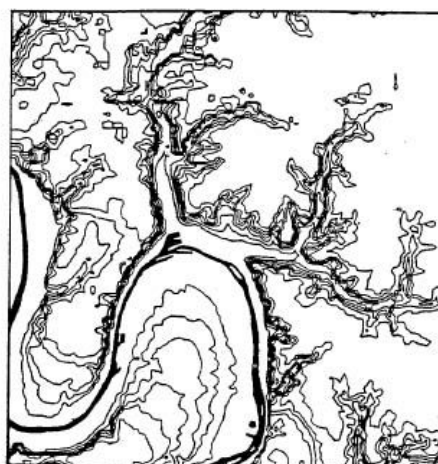
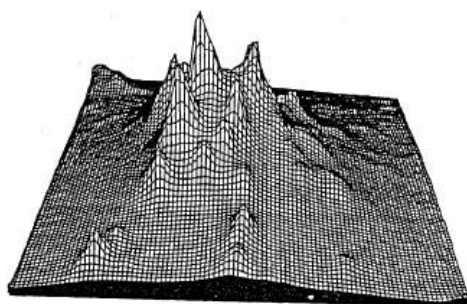


Fig. 4. — Ventilation des données.

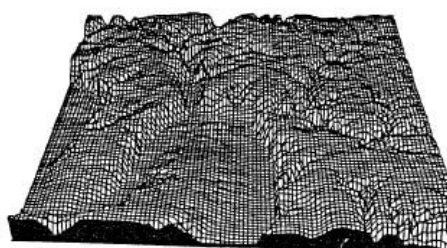
Pour aller plus loin...

- Représentations graphiques de variables carroyées

Les "reliefs invisibles" du logement dans le Grand Rouen



Le site de Rouen en isolignes et en perspective à 3 lignes de fuite



FICHE n° 4		
Auteur : Gilles LAJOIE, Patrice LANGLOIS		
Titre : Transfert géométrique des données zonales		
Sous-titre : Applications en géographie urbaine	Date d'achèvement : 1995	Langue : français
Article issu de <i>Actes du 9^e colloque de Géographie théorique et quantitative</i> , Spa, Belgique		
Résumé Dans les villes françaises, les modes de découpage de l'espace posent problème. Les partitions administratives sont variées et changeantes, ce qui constitue une gêne pour l'analyse. Pour apporter une réponse à cette problématique spatiale spécifiquement urbaine, les auteurs proposent une méthodologie reposant sur le transfert de variables zonales. Deux expérimentations sont présentées à deux échelles : la première porte sur le croisement de données sociales et électorales à Lyon, la seconde est une comparaison des ségrégations socio-spatiales dans quatre grandes villes françaises.		
Problématiques • Comment passer outre les contraintes du découpage urbain ? • Comment améliorer la ventilation des données dans le carroyage ?		
Méthodologie • Principes mathématiques de la méthode : – calculer des valeurs statistiques sur chaque case d'un carroyage d'une variable portant sur des unités géographiques zonales ; – réaliser une opération de désagrégation de la variable sur les sous-polygones, puis la réagréger sur les carreaux entiers ; – étapes du calcul : • calcul de la matrice de transfert géométrique qui contient les coefficients calculés à partir des intersections des zones et des carreaux, • transfert des variables zonales adaptées à cette matrice de transfert. • Croisement de deux partitions spatiales sur un même espace urbain • Croisement de la géographie sociale et de la géographie électorale de la ville de Lyon : – numérisation des cartes de bureaux de vote et des quartiers définis par l'Insee en 1990 → carroyage seule solution → votes réels issus des bureaux de vote → sur ce découpage, pas possible d'obtenir la composition socioprofessionnelle connue à chaque recensement et qui demeure indispensable pour calculer le vote théorique ; – solution méthodologique : produire deux séries de carroyage ayant la même définition spatiale → la première : votes exprimés et répartis en bureau de vote → la seconde : quartiers Insee comprenant la population des ménages selon la catégorie socioprofessionnelle de la personne de référence ; – combinaison des carroyages sociaux de la seconde série → calcul d'un carroyage de vote théorique selon le tissu social ; – connaissant la composition socioprofessionnelle de chacune des cases du carroyage et la tendance des votes → calcul du vote théorique. • La précision spatiale du transfert de variable zonale – précision spatiale du transfert ?		

Calculs

Appelons :

Z_k l'ensemble des zones

C_n l'ensemble des carreaux de l'espace considéré

Coefficient $t_{k,n}$ = intersection Z_k et C_n

Matrice T contient les $t_{k,n}$

Produit matriciel $Y = T.X$ où :

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_K\}$ est une variable zonale de départ

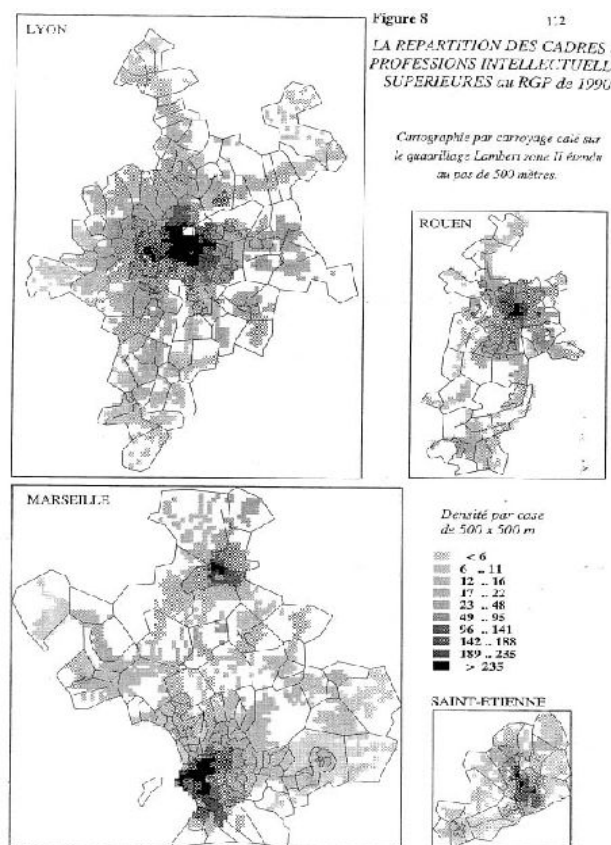
$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ est la variable carroyée obtenue

Points positifs

- Méthode qui passe outre les zonages administratifs qui sont contraignants pour l'analyse.
- Possibilité de croiser des données.

Points négatifs

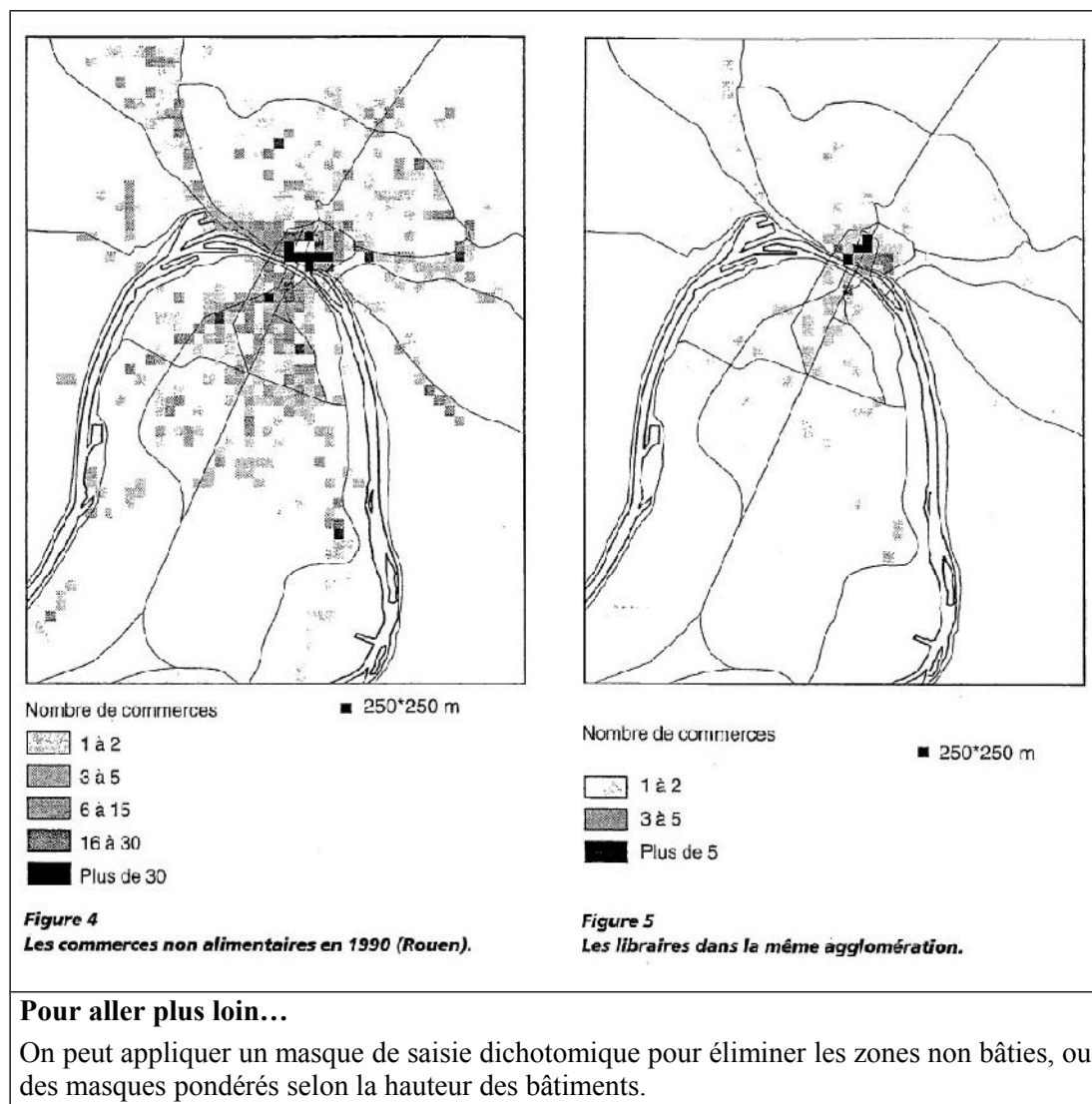
- Précision spatiale du transfert ?
- Découpage intra-urbain français et collecte à l'échelle des îlots, mais mise à disposition au grand public qu'à l'échelle du quartier de 5 000 habitants.



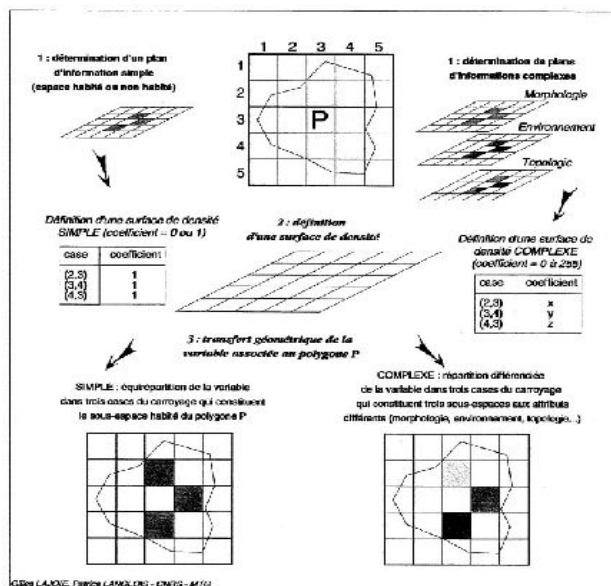
Pour aller plus loin...

- Faire varier la densité de répartition de la variable lors de la ventilation au sein des cases du carroyage selon une gradation simple :
 - 1 : urbain peu dense ;
 - 2 : urbain dense ;
 - 3 : urbain très dense.

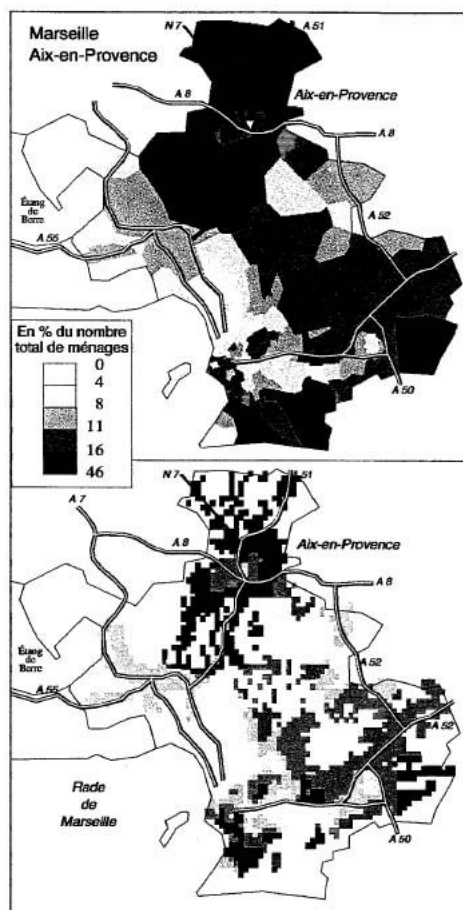
FICHE n° 5		
Auteur : Yves GUERMOND, Gilles LAJOIE		
Titre : SIG et analyse urbaine		
Sous-titre : Les bases de données par carroyage	Date d'achèvement : 1996	Langue : français
Article issu de <i>Annales des Ponts et Chaussées</i> , n° 78, p. 31-38.		
Résumé L'information de l'administration et des collectivités locales a été longtemps limitée à la gestion comptable. Mais depuis les années 1980, les progrès de l'information graphique se sont largement répandus, la publicité aidant. Beaucoup de grandes villes sont maintenant dotées de SIG sur station de travail, qui leur permettent, notamment, de gérer le plus commodément possible leurs problèmes immédiats de réseaux physiques, de voiries, bref, de ponts et chaussées... La généralisation de cet équipement permet de réfléchir maintenant de manière efficace au passage à un autre niveau, celui de l'analyse spatiale.		
Problématique • L'analyse spatiale suppose d'avoir en permanence une vue globale de la ville. Pour cela, il a été constitué, sur l'agglomération de Rouen, une base de données spatialisées totalement homogène et indépendante des conditions de saisie.		
Méthodologie • Le principe de base adopté est la constitution d'une grille géométrique de 25 km sur 25 km, au pas de 250 m, calée sur les coordonnées Lambert II et centrée sur la mairie de la ville-centre. Les limites communales reprises sur la BD Carto® de l'IGN servent au calage des polygones définis par les différentes administrations : quartiers, îlots Insee, secteurs postaux, circonscriptions électorales et bureaux de vote, etc. • Intégration de données multi-sources et multi-temporelles : – la grande hétérogénéité des circonscriptions de recensement entre les centre-villes et les banlieues se trouve gommée ; – les communes de la périphérie urbaine s'étendent sur plusieurs cases → comme une partie de leur territoire n'est pas bâti, il faut faire appel à une couche d'information issue de la télédétection pour appliquer un masque de saisie qui ne ventile la population communale que dans les cases bâties de la grille. • Couplage avec l'adressage automatique : – constitution d'une table d'adressage → table définitive car la grille du carroyage reste fixe dans le temps ; – tous les fichiers à l'adresse peuvent ainsi être ventilés spatialement ; – le carroyage géométrique présente, pour les enquêtes à l'adresse, l'immense avantage de respecter l'anonymat tout en apportant une grande précision sur les localisations.		
Points positifs • Convient aux travaux d'urbanisme et d'aménagement ainsi qu'à l'analyse socio-économique urbaine. • Capacité de ces cartes à subir de très fortes réductions graphiques tout en conservant leur parfaite lisibilité → atout pour les analyses dans le temps ou pour les comparaisons inter-urbaines. • Démarche synthétique.	Points négatifs • Perte du repérage du cadre bâti → ne convient pas aux études architecturales et mal adapté à celles des réseaux techniques. • Hypothèse d'équirépartition au sein des unités initiales de collectes statistiques.	



FICHE n° 6		
Auteur : Gilles LAJOIE, Patrice LANGLOIS		
Titre : Cartographie par carroyage et précision spatiale		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 1998	Langue : français
Article issu de <i>Mappemonde</i> 1998.1		
Résumé Dans le cadre d'une cartographie par carroyage, les auteurs étudient la désagrégation de variables zonales, en revenant sur l'hypothèse de l'équirépartition spatiale des populations. L'objectif est d'approcher des règles différenciées de désagrégation de variables en fusionnant des plans d'information de nature morphologique, topologique et environnementale.		
Problématique • Comment gérer la répartition spatiale avec les carroyages ?		
Méthodologie • Exemple : carroyage des densités de population à partir d'une carte administrative découpée en communes où l'on désire ne retenir que les carreaux habités, afin de préciser la répartition spatiale réelle de la population. ➔ acquérir un plan d'information définissant les carreaux habités qui va guider le transfert géométrique de la population communale vers ces seules entités spatiales. ➔ dépasser le principe d'équirépartition ➔ définir une surface de densité complexe par fusions de plans d'informations différents ➔ coefficient de répartition spatiale propre à chaque carreau, qui va décider de l'ampleur du transfert d'une variable. • Méthode de désagrégation intelligente ? ➔ construire des hypothèses de répartition d'une population à partir d'une source d'information plus fine ➔ pour désagréger la variable connues à l'échelle du quartier ➔ analyser sa répartition à l'échelle des îlots au recensement précédent afin d'en déduire quelques règles de localisation d'ordre morphologique, topologique ou environnementale d'une précision beaucoup plus grande ➔ ces règles conduiront alors la désagrégation de la variable à l'échelle du quartier 1990 vers les carreaux du carroyage au pas de 500 m.		
Points positifs • Tentative de réponse au problème de l'équirépartition spatiale des données.	Points négatifs • Une fois le transfert réalisé, on gagne en précision. Mais le problème d'équirépartition spatiale de la variable n'est pas totalement résolu.	



1. Les trois étapes du transfert géométrique d'une variable zonale



2. Exemple de transfert simple de la variable « cadres et professions intellectuelles supérieures » dans l'unité urbaine de Marseille - Aix-en-Provence en 1990

Pour aller plus loin...

- Comment actualiser ces règles de répartition spatiale ?

FICHE n° 7		
Auteur : Gilles LAJOIE		
Titre : Du maillage territorial au carroyage		
Sous-titre : Problématique de la désagrégation d'informations zonales	Date d'achèvement : 1998	Langue : français
Article issu de <i>Bulletin du Comité français de cartographie</i> , n° 158, p. 5-15.		
Problématique • Bilan sur la notion de carroyage. • Comment réussir la désagrégation des données zonales ?		
Méthodologie • Méthode de carroyage : méthode particulière couvrant la production des données, leur stockage, leurs traitements et enfin leurs représentations statistiques et/ou cartographiques. • L'option cartographie par carroyage et ses risques : ➔ carroyage résulte d'une désagrégation de l'information géographique de base contenue dans des unités spatiales de collectes souvent irrégulières vers un maillage géométrique appelé par convention carroyage. Mais le caractère automatique du transfert masque le plus souvent quelques problèmes essentiels qu'il convient de souligner : - choix du maillage géométrique n'est pas offert et le carroyage se compose invariablement de carrés égaux. L'origine et l'orientation des grilles ne sont pas non plus discutées alors qu'elles décident en partie des résultats du transfert, - choix du pas ; ➔ disparition des limites administratives ; ➔ les variables que l'on désire transférer dans un carroyage doivent être impérativement mesurables par rapport à l'espace ➔ variables quantitatives pouvant être exprimées sous la forme de densité.		
Points positifs •	Points négatifs •	
Pour aller plus loin... •		

Auteur : Frédéric GIRAULT, Jean-Marc ORHAN		
Titre : La qualité des données de géomarketing		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 1999	Langue : français
Article issu de <i>Cybergéo : European Journal of Geography</i> [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 104, URL : http://www.cybergeo.eu/index4917.html		
Résumé Les limitations imposées à la diffusion à la diffusion du recensement de 1990 au niveau de l'îlot ont entraîné la création d'un modèle d'évaluation par une société de géomarketing. Disposant des données réelles pour la commune de Rouen, les auteurs ont mesuré la qualité de l'évaluation et montré comment l'agrégation des îlots au sein d'un carroyage renforce l'intérêt de ce type de démarche.		
Problématique La société Experian possède les données du recensement de 1982 par îlot et les variables du recensement 1990 accessibles au public (la population totale sans doubles comptes, le nombre de ménages, de logements et de résidences secondaires. Le but est d'estimer les données 1990 agrégées au niveau du quartier (accessibles au public).		
Méthodologie • Présentation du modèle de transfert des données ➔ 1^{re} étape : transférer les données du recensement de 1982 dans le cadre géographique des îlots de 1990. Pour les îlots modifiés entre 1982 et 1990 : - si le découpage a été modifié, les données de 1982 sont ventilées dans le cadre de 1990 proportionnellement aux surfaces d'intersection ; - si la table d'adressage n'a pas permis de correspondance entre les 2 années, on utilise alors le profil 1990 du quartier. - On obtient des îlots de 1990, renseignés par les variables publiques du recensement de 1990 et par le transfert des données de 1982. ➔ 2^e étape : réaliser l'évaluation des données de 1990 pour les variables qui ne sont pas fournies par l'Insee à ce niveau de découpage ➔ faire évoluer les données de 1982 pour qu'elles deviennent cohérentes avec la population 1990 de l'îlot et avec le profil de quartier ➔ effectuer des produits croisés itérés de telle sorte qu'au niveau îlot, à partir de des données 1982, la somme des colonnes donne le niveau quartier 1990 et la somme des lignes donne le profil îlot 1990. Les estimations 1990 obtenues possèdent donc les caractéristiques suivantes : - elles sont cohérentes avec le profil 1982 de l'îlot ; - la somme des différentes catégories correspond à la population totale de l'îlot 1990 ; - la somme pour chacune des différentes variables des îlots d'un même quartier correspond aux effectifs exacts du quartier. • Estimation de l'erreur : ➔ deux calculs simples pour estimer l'erreur : - le coefficient de corrélation entre les données de géomarketing et celles de l'Insee pour une même variable permet une approche globale de la qualité de la distribution spatiale des données à l'échelle de la commune ; - le pourcentage d'erreur permet d'apprécier les différences d'effectifs entre les deux types de données à l'échelle de l'îlot. • Origine de l'erreur : ➔ estimation des données 1990 résulte du profil de la population de 1982 ➔ les erreurs les plus importantes se situent dans les zones qui ont le plus évolué. ➔ approche cartographique pour mieux cerner l'erreur ➔ les données par îlots ont		

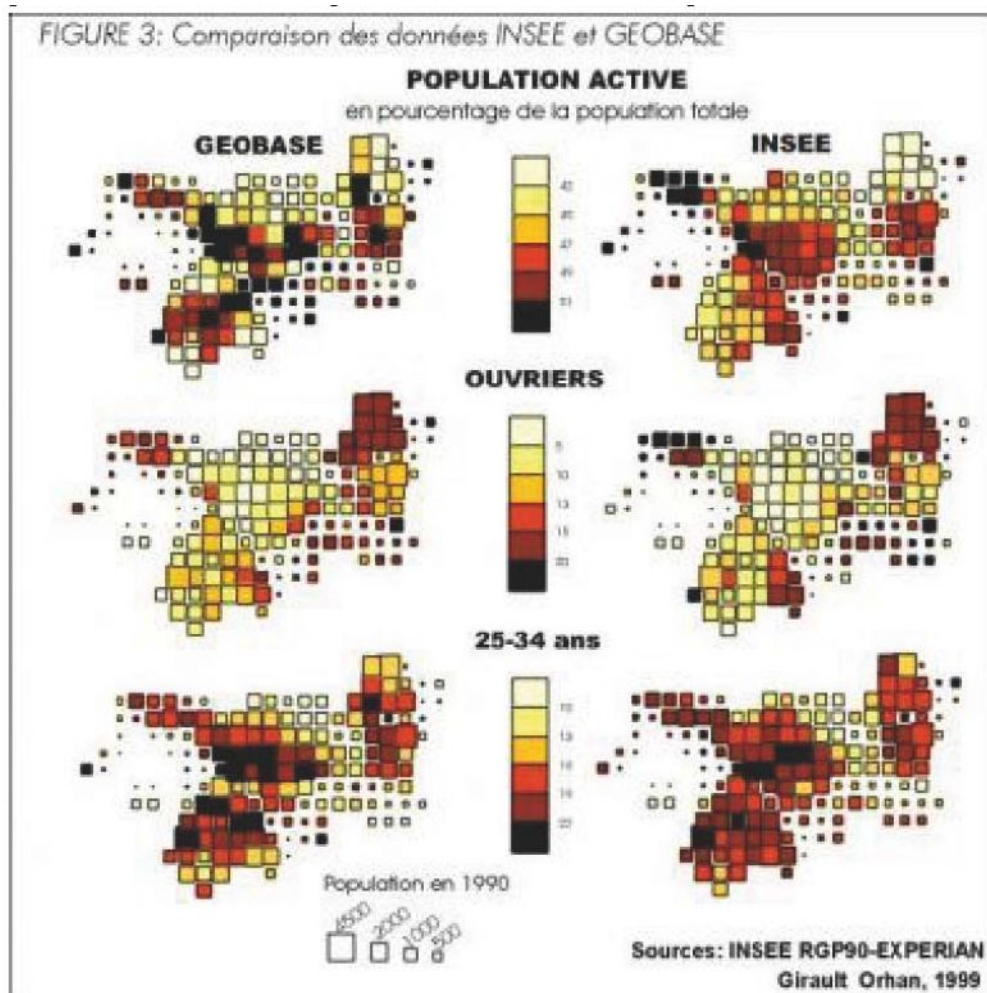
donc été ventilées dans un carroyage au pas de 400 m, sans masque de saisie et proportionnellement aux surfaces d'intersection, et ce pour les 1006 îlots de la commune de Rouen.

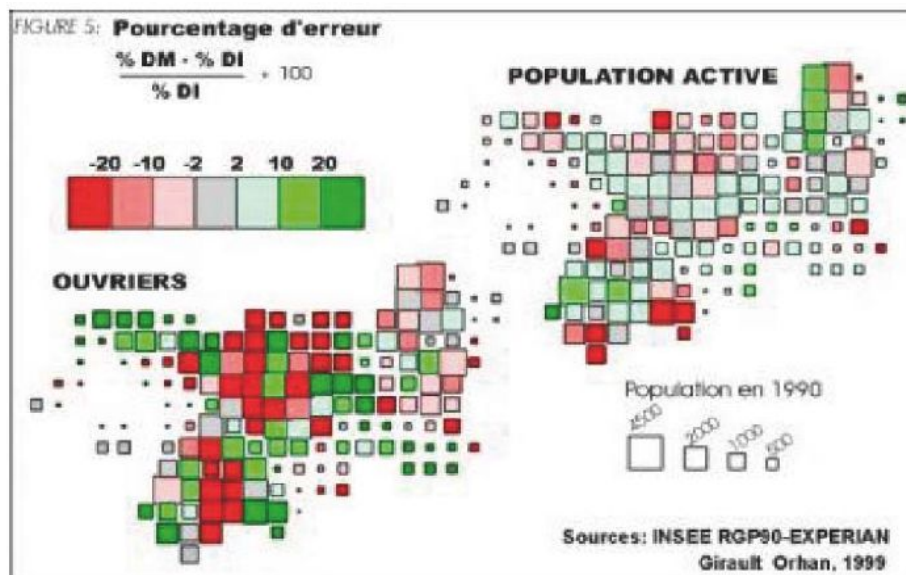
Points positifs

- La ventilation des données dans le carroyage a une nette tendance à améliorer la qualité des données → les mailles regroupant plusieurs îlots, les erreurs ont tendance à se compenser.
- Le transfert des données à l'îlot dans un carroyage au pas de 400 m montre qu'en lissant les données, on peut aboutir à des résultats plus satisfaisant.
- Fortes corrélations entre les deux types de données et la chute des pourcentages d'erreurs montre qu'avec un pas de 400 m, le modèle restitue correctement la distribution spatiale des variables.

Points négatifs

- Difficulté de modéliser des données urbaines à un niveau aussi fin que l'îlot.
- Perte de précision géographique par rapport au découpage en îlot.





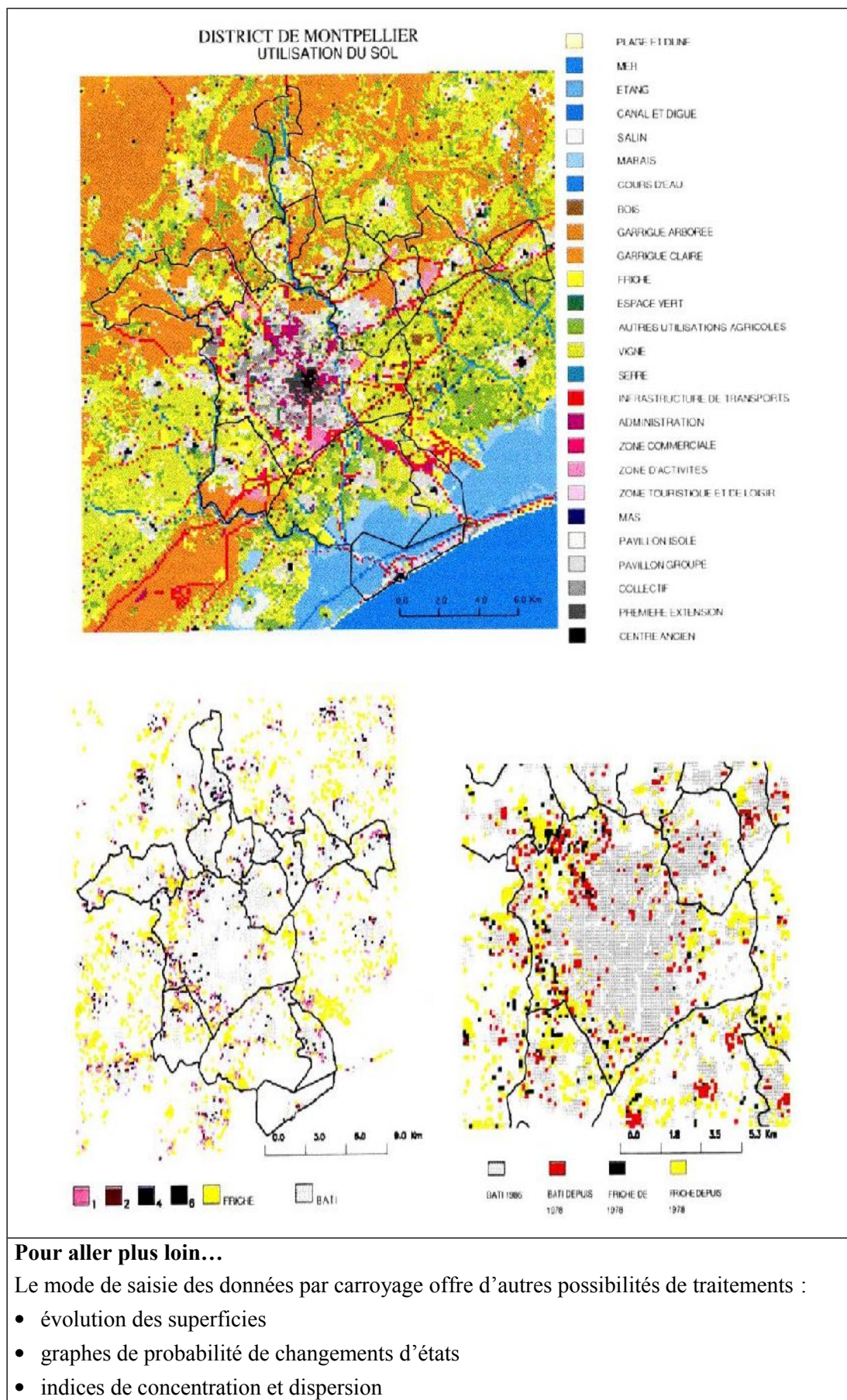
<http://www.cybergeographie.eu/docannexe/image/4917/img-8.jpg>

Figure 5 : pourcentage d'erreur

Pour aller plus loin...

- La ventilation des données à l'îlot dans un carroyage au pas de 400 m paraît pertinente. Sachant que l'augmentation du pas du carroyage diminue le risque d'erreur mais accroît la dispersion géographique des phénomènes, la réflexion doit plutôt s'orienter sur la taille de ce pas.

FICHE n° 9		
Auteur : Pascal DAYRE, Hubert MAZUREK		
Titre : Analyse de l'utilisation du sol par la méthode du carroyage		
Sous-titre : Le district urbain de Montpellier	Date d'achèvement : 1988	Langue : français
Article issu de <i>Mappemonde</i> 88 / 3		
Résumé L'interprétation de photographies aériennes de 1986, sur la base d'un carroyage de 125 m de côté, a permis d'analyser l'occupation de l'espace sur le district urbain de Montpellier. Cette méthode offre de multiples possibilités de traitements automatisés des données, dont certains aspects sont développés ici, notamment en ce qui concerne la dynamique des zones construites.		
Problématique Étude sur l'utilisation du sol dans le district de Montpellier → prolongement de travaux similaires sur une période allant de 1954 à 1978 → se fonde désormais sur l'informatique.		
Méthodologie • Une méthode standardisée → 15 communes composant le district urbain de l'agglomération de Montpellier → trame du carroyage : - carreaux de 125 m de côté - calée sur les feuilles topographiques de l'IGN au 1/125 000 - sur la base des coordonnées géographiques dans le système kilométrique ortho-normé Lambert II étendu → trame calée sur la mosaïque reconstituée des photographies aériennes → calage grâce à l'identité des échelles et au repérage d'éléments caractéristiques communs dans la topographie → à chaque maille est affectée une valeur correspondant à l'une des 26 classes préalablement définies • Représentation cartographique → composition colorée de 26 classes et de 5 grands groupes → fonction sélective → les cartes à fonctions sélectives comprennent l'éventail des combinaisons de critères, d'associations, d'agréments de mailles → analyser sélectivement un phénomène → fonction combinatoire → ces cartes représentent des combinaisons d'éléments, en utilisant la catégorie des algorithmes de recherches de frontières ou d'autocorrélation → fonction diachronique		
Points positifs • Trois avantages du carroyage : - cadre normalisé de la collecte des données → permet des comparaisons simples entre critères et d'effectuer des études diachroniques - offre une structure ouverte tant au point de vue du périmètre de l'étude que de la nature des critères sélectionnés - offre des potentialités de traitements qui prennent en compte la donnée spatiale de façon homogène, et qui permettent l'étude de formes, de textures, d'agréments, en parallèle avec des données issues de la télédétection	Points négatifs • Part de subjectivité qui réside dans le choix de la typologie et dans l'interprétation des images	



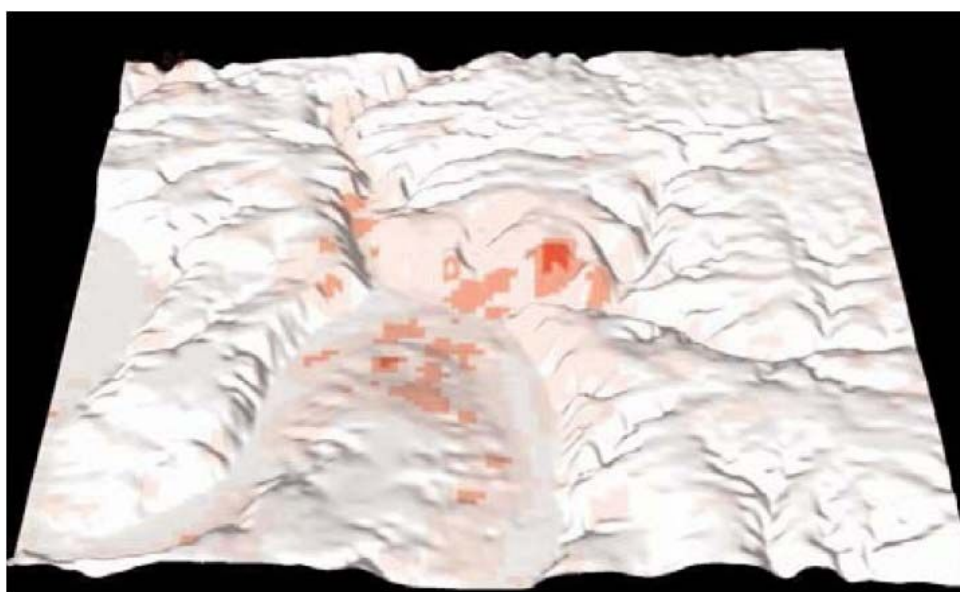
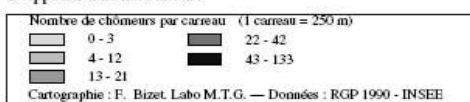
FICHE n° 10		
Auteur : Frédéric BIZET		
Titre : Carroyage et SIG urbain		
Sous-titre : Les chômeurs à Rouen	Date d'achèvement : 1997	Langue : français
Article issu de <i>Mappemonde 2 / 1997</i>		
Résumé Le carroyage effectué sur l'agglomération de Rouen permet la cartographie informatique de données socio-démographiques sur l'ensemble de la ville. Sur ce carroyage ont été appliquées deux méthodes cartographiques permettant d'avoir une nouvelle perception de l'information carroyée et d'améliorer sa représentation. Le lissage simplifie la lecture de la carte en supprimant le « bruit » et la « 3D » modifie complètement le carroyage en introduisant le relief.		
Problématique • Quels sont les intérêts du carroyage ? • Comment réussir une cartographie en carroyage ?		
Méthodologie → grille centrée sur la mairie de la commune-centre → 24,5 km de côté → case au pas de 250 m, soit 98 x 98 → intérêt du carroyage → se libérer du biais introduit par les découpages administratifs (4 000 zones), tout en utilisant une base de données au niveau de l'îlot → données françaises confidentielles sous le seuil de 5 000 habitants par circonscription administrative → c'est le cas des îlots statistiques de l'Insee. Mais l'utilisation est possible sous la condition du carroyage → le carroyage est une transcription des données par circonscription administrative dans une grille fixe → ventilation sélective des variables démographiques et sociales a été effectuée sur les seuls carreaux habités, grâce à une image Spot → sur chaque carte a été transposé le réseau routier et la Seine • La cartographie en carroyage → nombre de chômeurs selon le temps de recherche d'un emploi → on peut parler de densité de chômeurs car les carreaux sont de taille égale • Le lissage → carte très détaillée dans ses résultats → lecture peu aisée à cause de la mosaïque créée par le carroyage → solution : effectuer un lissage sur ces résultats afin de dégager les grandes tendances spatiales → lissage avec le logiciel Edisat (image à balayage : raster) → le lissage par une moyenne mobile permet d'identifier facilement les zones à fort taux de chômeurs en éliminant le « bruit » du carroyage précédent • L'image 3D → amélioration visuelle grâce à la 3D → carte lissée en modifiant simplement le nombre de classes (quatre classes pour améliorer la visibilité) appliquée sur un MNT		
Points positifs • La grande taille de la grille permet des études intra- et péri-urbaines sur 88 communes soit environ 400 000 personnes. • Le SIG se révèle comme un moyen commode pour vérifier les relations entre les différentes variables géographiques.	Points négatifs • Lecture peu aisée à cause de la mosaïque créée par le carroyage	



1. Chômeurs à la recherche d'un emploi depuis plus d'un an en 1990



2. Application du filtre linéaire



3. Superposition du lissage des chômeurs sur le relief

FICHE n° 11
Auteur : Gérard DANDROY, Philippe WANIEZ

Titre : Milieu naturel et productions agricoles

Sous-titre : Présentation d'une méthode pour les cerrados au Brésil

Date d'achèvement : 1988

Langue : français

Article issu de *Mappemonde* 88 / 4

Résumé

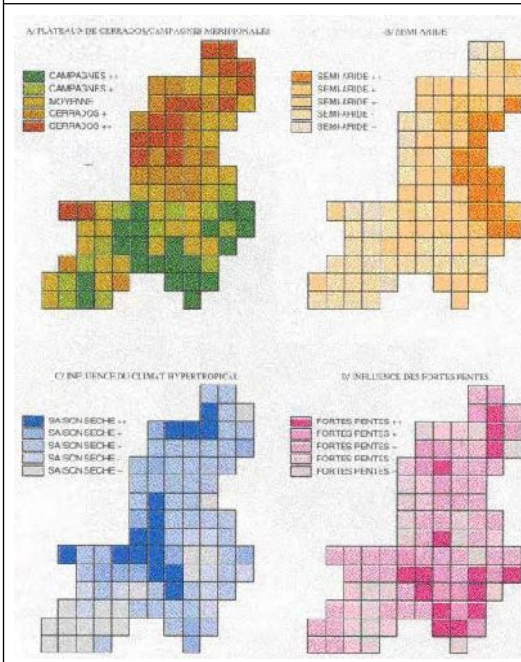
L'analyse de l'influence du milieu naturel sur la production agricole des cerrados nécessite une méthode spatiale. Avec des données se rapportant à une maille commune, le carroyage, on peut étudier ces relations avec des modèles de régression.

Problématique

Analyse des relations milieu naturel-production agricole dans le processus de développement régional.

Méthodologie

- Formations végétales (proportion dans chaque carreau)
 - ➔ les principaux thèmes relatifs au milieu naturel sont extraits de cartes thématiques au 1/5 000 000 publiées par l'Unesco, la FAO et l'Embrapa.
 - ➔ mesure de chaque thème sur un carroyage à double niveau :
 - niveau de comptage sur plus de 9 500 carreaux ;
 - niveau statistique sur 97 carreaux.
 - ➔ pour mettre en relation les composantes du milieu naturel avec celles de la production agricole calculées sur les 843 municipios, il faut rapporter ces dernières au carroyage.
- Domaines biogéographiques
 - ➔ après avoir placé le carroyage sur la carte originale, chaque carreau se voit affecter la valeur médiane des municipios lui appartenant.
 - ➔ un lissage permet d'apprécier la grande stabilité des configurations géographiques.
 - ➔ les ensembles de données se rapportant à la même maille, le carroyage, sont mis en relation par des modèles de régression multiple.


Pour aller plus loin...

- Appliquée aux cerrados du Brésil, cette méthode s'est montrée utile et assez facile à mettre en œuvre. Il serait intéressant de l'adapter à d'autres espaces afin d'en apprécier la robustesse.

FICHE n° 12		
Auteur : Sylvain BENOÎT, Mohamed HILAL, Sandrine TOUSSAINT		
Titre : La composition des chorèmes dans la modélisation graphique appliquée à la Bourgogne		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 1993	Langue : français
Article issu de <i>Mappemonde</i> 2 / 1993		
Résumé La modélisation graphique est un exercice complexe et périlleux. Définir les limites du « subjectif », éviter la simple superposition de distributions spatiales schématisées, sont autant d'impératifs auxquels le géographe doit faire face. Devant ces difficultés, une approche systématique, raisonnée et formalisée de la modélisation graphique a été privilégiée. Pour l'exemple bourguignon, la combinaison des grilles illustrant les structures et les dynamiques spatiales de six composantes élémentaires a permis d'obtenir un modèle semi-théorique qui a servi de base à la construction du modèle graphique final.		
Problématique • Saisir les structures et les dynamiques spatiales de l'espace bourguignon par la voie de la modélisation.		
Méthodologie • La formalisation par carroyage : ➔ ne peut se contenter d'une simple superposition graphique pour la composition du modèle final ; ➔ passer d'une représentation graphique et statique d'un phénomène à une représentation dynamique qui ne conserve pas les effets induits par chaque structure ➔ chaque unité du carroyage a été codée selon une échelle graduelle afin de faire ressortir les dynamiques internes propres à chaque composante ➔ formaliser la composition des structures élémentaires directement issues de la première chorémisation.		
Points positifs •	Points négatifs •	
Pour aller plus loin... •		

FICHE n° 13		
Auteur : Jean-Philippe ANTONI		
Titre : Urban Sprawl Modelling		
Sous-titre : A methodological approach	Date d'achèvement : 2001	Langue : anglais
Article issu de <i>Cybergeo: European Journal of Geography</i> , Dossiers, 12 th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography, Saint-Valéry-en-Caux, France, September 7-11, 2001.		
Résumé L'étalement urbain est généralement considéré comme peu profitable au développement des villes. Il associe plusieurs processus qui agissent simultanément et qui le rendent difficile à maîtriser. Sa modélisation apparaît alors comme un outil intéressant pour mieux le comprendre et pour simuler différents scénarii de développement utiles à l'aménagement. L'approche méthodologique présentée ici combine trois étapes. Chacune des étapes correspond à un modèle : la première quantifie l'étalement, la deuxième le localise et la troisième le différencie. Les trois étapes s'associent à une base de données spatio-temporelle qui utilise le carroyage pour stocker l'intégralité des informations nécessaires dans une couche SIG unique.		
Problématique • Modéliser le processus d'étalement urbain.		
Méthodologie Construire cette base de données permettra d'atteindre deux objectifs : • recueillir et stocker les données en tenant compte de l'étalement du processus échelle • développer un outil en vue de rechercher et d'analyser les données d'une manière spatio-temporelle Le traitement de la structure de données ➔ la collecte des données brutes • images satellites avec forte résolution spatiale sont très intéressantes • comparaison des cartes topographiques de 1955, 1975, 1995 ➔ le stockage de l'information • transformer les données spatiales en polygones ➔ carroyage en mailles carrées • le carroyage permet de considérer l'information géographique à l'intérieur des carreaux quelle que soit sa date et sa source • chaque carreau reçoit trois variables (C_{55}, C_{75}, C_{95}) • définition de la taille optimale des carreaux par : créer des cellules aussi petites que possible ; réduire leur nombre. ➔ thématiques et critères techniques pour parvenir à une échelle pertinente • Test de quatre tailles de carreaux : 200 m, 100 m, 50 m, 25 m. • 50 m semble le plus intéressant ➔ reprend la morphologie urbaine ; la grille de données permet de quantifier l'importance de chaque catégorie pour chaque date dans les carreaux de 50 m • Trois étapes pour la modélisation de l'étalement urbain : ➔ pour quantifier l'étalement urbain : un modèle de transition ➔ compter les cellules qui ont changé au cours des deux périodes. ➔ pour localiser l'étalement urbain : un modèle ➔ possibilité de prévoir les constructions en 2015. Cela suppose que : • l'expansion urbaine crée une interaction entre les nouveaux et les anciens espaces urbains qui peuvent être considérés comme des espaces complémentaires		

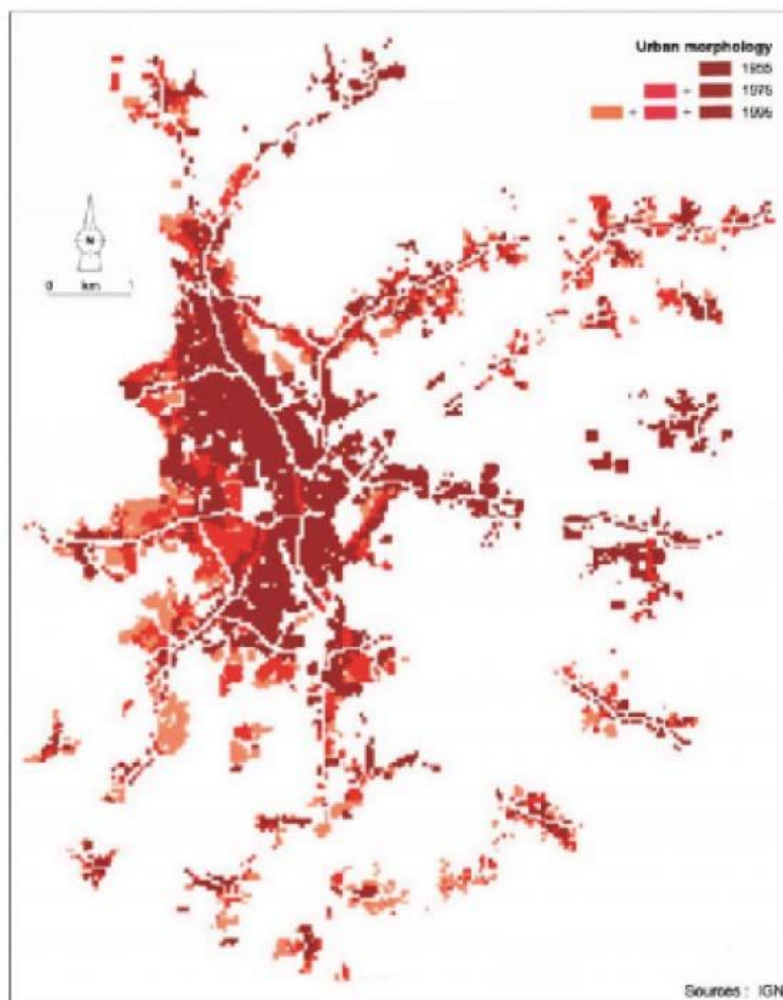
- l'expansion urbaine est fondée sur la réduction de la mathématique des distances entre les cellules concernées
- l'expansion urbaine favorise les meilleures solutions en testant toutes les possibilités de complémentarités et de distances

Points positifs

- Analyse diachronique.

Points négatifs

- Pas de possibilité de prévoir le type de construction : résidentielles, industrielles, commerciales...



<http://www.cybergeographie.eu/docannexe/image/4188/img-4.png>

Figure 4 : Evolution of the urban morphology

FICHE n° 14		
Auteur : Pierre VIGNÉ		
Titre : Observatoire Rouen Elbeuf		
Sous-titre : Extension et carroyage	Date d'achèvement : 1996	Langue : français
Article issu de <i>Mémoire de DEA.</i>		
Problématique • Mettre en place un carroyage sur l'aire de l'observatoire Rouen Elbeuf et ventiler des données de population de l'Insee à l'intérieur de celui-ci.		
Méthodologie • Technique employée pour mettre en place le carroyage sous ArcInfo PC : ➔ ventilation des données uniquement à l'intérieur des espaces à dominante d'habitat ➔ diminue les effets de lissage dans les vastes communes rurales ➔ besoin de trois couches : • couverture des îlots Insee • couverture des espaces à dominante d'habitat • couverture du carroyage au pas de 250 m ➔ intersection entre la population de l'îlot et les espaces bâtis ➔ les données population de l'Insee ne sont plus réparties qu'à l'intérieur des surfaces urbanisées. Les espaces considérés comme non bâtis n'ont aucune donnée de population ➔ croisement de la strate îlot/espaces habités avec la grille au pas de 250 m ➔ possibilité de calculer la contribution pour une case donnée : rapport de la surface habitée intersectée sur la surface totale habitée de l'îlot ➔ si un carreau intersecte plusieurs îlots : la somme des différentes valeurs est calculée.		

FICHE n° 15		
Auteur : Espon 3.4.3		
Titre : The Modifiable Areas Unit Problem		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 2006	Langue : anglais
Article issu de <i>The final results of a research project conducted within the framework of the Espon 2000-2006 programme, partly financed through the Interreg III Espon 2006 programme.</i>		
Problématique Le problème de l'unité des zones modifiables est reconnu depuis les années 1970. Le schéma cartographique de la distribution spatiale de variables ou le niveau de corrélation entre deux variables dans l'espace peut être complètement modifié en fonction du niveau d'agrégation des unités spatiales ou, plus généralement, de la grille de l'espace utilisé pour la collecte et la présentation de l'information spatiale. L'objectif de cette étude est donc de contribuer à l'amélioration de l'analyse spatiale dans les études de l'Orate et pour les recherches futures dans ce domaine.		
Méthodologie - NUTS 2 et NUTS 3 sont trop agrégés pour l'observation de phénomènes tels que la pauvreté ou la répartition de la population. - Le carroyage peut être utilisé avec la base de données NUTS 3 → difficulté de récupérer les données à un niveau plus précis. - Ventilation des données à partir du principe que la population est répartie de façon égale sur le territoire → faux, mais moindre importance vu la taille des NUTS 3 → trouver le maillage le plus adapté : réduire les erreurs d'estimation ; garder le maximum d'information sur les différences spatiales. → grille de 20 x 20 km n'est pas assez grande sauf dans certaines parties de l'Allemagne, la Belgique ou les Pays-Bas où les unités sont suffisamment petites. Mais même dans ces pays, la superficie moyenne des unités territoriales est de 700 à 800 km² ce qui représente plus que la taille des cellules (400 km²). → grille de 40 x 40 km → on commence à observer des processus de régularisation de la distribution dans les pays du nord de l'Europe occidentale. Mais cela ne suffit pas dans le reste de l'Europe. → grille de 80 x 80 km est probablement le meilleur compromis possible entre la conservation des différences spatiales et l'élimination des distorsions introduites par la conversion des unités territoriales du carroyage. La superficie des carreaux est le double de la taille moyenne des unités territoriales. → grille de 160 x 160 km → seules les principales différences spatiales restent visibles. - Méthode comme outil de maillage pour l'intégration des bases de données hétérogènes → deux domaines d'application : - carroyage comme solution pour l'harmonisation du temps de l'évolution des unités territoriales - carroyage comme solution pour l'harmonisation thématique et la combinaison de sources spatiales hétérogènes		
Points positifs - Outil à l'échelle européenne. - Diversité dans le choix de la taille de la maille.	Points négatifs - Principe d'équirépartition des variables. - Hétérogénéité de la taille des zonages territoriaux suivant les États.	

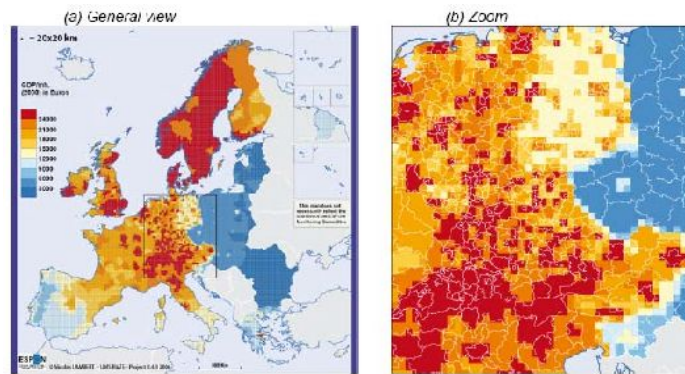


Figure 80 Gridding transformation of GDP/inh. 2000 (square 20 km)

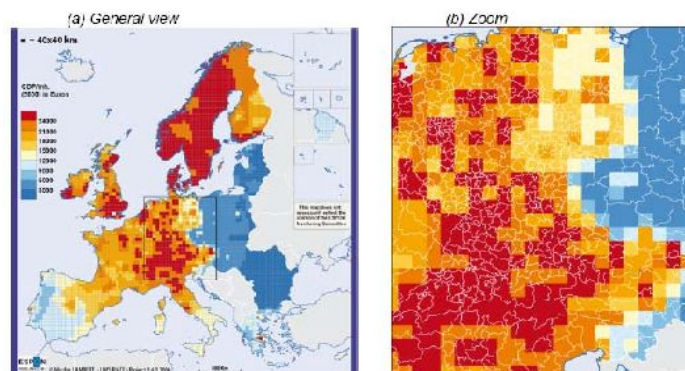


Figure 81 Gridding transformation of GDP/inh. 2000 (square 40 km)

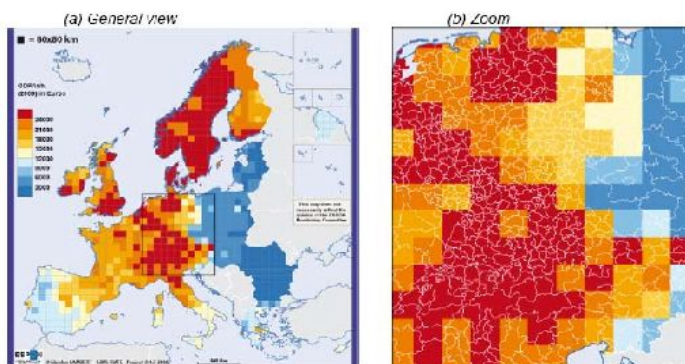


Figure 82 Gridding transformation of GDP/inh. 2000 (square 80 km)

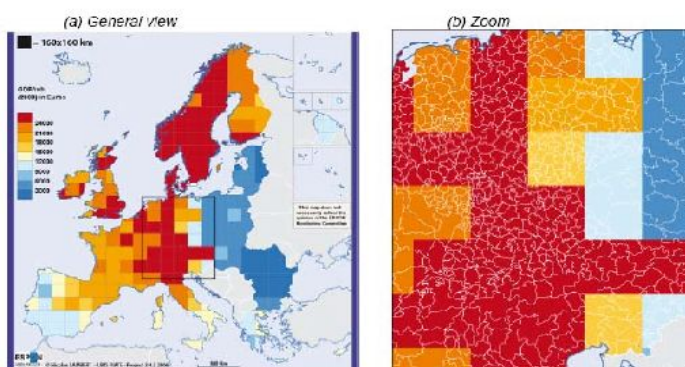
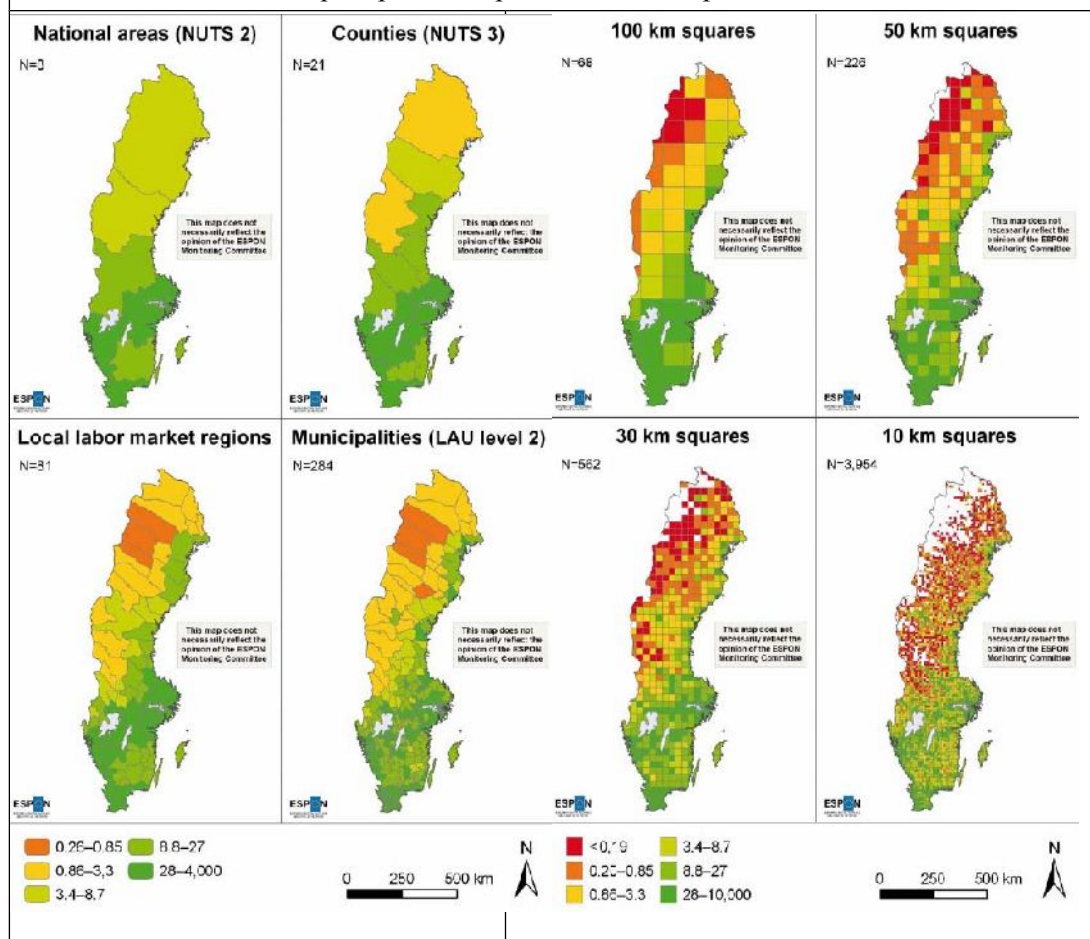


Figure 83 Gridding transformation of GDP/inh. 2000 (square 160 km)

Exemple de la Suède

- Les zones au bord des frontières sont découpées.
- Résolution de la grille :
 - carrés de 100 km
 - carrés de 50 km
 - carrés de 30 km
 - carrés de 10 km
- Zonages administratifs :
 - Régions (NUTS 2)
 - Comtés (NUTS 3)
 - Les zones d'emploi
 - Les municipalités
- La distribution des variables pour les carrés de 10 km est à la base de la classification de toutes les cartes.
- Les attributs des carrés de 10 km ont été divisés en six groupes avec un nombre égal de carrés dans chacun → peut poser des problèmes d'interprétation.



FICHE n° 16		
Auteur : Gilles LAJOIE, Patrice LANGLOIS		
Titre : Cartographie par carroyage des villes françaises		
Sous-titre : L'intégration spatiale et temporelle de données multi-sources pour une meilleure compréhension des dynamiques urbaines	Date d'achèvement : 1995	Langue : français
Article issu de <i>Rapport PSIG 1995 – GDR 1041 du CNRS « MIS-Cassini »</i>		
Problématique À la suite d'une enquête réalisée par B. Guesnier sur les besoins des chercheurs en données statistiques sur la ville, le PIR-Ville soulignait dans une récente lettre d'informations les difficultés rencontrées dans les recherches urbaines en relation avec les sources d'information. Parmi ces difficultés, on relève notamment l'absence d'harmonisation des données statistiques. En effet, la diversité des définitions retenues (champs couverts, période d'observation, activités...) pose le problème de l'intégration spatiale, temporelle et fonctionnelle des informations. Une autre difficulté majeure tient à l'hétérogénéité de forme et de taille, voire de définition, des entités urbaines étudiées, ce qui rend souvent impossible les comparaisons intra-urbaines et inter-urbaines. Ce projet constitue avant tout une première réponse méthodologique à ces difficultés puisqu'il s'agit de constituer une base de données par carroyage des vingt unités urbaines françaises de plus de 250 000 habitants (Paris excepté) permettant de résoudre conjointement : - la difficulté de l'intégration spatiale et temporelle grâce à la réalisation d'un maillage géométrique stable dans l'espace et le temps. - la difficulté à comparer des informations issues d'échelles variées grâce à l'adoption du même maillage pour toutes les unités urbaines (identité de calage, de projection et surtout définition spatiale identique – carreau de 500 mètres de côté).		
Objectifs • Objectifs généraux ➔ constituer une banque de données par carroyage pour les unités urbaines suivantes : • Lyon – Rouen • Marseille – Valenciennes • Lille – Cannes • Bordeaux – Nancy • Toulouse – Lens • Nice – Saint-Étienne • Nantes – Tours • Toulon – Béthune • Grenoble – Clermont-Ferrand • Strasbourg – Le Havre ➔ contenant les variables du RG90 ➔ une fois la banque de données constituée, la cartographie par carroyage permettra une analyse visuelle comparative immédiate puisque les vingt unités urbaines seront toutes dans le même cadre spatial : un carroyage au pas de 500 m. Ainsi, on aura résolu à la fois l'effet de texture du fond de carte administratif et l'hétérogénéité de taille et de forme des quartiers qui interdit généralement la réalisation de collection de cartes dans le domaine de la géographie intra-urbaine.		

- utilisation des outils d'analyse spatiale exploitant la structure matricielle de l'information (analyse de centralité, du voisinage, de la contiguïté, indice de Geary, corrélogrammes, variogrammes...)
- analyse des évolutions socio-spatiales dans les vingt unités urbaines prises en compte. Ces évolutions seront analysées en comparant les carroyages 1990 avec leurs correspondants pour 1982, notamment grâce aux outils de l'analyse spatiale évoqués plus avant.
- l'analyse diachronique de certaines distributions particulièrement éclairantes devrait permettre d'évaluer les phénomènes de rurbanisation ou de « gentrification », et plus généralement de mieux comprendre le développement des ségrégations socio-spatiales au sein des vingt premières unités urbaines françaises.
- Objectifs théoriques et informatiques
 - enrichir les algorithmes utilisés jusqu'à ce jour pour ventiler les données statistiques des quartiers vers les cases du carroyage
 - actuellement, utilisation d'un module du logiciel de cartographie automatique Edi-Cart qui permet le calcul de variables carroyées par transfert géométrique de données zonales. Dans l'état, on postule l'équirépartition spatiale de la variable qui a été recensée au sein d'une zone. Le problème est que cette équirépartition spatiale d'un phénomène dans l'espace géographique n'est évidemment pas la règle dans le cas qui nous intéresse → le milieu urbain se caractérise le plus souvent par une ségrégation socio-spatiale importante.
 - Si on rejette l'hypothèse d'équirépartition spatiale, il faut envisager une solution pour ventiler correctement les données.
 - déterminer les fonctions de densité de répartition et les variables qui s'y rattachent.
 - déterminer pour chacune des fonctions de densité les facteurs et un pourcentage optimal pour ventiler spatialement l'information → extraction de ces informations à partir des couches topographiques 1/25 000, des POS, par photo-interprétation, de mesures du type distance au centre-ville, distance aux zones de nuisance importante.
- Travaux réalisés, activités, résultats
 - traitement des variables du RG90.
 - production de carroyage sur la base d'une ventilation non sélective.
 - interprétation des cartes IGN 1/25 000 pour les vingt unités urbaines → réaliser une première couche d'information pour la réalisation des fonctions de densité de répartition assez générale.

FICHE n° 17		
Auteur : Nicolas GUERARD		
Titre : Expérimentation d'une base de données par carroyage		
Sous-titre : La localisation du système productif dans l'agglomération elbeuvienne	Date d'achèvement : 1992	Langue : français
Issu de <i>mémoire de maîtrise, université de Rouen.</i>		
Problématique Pendant la période 1954-1966, la Haute-Normandie est la région du Bassin parisien la plus influencée par le mouvement de décentralisation. Qu'en est-il 20 ans après ? Le phénomène de déconcentration sélective des activités rencontré en région parisienne est-il valable au niveau d'une métropole régionale ? Localisation du système productif métropolitain par la méthode du carroyage.		
Méthodologie I] La cartographie par carroyage du milieu urbain • Mise au point de l'outil ➔ Analyses comparatives dans le temps et l'espace sont difficiles car les îlots sont fréquemment modifiés : - 1968 : 2 380 îlots dans l'aire rouennaise ; - 1982 : 3 821 îlots. ➔ Pas de comparaisons possibles entre plusieurs métropoles. ➔ Pour cette étude : - agglomération de Rouen : zone de 24,5 km de côté, centrée sur la mairie de Rouen, recouverte d'un carroyage régulier de 9 604 cases ; - agglomération d'Elbeuf : zone de 16,25 km de long et 11,75 km large, recouverte d'un carroyage régulier de 3 055 cases (64 x 47). ➔ L'image cartographique donnée par le carroyage brut permet de gommer « l'effet visuel de la texture d'un fond de carte administratif ». Afin de retrouver le renseignement nécessaire à la bonne compréhension, un nombre d'objets linéaires et ponctuels seront surimposés au carroyage : le fleuve, les autoroutes et les voies à grande vitesse ainsi que les routes nationales les plus importantes. • Avantages du carroyage et précautions concernant les variables statistiques ➔ Matrice infiniment plus simple. ➔ Traitements mathématiques facilement réalisables : - indice de concentration ; - indice de dispersion autour d'un centre ; - fonction de la distance du centre. ➔ Variables qualitatives issues de la télédétection peuvent être traitées sans problème. ➔ Consultation et mise à jour des données facilitées par la structure matricielle des fichiers ➔ Mais des obligations à respecter : - nécessité d'une variable mesurable par rapport à la surface ; - uniformité de la répartition spatiale de la variable dans chaque zone. Ceci permet de calculer les valeurs des carreaux à partir des surfaces des intersections des zones et des carreaux.		

II] Ventilation des données statistiques par l'adresse

- La table d'adressage : conception et installation dans le logiciel SGDA
 - ➔ Table de passage qui va permettre de retrouver, pour chaque rue et tronçon de rue, le carreau qu'il traverse.
 - ➔ Chaque rue possède une ou plusieurs fiches en fonction du nombre de carreaux qu'elle occupe. Cette fiche comprend :
 - nom de la rue et numéro de carreaux correspondant ;
 - code Insee de la commune ;
 - code de voie ;
 - numéros de voies inférieures et supérieures ;
 - code carreau.
 - ➔ Transfert de la table de passage sur le logiciel SGDA.
- La cartographie des données
 - ➔ Réduire au maximum les différences de texte entre les adresses du fichier statistique et celles de la table de passage.

FICHE n° 18		
Auteur : Christine DELAHAYE		
Titre : Cartographie par carroyage des milieux urbains et péri-urbains		
Sous-titre : L'exemple du Grand Rouen	Date d'achèvement : 1987	Langue : français
Issu de <i>thèse de doctorat, université de Rouen.</i>		
Résumé L'urbanisation devient un phénomène constant, entraînant des transformations et mutations des espaces. Étudier la ville à grande échelle, de même qu'évaluer les interactions entre le monde urbain et le milieu rural, semble de plus en plus nécessaire pour appréhender ces changements. L'application d'un quadrillage sur ces deux types de lieux, carroyage stable dans le temps et dans l'espace, permet de s'affranchir des limites administratives dont la définition spatiale fluctue au cours d'une longue période. Cette analyse des milieux par cartes simplifiées en grille géométrique montre que le site a influencé le déploiement des espaces urbanisés. La conquête péri-urbaine suit des voies préférentielles et s'accompagne d'une déstabilisation dans la composition de la population, les espaces d'urbanisation ancienne connaissant eux une ségrégation.		
Problématique • Pourquoi choisir de s'affranchir du cadre existant et de créer un système de carroyage ? • Mise en place de la méthode de carroyage. • Montrer les possibilités de cette nouvelle base d'analyse des milieux en présentant quelques résultats obtenus par cette approche différente.		
Méthodologie I] Le quadrillage • Méthode utilisée ➔ Pas de carroyage de 500 m. ➔ On obtient des individus géographiques stables dans l'espace et dans le temps. • Les défauts et les atouts du carroyage ➔ Les inconvénients du carroyage : - perte du dessin de la ville ; - détermination arbitraire du pas de carroyage. ➔ Les avantages du carroyage : - création d'une entité stable autorisant réellement la comparaison dans le temps et dans l'espace ; - utilisation de statistiques officielles laissant à l'utilisateur le choix du découpage spatial ; - possibilité d'obtenir une analyse fine des milieux en utilisant des données dont la collecte est de niveau infra-communal ; - adjonction, aux éléments de structure liés au recensement de la population, de données d'ordre physique dont les répartitions sont indépendantes de toutes limites administratives ; - élaboration de cartes simplifiées des milieux urbains et péri-urbains facilement manipulables. • Les objectifs de l'étude : ➔ obtenir une cartographie simultanée des milieux urbains et péri-urbains ; ➔ obtenir une comparabilité sur une longue période de ces milieux ; ➔ élaboration d'une planche de l'atlas de France du GIP Reclus.		

II] La mise en œuvre du quadrillage

- L'accomplissement technique de la grille
 - ➔ Les espaces géographiques : constitution des fonds de carte ➔ espaces géographiques saisis au digitaliseur avec le logiciel EdiCart.
 - ➔ Identification des espaces.
 - ➔ La constitution de la nouvelle banque.
- Les effets du quadrillage
 - ➔ Nouveaux individus comparables.
 - ➔ Banque non figée.
 - ➔ Lissage des données.
 - ➔ Perte de l'effet de surface.

FICHE n° 19		
Auteur : Edwige DUBOS-PAILLARD, Yves GUERMOND, Patrice LANGLOIS		
Titre : Analyse de l'évolution urbaine par automate cellulaire		
Sous-titre : Le modèle SpaCelle	Date d'achèvement : 2003	Langue : français
Article issu de <i>Espace Géographique</i> 2003 – 4 (tome 32), p. 357-378.		
Résumé Le travail présenté repose sur l'idée selon laquelle la croissance urbaine, mais aussi de nombreux autres processus géographiques, peuvent s'expliquer par des règles spatiales simples, formulées à partir de nos connaissances empiriques mais néanmoins explicatives de la dynamique spatiale si elles résultent de la pratique sociale. L'automate cellulaire SpaCelle est construit sur un paradigme très général, qui déborde du cadre de la modélisation urbaine, celui de la concurrence spatiale entre diverses sous-populations cellulaires en interaction avec leur environnement. Chaque individu cellulaire utilise sa force vitale qui varie de sa naissance à sa mort pour résister aux forces environnementales résultant des individus voisins agissant dans des auroles de plus en plus large autour de lui. Le logiciel, basé sur ce principe général, doit être alimenté par l'utilisateur à travers une base de connaissances, constituée de différentes bases d'états cellulaires, des règles de vie et de mort des individus, ainsi que des règles de transition. La disposition des cellules peut être importée depuis un grid ArcView ou saisi directement. La pertinence géographique de ce modèle a été testée à travers une expérimentation concernant les règles d'évolution de l'espace urbain de Rouen pendant les cinquante dernières années. Les résultats sont très proches de la situation observée, validant ainsi le modèle général et la base de règles pour l'agglomération rouennaise.		
Définition de SpaCelle Automate cellulaire à espace-temps-état discrets, basé sur un découpage régulier de l'espace en cellules carrées ou hexagonales. Son fonctionnement est défini par l'utilisateur qui introduit les règles de durée de vie et de transition des états dans une base de connaissances. Les règles traduisent les « formes environnementales » qui agissent sur chaque cellule depuis des voisinages en auroles centrées sur elle. Tant que la force de vie de la cellule est plus forte que les forces environnementales, elle se conserve, sinon elle transite dans l'état correspondant à la règle générant la plus grande force. L'utilisateur manipule pour cela un langage lui permettant de traduire ses connaissances sans passer par une formalisation sous forme d'équations. Il a été testé avec succès pour simuler l'évolution urbaine de l'agglomération rouennaise durant les 50 dernières années.		
Méthodologie • Le cadre général de réflexion : une « nouvelle posture » de modélisation ➔ La puissance des ordinateurs facilite l'émergence de méthodes de simulation de l'évolution urbaine ➔ L'idée de base de ce travail repose sur la mise en œuvre d'un système à base de connaissances empiriques, permettant au modélisateur d'expérimenter virtuellement, pour voir quel est le résultat spatial de tel ensemble de règles, ses conséquences dans le temps, lui donnant ainsi une possibilité de valider ses hypothèses, de modifier ou confirmer ses idées sur le fonctionnement de la ville ou de tout autre espace. ➔ Objectifs : - construire un logiciel permettant de fournir un cadre général de modélisation pour la simulation de processus spatiaux complexes ; - faire fonctionner ce système dans un contexte géographique et voir s'il permet valablement d'expliquer un phénomène comme celui de l'évolution urbaine. • La notion d'automate cellulaire ➔ Interconnexion dans un espace donné d'un ensemble d'automates à nombre fini d'états, cette notion a été introduite par les mathématiciens Ulam puis J. von Neumann (1961).		

- Application à l'espace rouennais
 - ➔ Mise en place du SIG des situations observées de 1950 à 1994 :
 - numérisation de l'occupation des sols ;
 - construction d'un carroyage précis doté de mailles de 150 m de côté ;
 - l'état de chaque cellule a été défini en fonction de l'occupation prépondérante, excepté lorsque la cellule contient un élément linéaire qui prévaut sur les modes d'occupation surfaciques ;
 - le grid donne un domaine d'étude de 121 lignes et 127 colonnes (15 367 carreaux pour un domaine de 345 km²).
 - ➔ Analyse de l'évolution de l'espace rouennais.

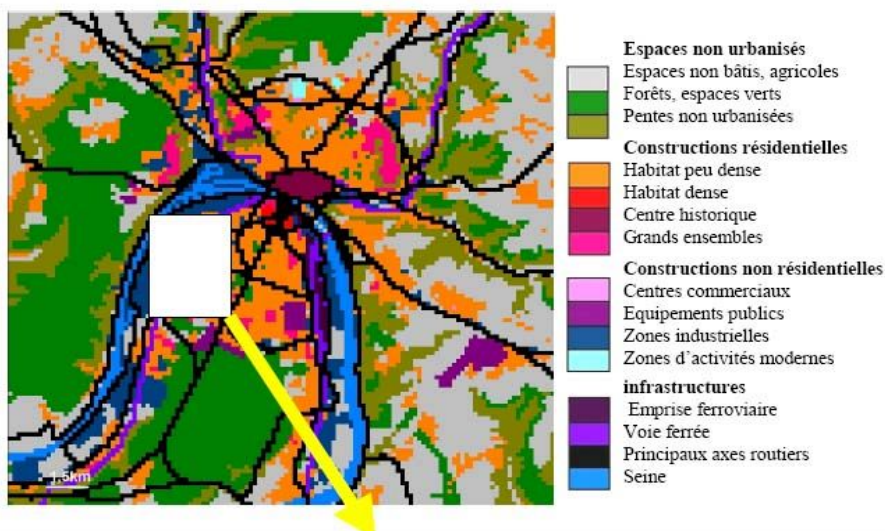
Points positifs

- Les programmes de simulation sont avant tout un outil de vérification de la justesse d'un raisonnement. En ce sens, ils remplacent l'expérimentation des sciences biologiques ou chimiques, en permettant de tester l'effet de diverses hypothèses prises séparément.

Points négatifs

-

Cartes 5: Un exemple détaillé : la rive gauche Ouest



1950 Situation réelle



1994 situation simulée



1994 situation réelle



Pour aller plus loin...

- Le principe du modèle SpaCelle est adapté aussi bien à l'évolution urbaine qu'au traitement de l'évolution paysagère en général, aux simulations environnementales, aux études d'impact de risques technologiques, etc. Les perspectives de recherche ainsi offertes ont un large champ d'application, aussi bien en géographie humaine qu'en géographie physique.

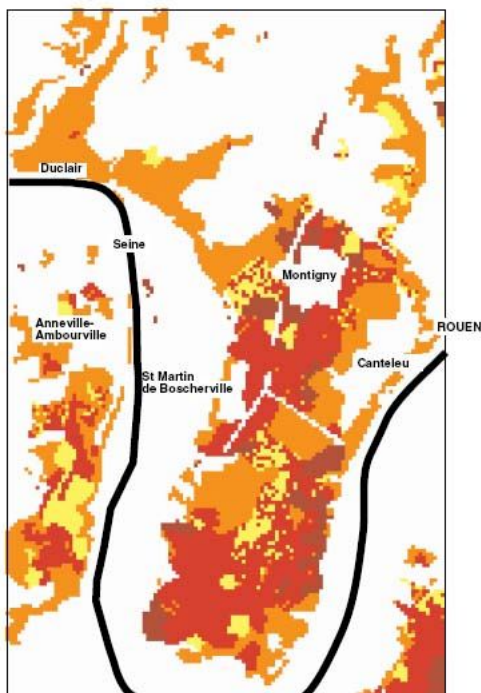
FICHE n° 20		
Auteur : Joël BOULIER		
Titre : Vers une nouvelle cartographie des formations forestières		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 1998	Langue : français
Article issu de <i>Mappemonde</i> , n° 49, 1998.1		
Résumé Pour affranchir les utilisateurs des contraintes d'échelle liées à la collecte des données sur les forêts, l'auteur présente une méthode originale d'extrapolation spatiale des données ponctuelles sous contrôle des images satellitaires, ce qui permet l'élaboration d'un atlas forestier dynamique et d'une base de données géographiques forestières pertinentes.		
Problématique Les données ponctuelles ne permettent pas d'établir une cartographie spatialement continue des résultats d'inventaire et les données n'offrent pas une résolution temporelle suffisamment fine pour permettre une cartographie précise de la ressource forestière et de son évolution. Pour combler cette lacune, l'auteur a mis au point une méthode d'extrapolation spatiale de données ponctuelles, sous contrôle de l'imagerie satellitaire.		
Méthodologie - Principes de la méthode : → connaître la valeur d'une variable dendrométrique pour tout carreau d'une zone géographique carroyée à l'hectare ; → pour chaque individu, on dispose de la valeur de cette variable et d'informations de type radiométrique. Il s'agit alors de comparer un carreau inconnu avec l'ensemble des points-échantillons : le carreau inconnu prendra la valeur du point-échantillon auquel il « ressemble » le plus, selon les valeurs radiométriques des pixels qui la composent. - Étapes de la méthode : → toutes les données géographiques sont recalées dans un même référentiel ; → un plan-image, servant de guide d'extrapolation, est construit par combinaison d'images satellites, de manière à ce que le pouvoir différentiel de la signature spectrale des échantillons soit optimal pour les classes forestières étudiées ; → chaque point-échantillon est constitué de plusieurs pixels issus de ce plan-guide et forme un carreau d'un hectare ; → chaque ensemble de pixels est représenté dans un espace à n dimensions, de manière à représenter le mieux possible l'information radiométrique contenue dans chaque carreau ; → on construit une distance entre individus et une dissimilarité entre groupes, afin de comparer les comportements radiométriques des individus ; → on regarde alors si les points-échantillons sont plus proches des autres individus de leur propre classe que de ceux d'une autre classe ; dans le cas contraire, tout point-échantillon litigieux est rejeté ; → les points alors conservés forment l'ensemble d'apprentissage et serviront à la classification finale de l'ensemble des éléments de la zone, régulièrement carroyée à l'hectare ; → les valeurs radiométriques de tout carreau « inconnu » du carroyage sont relevées et représentées de la même manière que celles des points-échantillons ; → on regarde alors, pour tout carreau, la classe la plus proche, au regard de l'ensemble d'apprentissage. Chaque carreau se voit ainsi attribuer une valeur unique relative à la variable étudiée ; → les résultats obtenus sont ensuite validés sur le terrain, d'une part, par une étude de cohérence en les confrontant aux données initiales de l'IFN et de l'ONF et, d'autre part, en réalisant des transects le long desquels toutes les variables étudiées sont réellement mesurées.		

Points positifs

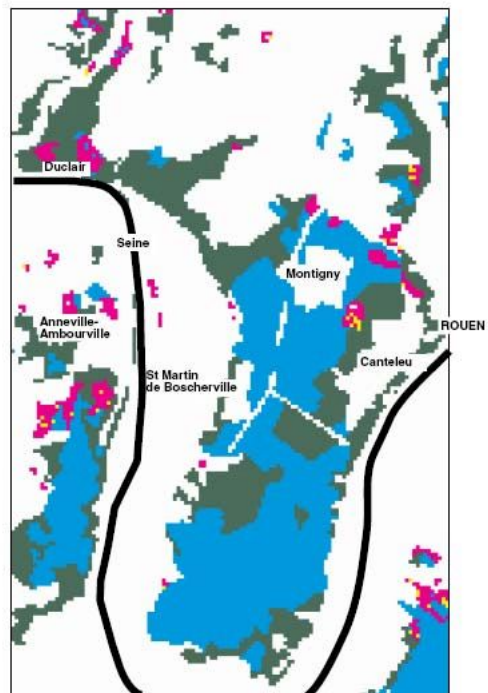
- Validation terrain, qui prend du temps, mais qui permet de proposer une cartographie fiable.

Points négatifs

- Déduction à partir d'image satellitaire.

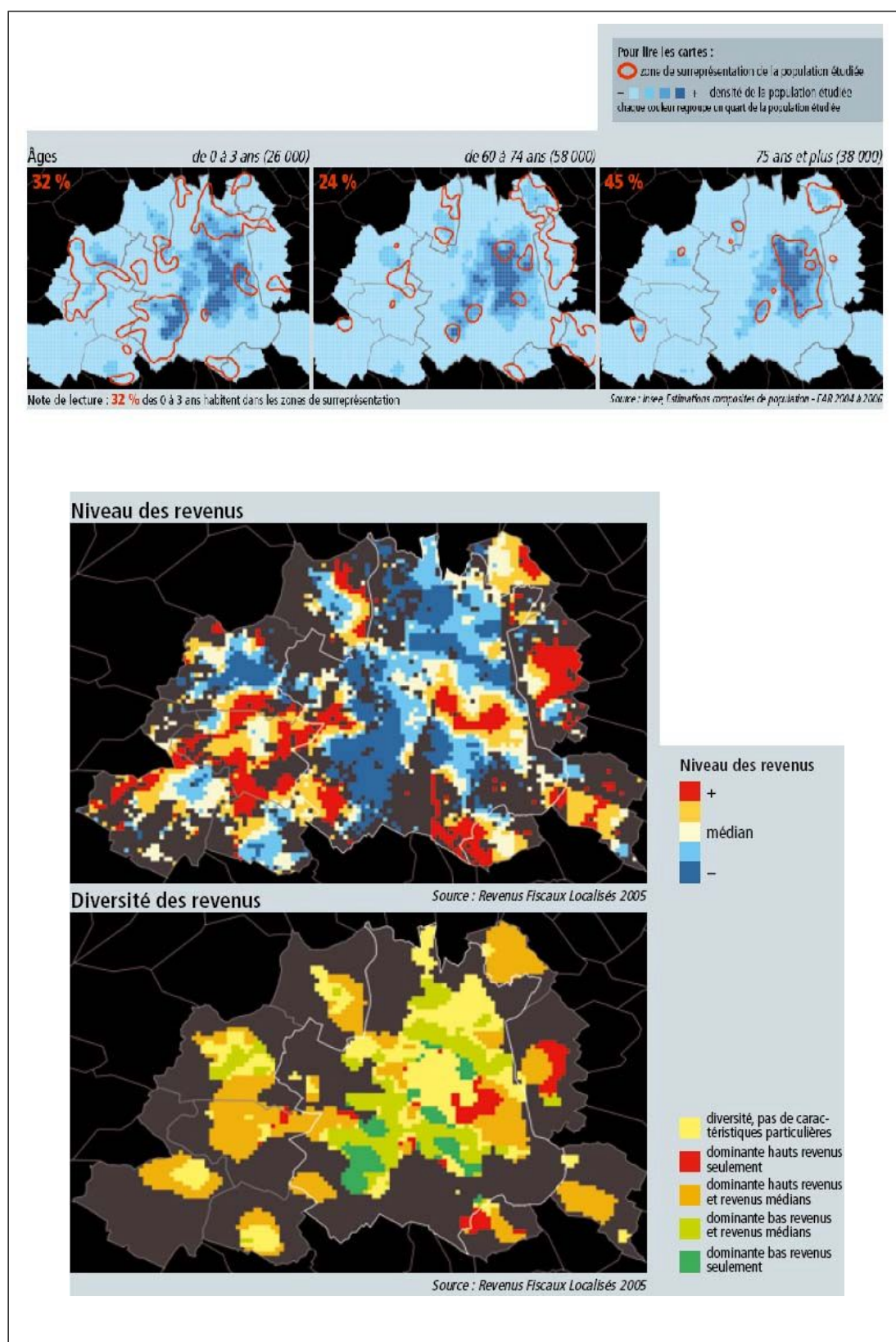


1. Forêt de Roumare (Seine-Maritime) :
classes de volume à l'hectare

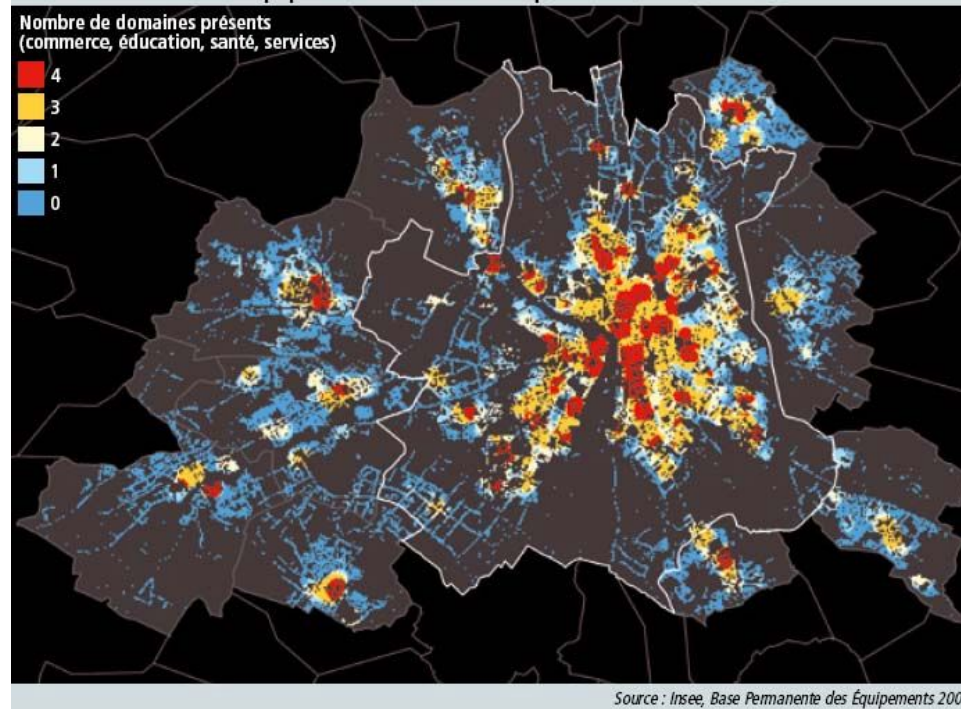


2. Forêt de Roumare (Seine-Maritime) :
structure forestière

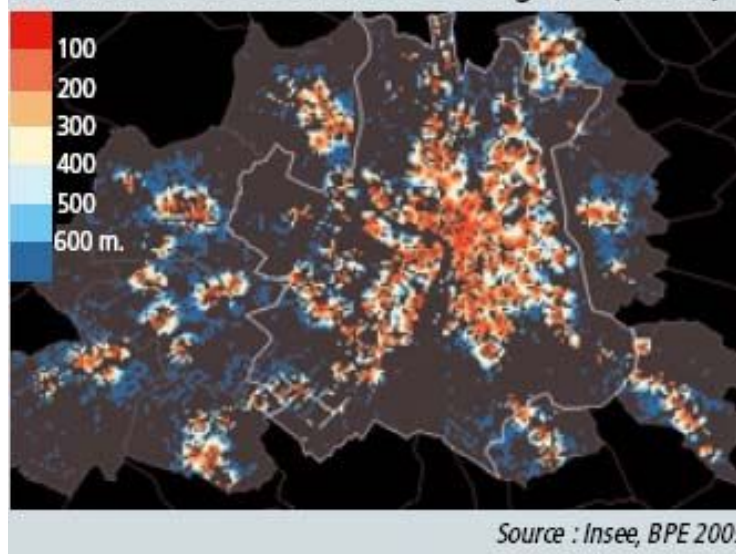
FICHE n° 21		
Auteur : INSEE		
Titre : Les signes de la diversité toulousaine		
Sous-titre :	Date d'achèvement : novembre 2008	Langue : français
Article issu de <i>Perspectives Villes</i> , n° 115.		
Résumé Les nombreuses informations mobilisées dans cette étude ne portent pas sur des zonages habituels (commune, quartier) mais sur un maillage continu du territoire formé de carreaux. Elles sont issues des fichiers administratifs ou des enquêtes du recensement. En caractérisant des zones en fonction de l'intensité d'un phénomène (par exemple, forte proportion de personnes âgées ou de familles monoparentales), les cartes présentées dans le document permettent de mesurer les disparités territoriales. Le périmètre d'étude se compose de Toulouse et de communes limitrophes de plus de 10 000 habitants : Balma, Blagnac, Colomiers, Cugnaux, Plaisance-du-Touch, Ramonville-Saint-Agne, Saint-Orens-de-Gamenville, Tournefeuille et L'Union.		
Problématique • État des lieux « social » de l'aire urbaine de Toulouse		
Méthodologie • Cartes « Âges » ➔ données issues en partie des enquêtes annuelles de recensement et portant sur la population des ménages : excluent les populations vivant dans les communautés (maisons de retraite, cités U, casernes...). ➔ données localisées sur un carroyage de 300 m puis lissées ➔ c'est-à-dire que l'information d'un carreau est répartie sur son voisinage, afin de faire ressortir des zones homogènes. ➔ données cartographiées selon quatre classes de densité de population • Cartes « Revenus » ➔ carreau de 200 m de côté ➔ calcul d'un revenu moyen par unité de consommation des ménages résidents à partir des déclarations de revenus fiscaux et de la taxe d'habitation ➔ carte lissée • Cartes « Équipements et services » ➔ carroyage de 50 m ➔ on retient pour définir les pôles les carreaux situés dans un rayon de 300 m et comportant au moins deux types d'équipements pour les domaines « Santé » et « Services » • Cartes « Pôles d'emploi » ➔ pôles d'emploi constitués grâce à un algorithme d'agrégation des effectifs salariés autour des carreaux à plus forte densité d'emplois ➔ carroyage de 100 m		
Points positifs : • Variation de la maille suivant le domaine d'étude. • Permet l'analyse des continuités sociales et urbaines, mais également les ruptures.		Points négatifs : • Comment se fait la ventilation des données ? • Variation de la maille empêche la transposabilité

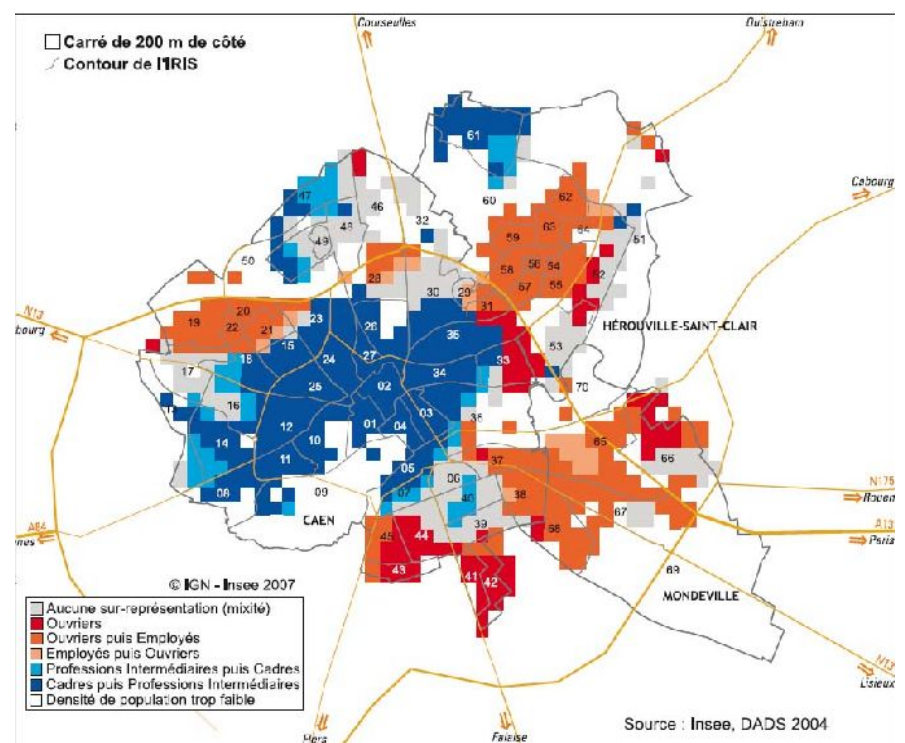


Diversité de l'offre en équipements et services de proximité



Distance d'accès à une boulangerie (en m.)



FICHE n° 22		
Auteur : DDE Calvados, INSEE		
Titre : Les quartiers caennais à l'aune de la profession de leurs habitants		
Sous-titre :	Date d'achèvement : avril 2008	Langue : français
Article issu de <i>epourcent Basse-Normandie</i> , n° 7, avril 2008.		
Résumé Que l'on soit cadre, employé ou ouvrier, le choix de son logement ne dépend pas des mêmes critères ou ne subit pas les mêmes contraintes. Ainsi, les uns et les autres ne se localisent-ils pas forcément dans les mêmes quartiers. Regard sur la situation dans l'agglomération caennaise.		
Problématique • Cartographier la ségrégation résidentielle.		
Méthodologie → Ensemble urbain fait l'objet d'un carroyage. → Sur chacun des carreaux de 200 m de côté, une densité de probabilité de présence pour l'ensemble des salariés est estimée à partir des données observées sur le carreau et dans son voisinage. → Il y a sur-représentation d'une catégorie lorsque sa densité de probabilité de présence est supérieure à celle de l'ensemble des salariés. → Les zones où aucune forme de sur-représentation clairement définie ne peut-être identifiée est qualifiée de mixte. Le lissage obtenu en prenant en compte les informations non seulement en un point, mais dans son voisinage permet d'avoir une représentation simplifiée et lisible de la ségrégation. Les zones qui restent en blanc sont celles où la population n'est pas assez importante pour produire des estimations fiables.		
Points positifs • Constitution d'une typologie assez simple. • Permet d'esquisser une géographie de quartiers.		Points négatifs • S'applique à des communes dont la localisation fine des informations est possible.
 □ Carré de 200 m de côté / Contour de l'IRIS © IGN - Insee 2007 Source : Insee, DADS 2004 Legende : - Aucune sur-représentation (mixité) - Ouvriers - Ouvriers puis Employés - Employés puis Ouvriers - Professions Intermédiaires puis Cadres - Cadres puis Professions Intermédiaires - Densité de population trop faible Communes voisines : Gousseulles, Ouistreham, Cabourg, Radeau, Puits, Lisieux, Falaise, Méz, Arques, Bourneville, Hérouville-Saint-Clair, Mondeville.		

FICHE n° 23		
Auteur : CERTU, DGUHC, FNAU, INSEE		
Titre : Outils et méthodes pour l'infracommunal		
Sous-titre :	Date d'achèvement : octobre 2003	Langue : français
Issu de <i>Actes du séminaire de l'observation urbaine du 30 octobre 2003</i>		
Problématique • De la maille au bâti : avantages et inconvénients pour l'analyse infra-urbaine.		
Compte-rendu ➔ Étude sur la qualité de vie quotidienne ➔ recours à différentes approches pour aboutir à un espace de compromis ➔ test de différents découpages et diverses méthodes d'analyse, comme les découpages statistiques traditionnels et la méthode du carroyage pour construire un terrain d'étude structuré autour du référentiel bâti et de son unité de voisinage. ➔ Le but est alors : - de répondre aux préoccupations de la problématique de la qualité de vie quotidienne ; - de travailler sur des terrains d'étude sensés, cohérents et statistiquement viables ; - d'aboutir à l'identification d'un espace de compromis capable de rendre compte de la complémentarité des méthodes d'analyse. • Inadaptabilité du découpage statistique à certaines problématiques urbaines ➔ Le découpage qui s'impose souvent et de manière presque naturelle à l'analyse urbaine correspond d'abord à la délimitation statistique mise en place par l'Insee. ➔ Avantages : - rôle de dénombrement ; - vivier de données statistiques ; - exhaustivité, richesse et finesse des données disponible à cette échelle font de ce découpage un outil indéniablement performant pour les connaissances et les réflexions intra-urbaines et permettent surtout la comparabilité des sources d'information. ➔ Inconvénients : - son usage doit être adapté à la problématique abordée ; - découpage statistique largement déterminé par le poids démographique ; - découpages inadaptés aux enjeux de proximité et ne prenant pas en compte les problématiques de la vie quotidienne, tels le commerce, le bruit, les équipements scolaires, les transports en commun, la gestion des déchets ou la gestion des espaces publics. ➔ Orientations : - usage de ce découpage statistique préétabli tel que proposé par les Iris 2000 s'avère inadapté à l'approche de la qualité de vie quotidienne et peut même constituer une gêne à l'analyse de cette problématique ; - chercher une maille de compromis permettant la complémentarité entre la disponibilité statistique et la pertinence des unités spatiales utilisées. • La maille, une alternative limitée ➔ Avantages : - espace découpé de manière arbitraire en maille dont la forme peut varier et suivant une grille orthonormée dont le pas est défini en fonction de la problématique et des objectifs du traitement ;		

- abstraction complète du territoire et permet de s'affranchir d'un certain nombre de biais induits par les découpages statistiques.

➔ Inconvénients :

- définition de la maille reste un élément à la fois déterminant et problématique dans l'étude de la répartition d'un phénomène dans l'espace ;
- maille trop étendue ➔ aplanissement généralisé des données ;
- perte d'information si le nombre de maille = 1 et décroît linéairement avec l'augmentation du nombre de mailles. La difficulté réside donc dans le choix du nombre de mailles ;
- celui-ci doit être le plus adapté au phénomène étudié pour minimiser la perte d'informations ;
- impossible d'avoir un pas unique compatible avec tous les thèmes de l'étude ;
- selon le choix de la localisation du maillage, la distribution des éléments peut largement varier ;
- rendus cartographiques produits grâce au carroyage ont été jugés trop abstraits pour une analyse fine de la ville ➔ la structure urbaine n'est plus reconnaissable, ce qui rend l'interprétation visuelle des phénomènes difficiles.

➔ Orientations :

- la maille ne peut répondre aux exigences d'une approche intra-urbaine ;
- trouver un maillage permettant de mener à bien des analyses multicritères tout en préservant une bonne lecture de la structure urbaine.

FICHE n° 24		
Auteur : Gilles LAJOIE		
Titre : Analyse de l'environnement urbain		
Sous-titre : Exploitation du carroyage pour la statistique spatiale	Date d'achèvement : décembre 1989	Langue : français
Issu de <i>Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat nouveau régime, université de Rouen.</i>		
Méthodologie I] Le traitement des données par carroyage • Les maillages géographiques comme outils d'analyse spatiale ➔ trois inconvénients majeurs de la maille : • la surface de l'unité spatiale de base, et donc la définition du maillage, demeure un élément déterminant dans l'étude de la distribution d'un phénomène dans l'espace ; • la localisation du maillage sur le semis de points considérés ; • la distribution de fréquences du semis de points qui ne le renseigne pas totalement sur la distribution géographique de ces phénomènes sur leurs situations en <i>x</i> et en <i>y</i> dans le plan d'étude. • L'esprit de la méthode du carroyage et ses avantages pour l'analyse géographique ➔ Découpage neutre en l'absence de partition. ➔ Étude de certains phénomènes qui échappent à toute partition de l'espace, ou tout du moins pour lesquels aucune partition administrative particulière ne s'impose à la raison. ➔ Priorité à l'information et à sa localisation spatiale. ➔ La partition administrative de l'espace gêne considérablement pour la compréhension du « message cartographique ». ➔ Caractère expressif du résultat graphique obtenu par la technique du carroyage. ➔ Solution méthodologique : • si les cases du carroyage ont des aires proches des unités de collecte initiales quelles qu'elles soient, il est possible d'affecter directement la valeur relevée dans la zone au carreau qui lui correspond ; • si l'aire de la case est inférieure à celle de la zone, on affectera la valeur relevée dans la zone à tous les carreaux qui la recouvrent ; • si l'aire de la case est supérieure à celle de la zone, on affectera à la case considérée la moyenne des valeurs des zones qui la composent ; • s'il y a intersection d'une case avec deux zones connexes, on pourra soit affecter celle-ci à une des deux zones de façon arbitraire, soit prendre en compte la moyenne des deux zones ; • exemple d'une méthode plus complexe mais plus satisfaisante (P. Haggett, utilisée dans une analyse des densités de population dans les grandes plaines des États-Unis ; A. Robinson, J. Lindberg et L. Brinkman, 1961) ➔ établir une correspondance entre la surface des hexagones constituant le carroyage et les unités administratives de base qui constituent les comtés : la ventilation des données repose alors sur le calcul de surface du polygone d'intersection entre un comté et un hexagone, ce dernier se voyant affecter une fraction de la variable ventilée proportionnellement à l'espace qu'il recouvre sur le comté. ➔ Avantages spécifiques à l'analyse urbaine : • villes et périphéries urbaines ;		

- partition spatiale et analyse des évolutions ;
 - étude comparative des espaces urbains.
- L'adaptation de la technique aux manipulations de l'information spatiale
 - ➔ Économie de moyens.
 - ➔ La structure matricielle du carroyage se prête remarquablement à la panoplie des traitements mathématiques.
 - ➔ Possibilité de mettre en avant une fonction sélective ➔ passage de 26 à 4 classes.
 - ➔ Possibilité de synthétiser plusieurs informations.
 - ➔ Possibilité d'anamorphose et d'intégrer la vue 3D.
- La perte d'informations qualitatives et quantitatives
 - ➔ Perte du maillage territorial administratif.
 - ➔ Il faut différencier les limites « reconnues » et « méconnues ».
 - ➔ Les données doivent être mesurables par rapport à l'espace : il doit s'agir de variables quantitatives pouvant être exprimées sous la forme d'une densité.
 - ➔ évaluation du défaut de variance :
 - intersection de deux partitions de l'espace ;
 - égalité des densités moyennes ;
 - rapport des valeurs moyennes ;
 - variance et finesse du carroyage.
- Les grands types de réalisation du carroyage
 - ➔ Le carroyage du GIP Reclus calé sur le repère Lambert II étendu :
 - coordination des expériences de plusieurs universités du réseau (Paris, Montpellier, Besançon, Strasbourg et Rouen) pour parvenir à un carroyage national au pas de 10 km, calé sur un repère Lambert II étendu, choisi en accord avec l'IGN.
 - ➔ Le carroyage en milligrades de l'inventaire du patrimoine naturel :
 - banque de données Fauna – Flora ;
 - unique carroyage cartographié sur certaines cartes à moyenne échelle.
 - ➔ Les carroyages étrangers « orientés MOS » :
 - organisme d'étude et d'aménagement de la Ruhr (SVR) ➔ suivi de l'occupation des sols : cartographie traditionnelle au 1/25 000 et carroyage kilométrique ;
 - Stanka (Brême) ➔ gestion des espaces urbains : carroyages aux pas de 10 ou 20 m ;
 - Cluster ➔ suivi de l'occupation des sols : 50 x 50 m ;
 - Suisse : comparer la planification prévisionnelle et la réalité-terrain, en matière d'occupation des sols ;
 - Geographical Survey Institute (GSI) du Japon ➔ gestion de l'occupation du sol ;
 - Suède : mise en place d'un vaste système de gestion des informations relatives à l'utilisation du sol et des données socio-économiques ➔ carrés de 100 x 100 m qui ont une existence réelle sur le terrain : unités administratives homogènes répertoriées dans tous les livres municipaux de Suède, où sont indiqués pour chaque ménage : le type de logement, les informations démographiques, socio-démographiques...
 - Unique initiative internationale d'un système de collecte des données par carroyage lancée en 1977 par la Commission des communautés européennes ➔ carroyage kilométrique avec les principales caractéristiques de chacune des cases : MOS, attributs écologiques, aptitudes socio-économiques actuelles et potentielles.

II] L'expérience rouennaise

- La mise au point du système
 - ➔ Carré de 24,5 km de côté centré sur l'hôtel de ville de Rouen.
 - ➔ Transfert des données de la carte choroplèthe vers le carroyage grâce à l'algorithme du « clipping » zonal ➔ principe de « contribution » d'une zone à un carreau.
 - ➔ Ventilation des données sur ce principe de contribution.
 - ➔ Détermination des rectangles circonscrits pour gagner du temps machine.
 - ➔ L'information géographique est stockée sous la forme d'une matrice.
 - ➔ Passage d'un pas de 500 m à un pas de 250 m.
 - ➔ Postulat d'équirépartition faux en zone rurale ➔ les quantités à ventiler étant relatives aux habitants de la zone de départ, il est possible d'envisager une ventilation sélective ne s'affectant que sur les carreaux couvrant la zone habitée de la commune
 - ➔ relevé des cases habitées grâce à un plan 1/25 000 de l'IGN.
- L'apport de la télédétection satellitaire
 - ➔ Étude de quelques échantillons spatiaux présentant des zones végétalisées facilement identifiables.
 - ➔ Intégrer l'information géographique relative au degré de « verdurisation » de l'espace au sein de la base de données par carroyage.
 - ➔ Image monospectrale traduite en niveaux de gris ➔ cette image précisément calée sur le carroyage 50 x 50 révèle l'étendue des zones végétalisées à forte réflectance.
- Analyse et modélisation des données carroyées
 - ➔ Forte adaptation du carroyage à l'analyse des évolutions.
 - ➔ Validité de l'information carroyée ➔ possibilité d'ACP et de CAH.

FICHE n° 25		
Auteur : Gilles LAJOIE		
Titre : Du maillage territorial au carroyage		
Sous-titre : Problématique de la désagrégation d'informations zonales	Date d'achèvement : 1998	Langue : français
Article issu de <i>Bulletin du Comité français de cartographie</i> , n° 158, p. 5-15.		
Problématique - Faire un point sur la notion de carroyage. - Illustrer à l'aide d'exemples de nouvelles pistes de recherche pour la désagrégation de données zonales.		
Méthodologie - La méthode du carroyage ➔ Méthode particulière couvrant la production des données (par recensement ou par transfert géométrique), leur stockage, leurs traitements et enfin leurs représentations statistiques et/ou cartographiques. « L'option cartographie par carroyage » et ses risques ➔ Carroyages résultent de désagrégation de l'information géographique de base contenue dans des unités spatiales de collectes souvent irrégulières (zonages administratifs) vers un maillage géométrique appelé par convention carroyage. ➔ Le choix du maillage géométrique n'est pas offert et le carroyage se compose invariablement de carrés égaux. Pourquoi pas de triangles, de rectangles, d'hexagones... ? ➔ Quid de l'origine et de l'orientation des mailles ? ➔ Le choix du pas pose cependant le principal problème : • maille trop grande ➔ lissage des données ➔ appauvrissement de l'information géographique ; • maille très fine ➔ émiettement de l'information géographique. ➔ Disparition des limites géographiques. - Principes mathématiques du transfert et localisation de l'information géographique ➔ Hypothèse d'équirépartition : méthode de « clipping » zonal ➔ transmission vers le carreau. ➔ Si on sait que la densité du phénomène est variable sur la zone et que cette variation est mesurable, on peut alors préciser géographiquement l'ampleur du transfert en établissant une matrice de densité dans laquelle chaque carreau possède sa propre densité de transfert notée d_n. S : la surface de chaque carreau D_k : surface de la zone Z_k Valeur de la densité sur le polygone d'intersection $l_{k,n} = d_n \cdot \text{Surf}(l_{k,n}) / S$ Densité totale de la zone $Z_k = 1/S \sum d_n \cdot \text{Surf}(l_{k,n}) = D_k / S$ $p_{k,n} = d_n \cdot \text{Surf}(l_{k,n}) / S$ x_k = valeur statistique de Z_k valeur désagrégée $y_{k,n}$ de la variable zonale X sur l'intersection $l_{k,n}$ = $y_{k,n} = (p_{k,n} \cdot x_k / S) / (D_k / S) = p_{k,n} \cdot x_k / D_k$ $t_{k,n} = p_{k,n} / D_k$ $y_n = \sum t_{k,n} \cdot x_k$		

Résumé : $Y = T.X$ où X est la variable zonale initiale, T est la matrice de transfert et Y est la variable carroyée obtenue.

- Quelques exemples de transfert

→ On détermine un plan d'information simple possédant la même définition que le carroyage et précisant les cases susceptibles de recevoir l'information zonale (coefficient 1 : espace habité) et celles qui, non concernées par le transfert, vont demeurer vides (coefficient 0 : espace non habité).

→ Algèbre de carroyage qui croise différentes couches d'information (morphologiques, topologiques, environnementales...) afin de déterminer une surface de densité complexe composée de coefficients qui vont décider de l'intensité du transfert.

→ Désagrégation de la variable en se basant sur la répartition de la population totale par îlots → modèle de la répartition de la variable → la variable étant désagrégée en fonction du seul poids démographique des îlots, le résultat obtenu est une répartition théorique de la variable conforme à la répartition de la population totale.

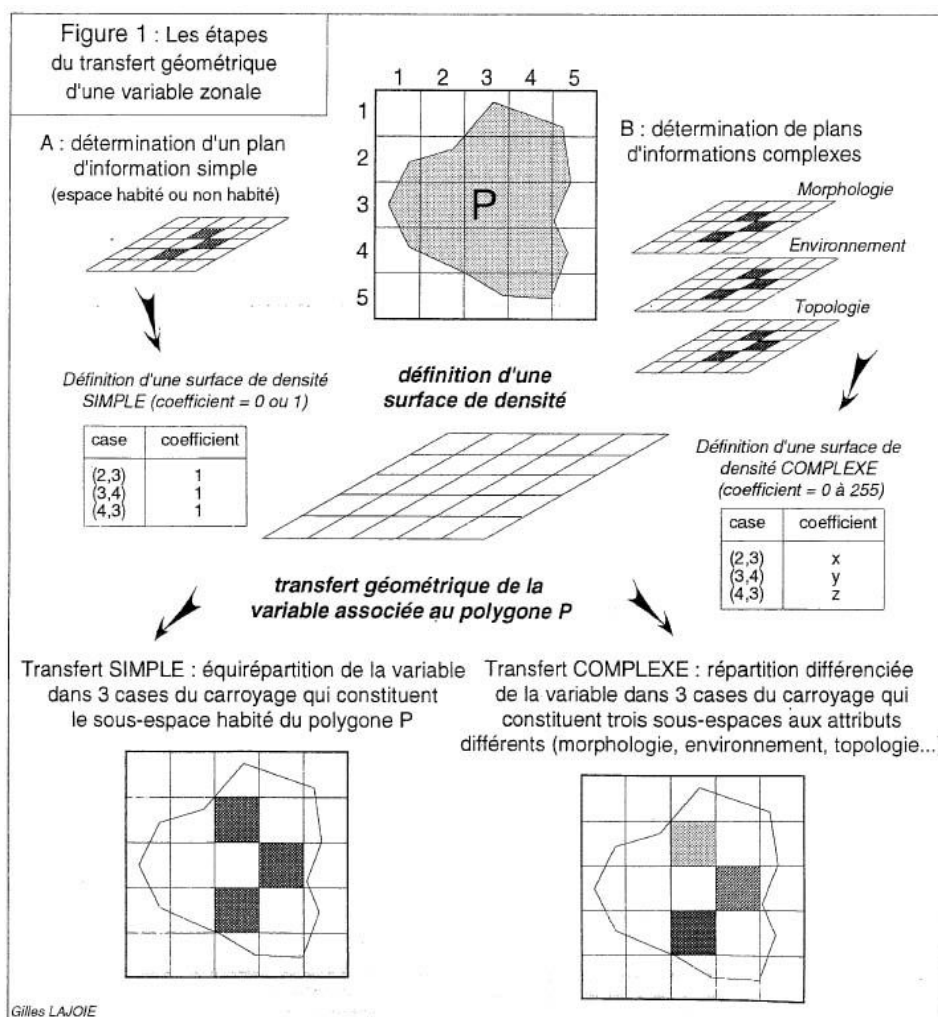


Figure 2

Exemple de transfert simple de la variable "cadres et professions intellectuelles supérieures" dans l'unité urbaine de Marseille - Aix-en-Provence en 1990.

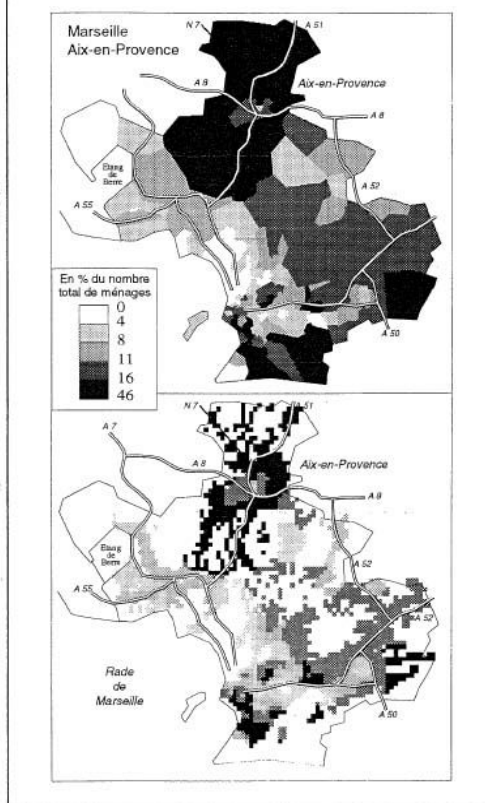


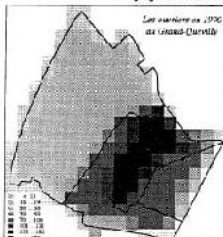
Figure 5 : mise au point d'une méthode de désagrégation de données zonales

L'objectif est d'approcher la répartition réelle d'une variable zonale par désagrégation (des quartiers en lots) puis réaggrégation (des lots en carrés). Au départ (en 1), une série d'atouts démographiques sont connus que l'on désire désagréger pour arriver à précision de la répartition spatiale. On utilise le découpage des communes en lots (2), on calcule le poids démographique de chaque lot, on rapporte sa population à celle du quartier. On établit alors (en 3) un carroyage sur la base des lots en utilisant les informations sur les deux partitions spatiales qui sont stockées dans une table de transfert géométrique. Celle-ci est utilisée pour ventiler la donnée agrégée au quartier (1) mais en fonction du poids démographique des lots (2) afin de produire un carroyage qui précise largement les localisations (5 au lieu de 4). A ce stade, on possède une répartition des ouvriers en "carrés" à la distribution générale de la population, ce qui est nettement plus précis.

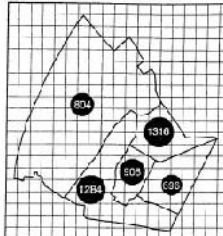
2. Découpage des 5 quartiers en 225 lots et calcul du poids démographique de chaque lot.



4. Transfert obtenu sans désagréger les données.



1. Nombre d'ouvriers par quartier en 1990



3. Calcul des âires des lots en cases/lots et création d'une table de transfert géométrique



5. Transfert obtenu avec désagrégation des données

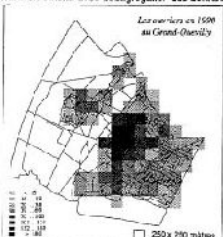
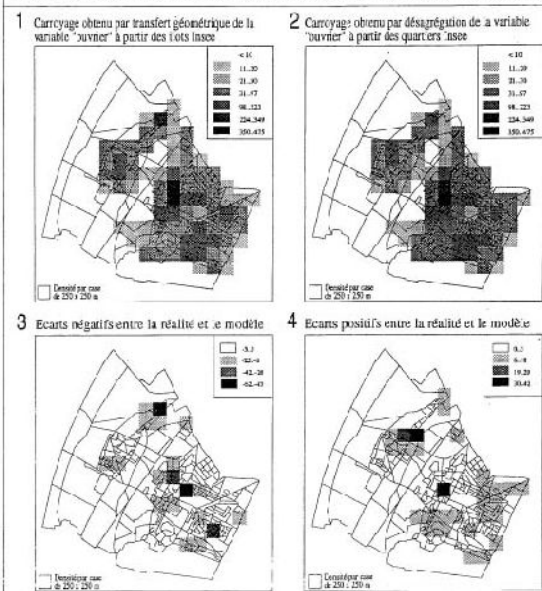


Figure 6 : désagrégation de la variable "ouvrier" au Grand-Quevilly - RGP 1975

En 1975, la commune du Grand-Quevilly compte 6300 ouvriers pour 27700 habitants. Ce caractère ouvrier très marqué se traduit spatialement par une répartition homogène (1). Le modèle de désagrégation de la variable qui repose sur le poids démographique de chaque îlot fonctionne donc particulièrement bien pour cette variable (2). En effet, non seulement la structure spatiale d'ensemble est précisément restituée mais l'erreur d'affectation spatiale entre la réalité et le modèle ne représente que 13% du total des ouvriers de la commune. Cet écart demeure faible si l'on considère que l'on désagrège une variable qui compte 6300 individus regroupés en six quartiers vers une partition de l'espace, le carroyage, composé de 342 cases de 250 mètres de côté.

En ce qui concerne les écarts négatifs et positifs constatés entre la répartition réelle et le modèle, il n'apparaît pas d'explication l'ensemble. En effet, ces carroyages (3 & 4) ne présentent ni gradient, ni structure spatiale.

Les plus grands écarts négatifs correspondent à quelques cités où les ouvriers sont encore particulièrement présents en 1975, "sur-représentation sociale" non prévue par le modèle. A contrario, les écarts positifs sont plutôt concentrés dans le quart sud-est de la commune qui correspond à une zone plus résidentielle où les ouvriers sont rares.



Gilles LAJGIE

FICHE n° 26		
Auteur : S. FAYET, G. CAUSERA		
Titre : Les sources d'émissions en Provence-Alpes-Côte d'Azur		
Sous-titre : Inventaire régional des émissions 1999 : Méthodologie et résultats	Date d'achèvement : juin 2005	Langue : français
Article issu de <i>Rapport d'études de l'association Airmaraix.</i>		
Résumé En 2003-2004, dans le cadre de la mission d'Air Alpes Méditerranée « émissions et modélisation de la pollution », Airmaraix réalise l'inventaire régional des émissions Paca 1999. Cet inventaire bénéficie de l'expérience issue du programme <i>Escompte</i> tout en s'adaptant aux besoins plus spécifiques des AASQA et de leurs partenaires. Ce rapport présente la méthodologie retenue ainsi que les principaux résultats.		
I] Présentation de l'étude • Cadre et objectifs ➔ 1 : Utilisation de l'inventaire régional comme donnée d'entrée de la modélisation photochimique ➔ 2 : Contribution à la surveillance réglementaire ➔ 3 : Aide à la décision ➔ 4 : Analyse objective de polluants en cours de réglementation ➔ 5 : Analyse objective de polluants ayant des conséquences connues sur la santé ➔ 6 : Aide à la décision relative à l'effet de serre • Caractéristique de l'inventaire ➔ Année de référence : 1999 ➔ Composés pris en compte : • les polluants ayant un rôle déterminant dans les processus photochimiques NO_x, COVNM • (NO_x, NO, NO₂) SO₂, CO, PM_t³, PM₁₀, PM_{2.5}⁴, Pb, Benzene • CO₂, N₂O, CH₄ ➔ Sources émettrices : • sources fixes anthropiques : industries, secteurs résidentiels... • sources mobiles : transport routier, ferroviaire, maritime, fluvial, aérien... • sources biogènes : agriculture, sylviculture, nature. ➔ Zone d'étude : l'inventaire porte sur l'ensemble de la région Paca. Les émissions en mer sont également considérées sur une distance d'environ 30 km des côtes les plus au sud afin de prendre en compte l'impact du trafic maritime. ➔ Résolution géographique : l'inventaire doit être « cadastré ». Compte tenu de la taille de la couverture de l'inventaire, des capacités informatiques et des contraintes de modélisation, une résolution de 3 km est utilisée par défaut. Il est nécessaire d'effectuer les calculs d'émissions en amont au niveau le plus proche possible de la résolution finale : les calculs sont effectués, dans la mesure du possible, au niveau communal ou à l'Iris.		
II] Méthodologie • Principes généraux de calculs des émissions ➔ La réalisation d'un inventaire des émissions consiste en un calcul théorique des flux de polluants émis dans l'atmosphère. ➔ La méthode privilégiée pour la réalisation de cet inventaire régionale utilise dans la mesure du possible les données les plus fines disponibles (communales, par entreprise, par maille, par tronçon routier...) pour arriver au niveau régional.		

→ La réalisation de l'inventaire nécessite la collecte de nombreuses données manipulées sous SIG :

- données de consommation énergétiques ;
- données de transports ;
- données socio-économiques ;
- données réglementaires d'émissions ;
- données environnementales et géographiques ;
- allocation géographique (localisation des sources).

→ Les sources d'émissions sont associées au départ à des représentations surfacique, linéaire ou ponctuelle.

→ Pour assembler l'ensemble des données d'émission, l'inventaire doit être cadastré.

→ Les sources ponctuelles sont repérées par leurs coordonnées géographiques → positionnement des sources réalisé sous SIG à partir de fonds de carte de l'IGN.

→ Les sources linéiques sont principalement utilisées pour les sources mobiles. À l'issue des calculs d'émissions, les sources linéiques sont « projetées » dans les mailles au prorata de leur longueur intersectée.

→ Les émissions dues aux sources surfaciques sont calculées par entité géographique. Afin d'affecter les activités au plus près de la réalité il est nécessaire de définir des règles d'affectations géographiques basées sur l'occupation du sol.

Points positifs

- Cahier des charges définis
- Méthode adaptée au contexte thématique et spatial

Points négatifs

-

FIGURE 2 : RÉSOLUTION GÉOGRAPHIQUE DU CADASTRE (3 KM)

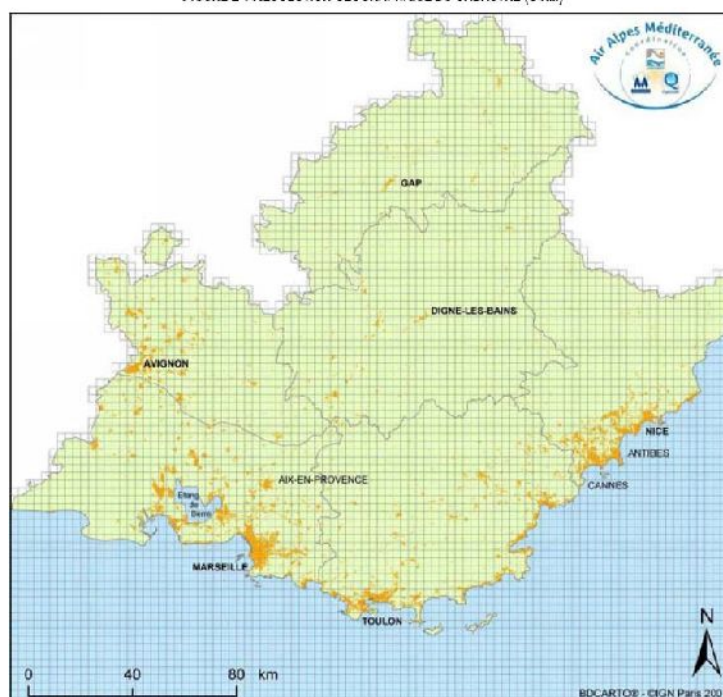


FIGURE 38 : CADASTRE DES ÉMISSIONS DE NOX

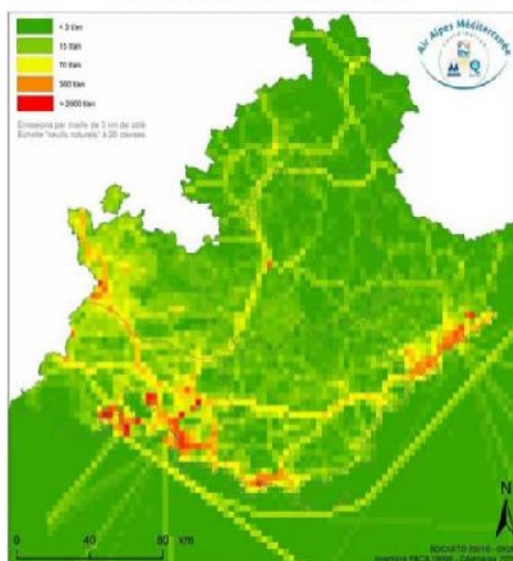


FIGURE 44 : CARTOGRAPHIE DES ÉMISSIONS DE NOX PAR COMMUNE

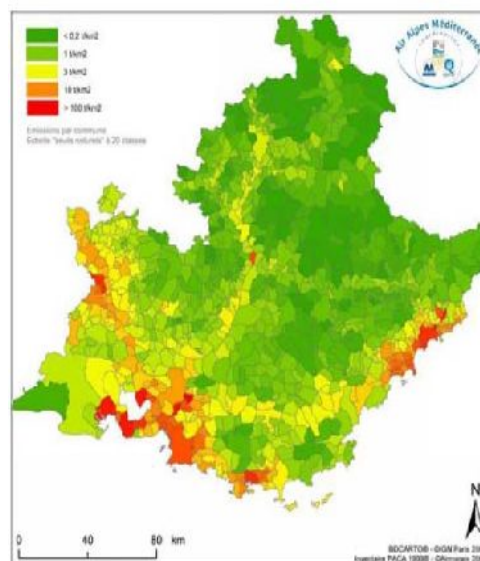


FIGURE 39 : CADASTRE DES ÉMISSIONS DE CO

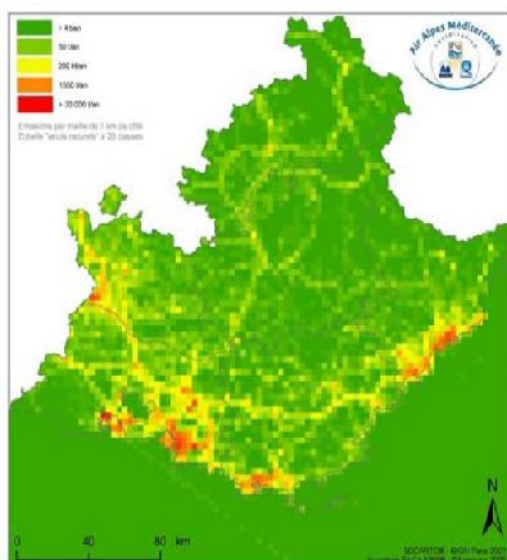
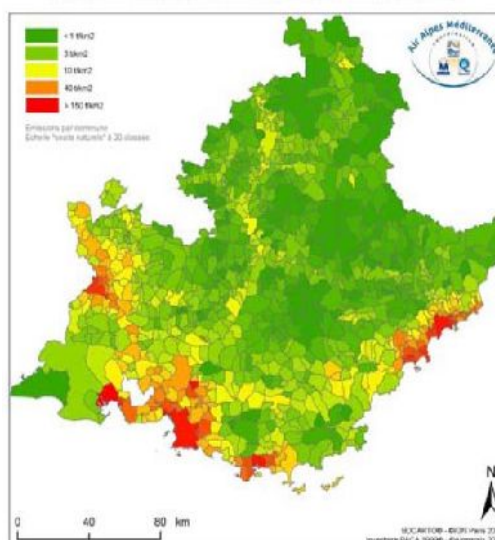


FIGURE 45 : CARTOGRAPHIE DES ÉMISSIONS DE CO PAR COMMUNE



FICHE n° 27		
Auteur : Gabriel CAUSERA		
Titre : Développements d'outils SIG pour la modélisation de la qualité de l'air		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 2003	Langue : français
Article issu de <i>Mémoire de DESS cartographie, SIG et développement territorial, Rennes II.</i>		
Résumé L'association Airmaraix a pour mission la surveillance de la qualité de l'air de l'est des Bouches-du-Rhône, du Var et du Vaucluse. Dans ce cadre, les SIG et les géostatistiques prennent de plus en plus d'ampleur dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air.		
Problématique « apport des géostatistiques à la cartographie du dioxyde d'azote » • Explorer différentes méthodes géostatistiques d'interpolation sur le dioxyde d'azote. • Le but étant d'obtenir une cartographie s'approchant le plus de la réalité en prenant en compte l'ensemble des « facteurs explicatifs » disponibles.		
Méthodologie I] Méthodes géostatistiques utilisées • Le krigeage ➔ méthode d'interpolation particulièrement utilisée en géologie ; ➔ permet de prendre en compte le comportement spatial spécifique du polluant grâce à une fonction de corrélation spatiale calculée à partir des concentrations observées aux stations : à partir des valeurs observées aux stations de mesure, un variogramme expérimental est tracé, il quantifie la variabilité entre deux mesures en fonction de la distance qui les sépare. Un modèle de variogramme est ensuite ajusté au variogramme expérimental et entré dans un système linéaire d'équation, dit système de krigeage, permettant de déterminer le poids optimal à affecter aux données d'entrée lors de l'interpolation. De cette façon, un poids plus grand est affecté aux données qui sont mieux corrélées avec la concentration au nœud considéré. • Intégration d'un « cofacteur » : le cokrigeage ➔ méthode de krigeage qui intègre avec un poids plus important que les données primaires un second ensemble de données corrélé au phénomène à cartographier et permettant d'apporter une information complémentaire ; ➔ l'intérêt de prendre en compte les informations apportées par une variable externe est d'améliorer la carte, surtout dans des zones où la densité des données est faible. Ainsi, l'information provenant de la variable auxiliaire permet de compenser un manque d'information sur le polluant lui-même aux endroits non informés par des mesures. II] Spatialisation du dioxyde d'azote • Cartographie du dioxyde d'azote ➔ les méthodes de krigeage simple et ordinaire ont été testées : le krigeage simple est la méthode qui donne les meilleurs résultats lorsque l'on compare les validations croisées et les cartes des erreurs. En visualisant la carte résultante, on note après expertise qu'elle n'est pas complètement représentative de la réalité : il manque une information entre les sites de mesure au niveau des axes routiers. Cela est confirmé par la carte des erreurs, l'erreur estimée est plus élevée dans les zones où il n'y a pas de site de mesure. Il est donc intéressant dans ce cas d'étudier l'apport de l'intégration d'un cofacteur dans cette interpolation. ➔ Cokrigeage simple ➔ utiliser un facteur très corrélé à celui que l'on souhaite cartographier et que l'on connaît sur la totalité du domaine d'étude. En fonction des données		

disponibles, le test de deux « cofacteurs » s'est avéré intéressant :

- le trafic routier en nombre de véhicules ;
- l'occupation du sol (réseau routier).

Afin de pouvoir les utiliser lors de l'interpolation, les « cofacteurs » doivent être intégrés sur une grille recouvrant la zone d'étude.

Méthodologie :

- avec l'assistant de géotraitement, les grilles sont intersectées avec les cofacteurs, les résultats sont ensuite jointés avec la table attributaire de la grille ;
- les informations obtenues sont intégrées à des grilles ayant trois résolutions de maille : 10, 50 et 100 m ➔ 10 m trop précise, donc exclue ;
- tests de corrélation effectués entre les mesures de dioxyde d'azote et les cofacteurs.

Points positifs

- Prise en compte des corrélations

Points négatifs

- Choix des paramètres krigage reste subjectif
- Il semble nécessaire d'analyser :
 - le mode de fonctionnement du cokrigage
 - l'influence et le poids que donnent les cofacteurs à l'interpolation
 - la méthode d'intégration des cofacteurs
 - les travaux sur les données d'entrée

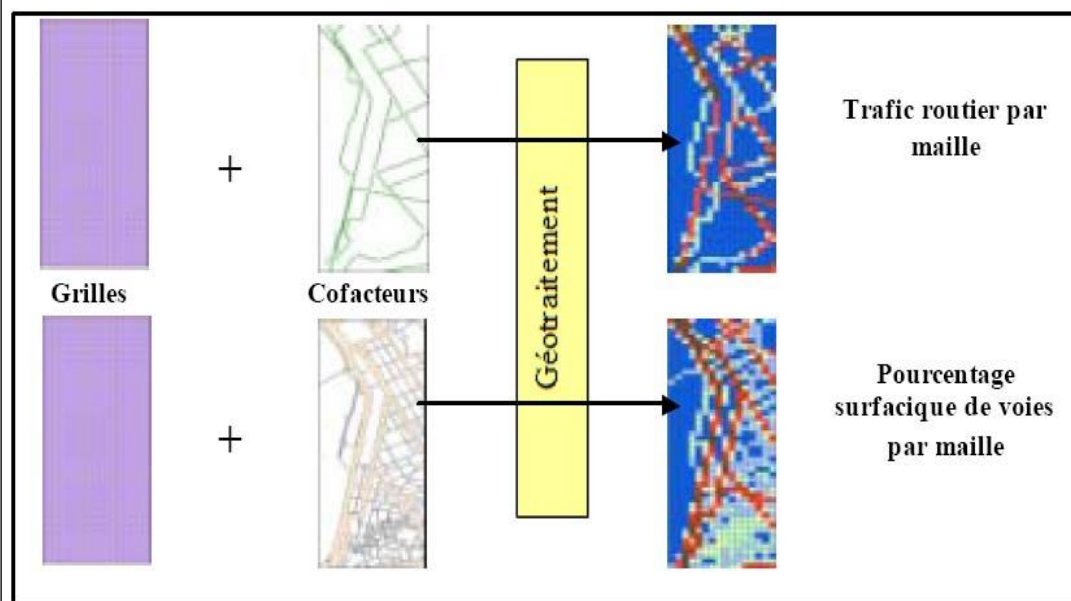


Figure 59 : Intégration des cofacteurs à la grille d'analyse

FICHE n° 28
Auteur : Philippe LATOUR

Titre : La grille moyen fondamental de l'analyse en géomarketing

Sous-titre :
Date d'achèvement :
Langue : français

Article issu de *Spatialist – Analyse spatiale et géomarketing*
Résumé

Les représentations classiques des données économiques en SIG ne satisfont pas les besoins d'analyse requis par le géomarketing. L'affectation des données aux objets de la carte est trompeuse ; la solution consiste à charger les données dans une grille superposée à la carte qui assure une mise en densité automatique et permet, grâce à la structure matricielle obtenue, d'effectuer sur les données toutes opérations de type arithmétique, statistique ou booléen.

I] Les représentations traditionnelles et leurs limites

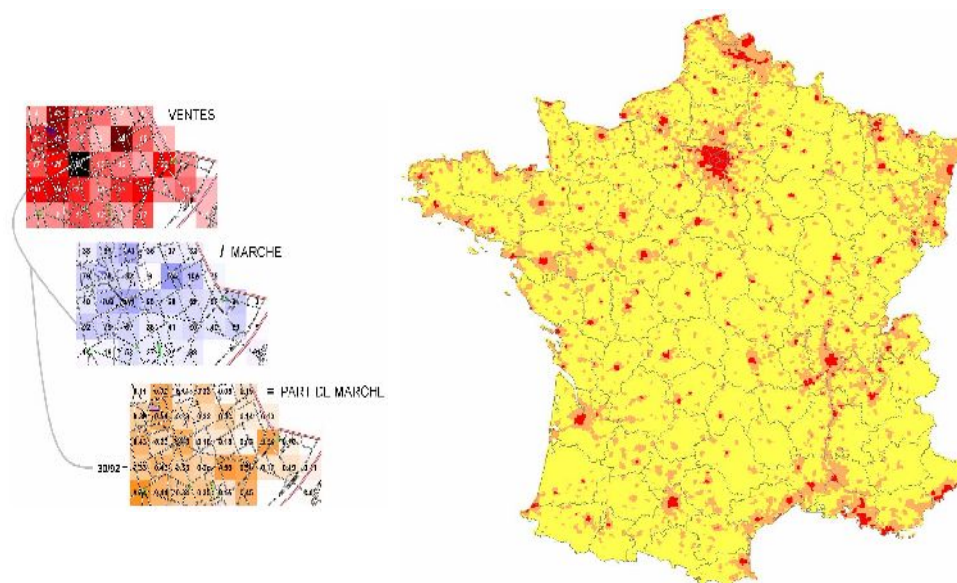
- Géocodage : localisation à l'adresse → représentations (points, boules, camemberts, histogrammes, logos, codes barre...) descriptives → ne peuvent décrire qu'un faible volume de données → pas d'information synthétique, pas de traitements.
- L'analyse ne doit pas porter sur un examen visuel de représentations de ce type → jugement faussé par le choix des formes, des volumes, des couleurs et la superposition d'information.
- Agglomérer les informations de façon lisible → division homogène de l'espace en carrés.

II] Description de la méthode d'analyse sur grille

- Données localisées par leurs x et y doivent être affectées aux carreaux.
- Deux avantages :
 - disparition des contraintes du découpage administratif ;
 - l'information est mise en densité automatiquement.
- Si la source support des données n'est pas une adresse mais une surface, les valeurs devront être réparties en fonction de la surface couverte par le carreau.

III] Les avantages de l'analyse de grille

- Seule une représentation en densité rend compte de l'intérêt économique d'un territoire.
- Carroyage → cellules homogènes → modèle mathématique de matrice.

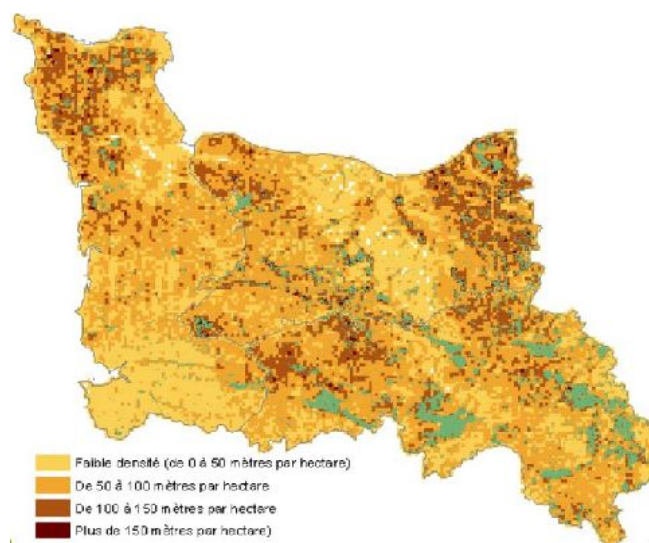


FICHE n° 29		
Auteur : Pierre VIGNÉ, Jean-François BRETAUD		
Titre : Étude de la fragmentation des habitats naturels par les infrastructures de transport		
Sous-titre :	Date d'achèvement : 12 mars 2009	Langue : français
Article issu de <i>Atelier Géothématique, CETE NC</i>		
Origine de l'étude • Bilan environnemental A84 Caen-Rennes • Suivi collisions véhicules / faune		
Objectifs • Identification du réseau écologique à l'échelle de la région Basse-Normandie • Analyse de la fragmentation par les infrastructures de transport • Proposition de localisation d'aménagement en faveur de la faune		
Méthodologie • Définition des réseaux théoriques par géomatique ➔ déterminer les éléments du réseau écologique par traitement des données d'occupation du sol ; ➔ utilisation des concepts de l'écologie du paysage : tâche, corridors, continuité biologique, etc. ➔ en fonction de l'occupation du sol, on déduit les zones d'habitat et la capacité des espèces à se déplacer sur le territoire entre ces habitats. • Recueil de données sur les espèces cibles ➔ prise de contacts et rencontre de nombreux partenaires ; ➔ ensemble des acteurs intéressés par la démarche ; ➔ difficultés pour obtenir une donnée homogène et directement exploitable. • Amélioration du référentiel occupation du sol ➔ Corine Land Cover 2000 ; ➔ BD Carto® : hydrographie, réseaux viaire et ferroviaire ; ➔ tâche urbaine ; ➔ BD Topo® : couche végétation. • Délimitation de la tâche urbaine ➔ méthode automatique basée sur le traitement de la texture de l'image : • ré-échantillonnage ; • filtrage ; • seuillage ; • morphologie mathématique ; • corrections manuelles ; • vectorisation. • Distinction boisements-haies dans la couche végétation de la BD Topo® ➔ couche végétation = couche de polygones sans distinction entre les haies et les bois ; ➔ traitements pour que les haies soient sous forme d'arcs et les bois sous forme surfacique. • Détermination de la densité de haies • Détermination du coût de déplacement pour le corridor forestier et bocager		

- calcul pour chaque cellule du plus faible coût cumulé vers des emplacements source définis sur une surface de rugosité ;
- analyse de données image ;
- reclassification des jeux de données sur une échelle homogène : raster de coût ;
- à l'aide du raster de coût et de la source, la distance de coût est déterminée : raster dans lequel chaque maille a une valeur correspondant au plus faible coût.

- Conclusion

- difficulté de collecter des données homogènes de terrain : travail d'harmonisation indispensable ;
- importance de la définition du niveau d'études, des résultats attendus :
 - choix et disponibilité des données,
 - temps de traitement ;
- corrélation avec photo-interprétation ;
- mais en aucun cas, résultats à prendre au « pied de la lettre » : orientent les futures études à une échelle plus locale ;
- réponses apportées :
 - identifie les grands axes de déplacements,
 - explique certains phénomènes de collisions,
 - propose des principes de défragmentation.



FICHE n° 30		
Auteur : Aude MEUNIER-NIKIEMA		
Titre : SIG et débat public		
Sous-titre : Le cas du contournement est de Rouen	Date d'achèvement : 2005	Langue : français
Article issu de <i>Mémoire Master TRIAD</i>		
Résumé : Fiche indicateur : Sensibilité environnementale		
Définition du domaine géographique		
• Ensemble des communes		
Construction et renseignement de l'indicateur		
• Définition Inventaire des aspects environnementaux et identificateur potentiel des impacts, cet indicateur est conçu pour : - classer les espaces afin d'indiquer leur sensibilité relative à l'impact déstructurant des aménagements linéaires ; - définir les zones potentielles à protéger en s'affranchissant des informations de détail. L'inventaire des zones sensibles est établi en prenant en compte les conditions avant chantier. Toutefois, il est envisagé d'actualiser l'indicateur qui pourra inclure des impacts environnementaux liés à des conditions nouvelles : chantier... L'intérêt d'une synthèse de données environnementales est de disposer d'un document de lecture plus aisée (cf. cartes). • Données La méthode utilisée est celle issue des travaux sur le couplage « analyse multicritères et SIG » de Nathalie MOLINES et du CETE de Lyon. Ensemble des thèmes retenus Natura 2000, bâti, site inscrit/classé, périmètre protection captage, monument historique, périmètre industriel, site et paysage rural majeur, mare rivière, massif boisé, verger et haie, site archéo, espace agricole, zone activité, aéroport, zone visibilité depuis vallée ou panorama. • Mode de calcul La synthèse environnementale a fait l'objet d'une ébauche en 2004 lors d'un stage au CETE Normandie-Centre à partir d'une étude de faisabilité d'un contournement ouest de Rouen. L'application est opérationnelle dans le cadre du contournement est de Rouen. Il existe différentes méthodes qui ont toutes pour objectif de masquer les thèmes au profit d'une synthèse. L'une d'entre elles consiste en la somme des contraintes sur un territoire. Si son intérêt est de dépasser la thématique pour aller au global, sa faiblesse pourrait se trouver dans son contenu. Ainsi, le cumul de plusieurs contraintes peut imposer moins de difficultés qu'une contrainte unique. La méthode employée dans l'étude du contournement est de Rouen consiste à reclasser chaque donnée sur une grille homogène (principe de la classification en traitement d'images). - Rencontre avec les thématiciens et les gestionnaires de données afin d'orienter les choix sur les données retenues et leur affecter un poids (pondération). Cette étape est rendue difficile par les négociations. Elle met face à face des services tels que la Drir, la Diren aux priorités différentes marquées par l'orientation de leurs activités. - La deuxième étape d'ordre plus technique insiste sur la nécessité d'une zone homogène. Le grand nombre de données, aux découpages et aux échelles variables,		

impose la réalisation d'un carroyage sur la zone étudiée. Il permet de lisser les informations et d'obtenir un territoire homogène. La maille choisie de 1 ha est une unité connue et permet une précision suffisante pour l'objectif donné à l'indicateur et au regard d'une grille plus fine ou plus grande. Par ailleurs, compte tenu de l'étendue de la zone d'étude, une maille plus réduite aurait entraîné des temps de traitements démultipliés. Enfin, ce carroyage permet une comparaison entre les mailles. Réalisé sous ArcView, chaque thème est intersecté avec le thème retenu. Un poids est ensuite affecté à chaque maille. - La règle de surface majoritaire est alors appliquée. - Une requête est réalisée afin de calculer la moyenne quadratique à partir de l'ensemble des poids attribués à chaque maille. Elle se calcule de la façon suivante : $\sqrt{(Thème1)^2 + (Thème2)^2 + \dots}$ La moyenne quadratique permet de conserver les écarts entre les plus faibles et les plus forts poids et maintient de ce fait la pondération attribuée à l'origine. - Représentation cartographique.	
Restitution de l'indicateur • Mode de restitution Cartographie du résultat de la moyenne quadratique selon le carroyage, synthèse environnementale. • Date de disponibilité des données Variable selon les données. • Période de mise à jour À définir avec les utilisateurs de l'observatoire.	
Points positifs • Lissage des données • Disparition des contours administratifs • Analyse multicritères	Points négatifs • Difficulté des services (Diren, Drire, Ddass...) à reconnaître leurs données et à s'approprier la carte.

FICHE n° 31
Auteur : Atelier parisien d'urbanisme

Titre : Implanter 1 451 stations Vélib' dans Paris

Sous-titre :
Date d'achèvement : septembre 2007

Langue : français

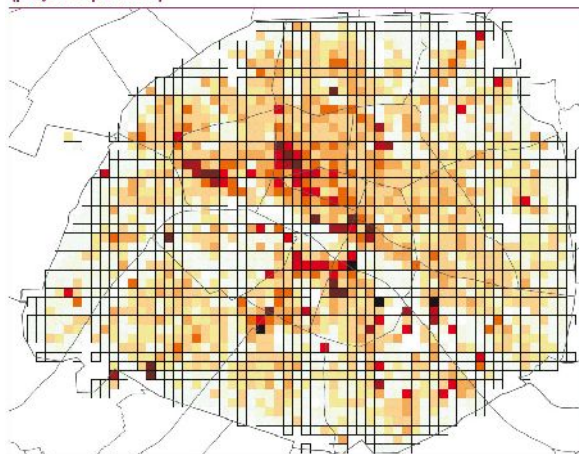
Article issu de 4 pages – Apur – n° 27, septembre 2007.

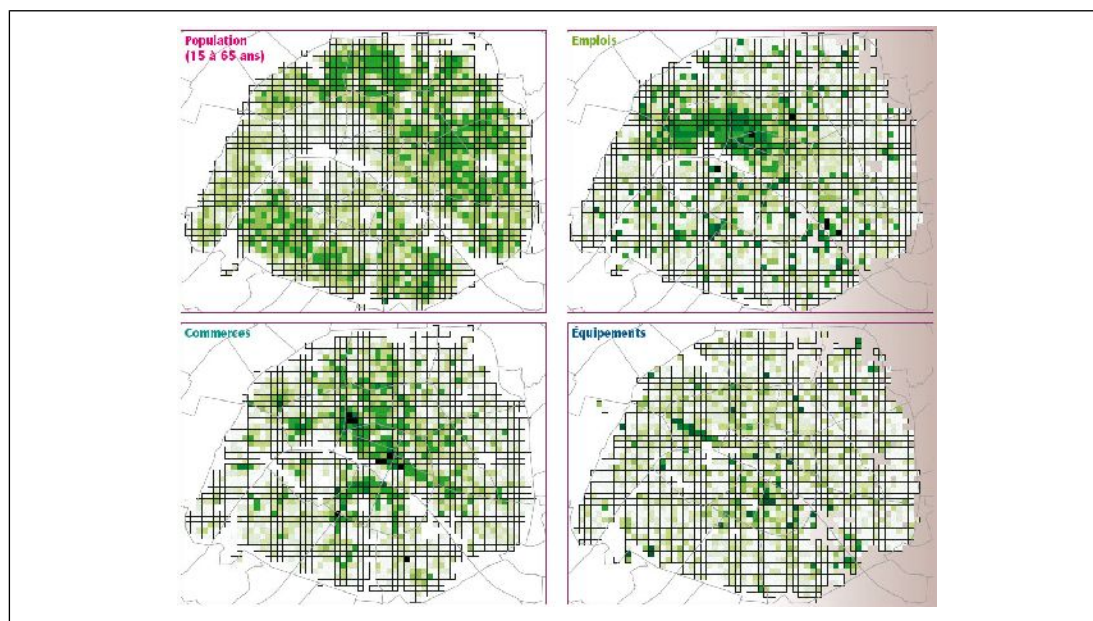
Le problème tel qu'il est posé

- Chaque usager doit pouvoir trouver un vélo au bon endroit et le rendre sans difficulté une fois la course terminée
- Qui va utiliser un vélo ?
- Comment quantifier et localiser les déplacements ?
- Quelles activités sont susceptibles de les attirer ?
- Comment assurer la desserte de grands équipements ?
- Comment intégrer toutes les contraintes d'insertion, respecter les cheminements piétons, la proximité de monuments historiques ?
- Travail confié à l'Apur !

Méthodologie

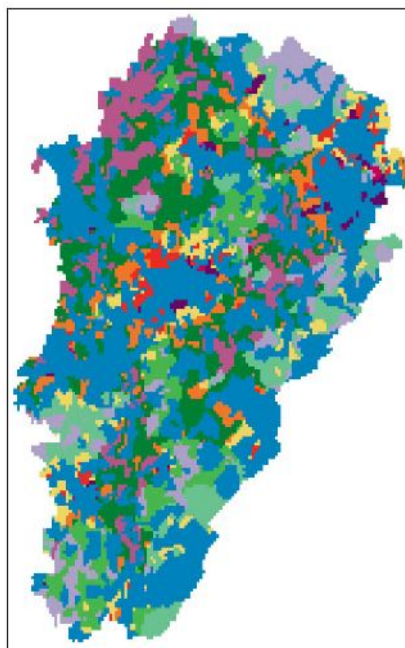
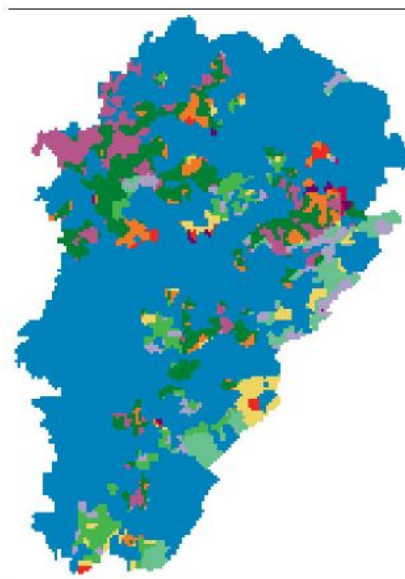
- Un maillage complet
 - étude des périmètres à couvrir en fonction du volume de vélos à déployer → définition d'un maillage.
 - proposition des implantations précises des stations sur l'espace public parisien.
- Une localisation adaptée aux centralités parisiennes.
 - maillage des stations et dimensionnement déterminés grâce au SIG de l'Apur → évaluation de la demande potentielle au regard des caractéristiques urbaines (densités de population, d'emploi, de commerces, d'équipements, localisation des stations de transports...)
 - maillage de 11 stations / km².
 - maille de 300 m environ.
 - les données de génération de trafic de l'Apur sont représentées sur la base d'un carroyage de 200 m.
 - à chaque maille est affectée le cumul des déplacements estimés pour les adresses situées dans la maille. La demande en déplacements cumulés à destination des mailles a été évaluée à environ 8 millions.

 Estimation de la demande en déplacements
(par jour et par maille)

 Source : APUR
INSEE
RGP 1999
ENR 2000
Hovis 2000
EDCOM 2006



FICHE n° 32		
Auteur : Daniel JOLY, Daniel MATHIEU, Jean-Claude WIEBER		
Titre : L'eau en Franche-Comté		
Sous-titre : Deux cartes pour poser des questions	Date d'achèvement : 1993	Langue : français
Article issu de <i>Mappemonde</i> , 4/1993		
Résumé Quatre couches d'information d'une banque de données ont été croisées pour fournir deux cartes prospectives. Elles montrent les zones qui poseront de plus en plus de problèmes pour la qualité de l'eau et les rejets non contrôlés.		
Problématique • Le Conseil économique et social de Franche-Comté a eu besoin en 1990 d'une étude de cadrage des problèmes de l'eau dans la région. • Cette étude était d'abord conçue pour permettre la sensibilisation des élus et du public grâce à des cartes simples. • Mais cela a rapidement évolué vers la constitution d'une base de données modulable qui puisse fonctionner comme un SIG. • Aujourd'hui la base de données permet de réaliser des représentations analytiques très simples aussi bien que des cartes qui combinent un nombre important de couches d'information.		
Méthodologie • Données relevées : - le relief ; - la végétation ; - le climat ; - l'hydrographie ; - les circulations karstiques et les ressources hydrogéologiques ; - la population urbaine et rurale ; - le tourisme ; - les usages agricoles du sol ; - l'emploi des engrais ; - les établissements industriels ; - la qualité des eaux en rivière, dans les nappes et au robinet ; - les raccords à des stations d'épurations ; - etc. • Constitution d'une assise spatiale commune par report sur un carroyage à maille kilométrique. • Traitements divers : analyse statistique des séries, création d'informations nouvelles par calcul (pentes, orientations), superposition (avec clauses d'exclusion), combinaison par analyses multivariées (analyse factorielles et classifications hiérarchiques). • Dans un premier temps, un atlas de 57 cartes commentées a été réalisé. • Les cartes présentées ici sont les dernières de l'ouvrage. Après une étude des ressources, des besoins et de l'état actuel des pollutions et des mesures de protection, elles mettent en évidence les zones à problèmes. Les auteurs ont choisi d'y combiner : - une projection de l'évaluation de la population ; - les modes d'habitat ;		

- la qualité des eaux au robinet ;
- le raccordement à une station d'épuration.



FICHE n° 33		
Auteur : Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction		
Titre : Aide à la construction d'un système informatif et de représentation des dynamiques territoriales sur le littoral métropolitain		
Sous-titre :	Date d'achèvement : Mars 2006	Langue : français
Article issu de <i>Rapport final de mission relatif au marché K0534 confié au SIRS par la DGUHC.</i>		
Résumé Les besoins exprimés par la DGUHC sont couverts par deux modes de représentation : - les cartes de typologie territoriale ; - les cartes systémiques. La méthodologie de production de ces documents s'appuie sur l'analyse numérique des données. L'objectif est de mener l'analyse statistique aussi loin que possible sur base d'algorithmes éprouvés, afin de garantir une neutralité maximale des cartes de synthèse. L'avis d'expert intervient alors en dernier lieu pour affiner et interpréter les typologies obtenues. La méthode s'appuie sur les quatre étapes successives décrites ci-dessous : - définition des déterminants (données de base permettant de créer les indicateurs significatifs) ; - création de l'indicateur géostatistique représentatif de chaque déterminant ; - croisement des indicateurs selon une approche statistique non supervisée pour obtenir une carte de synthèse ; - avis d'expert pour l'interprétation de la carte de synthèse.		
Problématique • L'objectif de la mission est de chercher une contribution en terme de production d'outils d'analyse de données et de modes de représentation de l'espace littoral. La principale contrainte a été le délai d'exécution très court (moins de 3 mois pour réaliser à la fois collecte des données et l'étude). • Il s'agit de participer à la réflexion menée actuellement par la DGUHC sur l'identification des typologies d'espaces littoraux et sur la mise en place d'une méthode d'analyse des transformations du territoire et des phénomènes émergents mettant en évidence les enjeux spécifiques aux différentes échelles		
Méthodologie I] Méthode de production des cartes • Le choix des indicateurs significatifs : - existence d'une mise à jour récente ; - niveau communal ; - historique de l'indicateur ; - couverture nationale ; - couverture transfrontalière ; - coût. • Espaces pertinents et échelles significatives : - espace dont les limites permettent d'analyser un processus dans toutes ses composantes et de constituer ainsi le cadre géographique le meilleur. - les éléments à souligner sont : • la notion d'espace pertinent fait qu'il s'agit d'un concept en évolution continu puisqu'il ne fait qu'exprimer les principales tendances. L'espace pertinent est à géométrie variable ;		

- la pertinence d'une limite est directement liée au phénomène étudié. L'expérience montre que de ce fait il existe pour un même territoire plusieurs espaces pertinents. Ces différents espaces s'imbriquent et la capacité à gérer ces différents niveaux est un outil de compétitivité.
- ➔ les trois échelles significatives sont :
 - l'échelle des grands territoires ;
 - l'échelle régionale, supra communale ;
 - le niveau infra communal pour la localisation fine des phénomènes.
- Création d'un indicateur géostatistique par déterminant
 - ➔ Deux types d'indicateurs géostatistiques sont facilement accessibles :
 - un indicateur par date disponible (par exemple : densité de population) ;
 - un indicateur diachronique (évolution de la densité de population).
- Création des cartes de synthèse multi-indicateurs
 - ➔ croiser les différents indicateurs pour aboutir aux deux types de rendus souhaités :
 - cartes de typologie de territoires ;
 - cartes systémiques.

II] Cartes de typologie des territoires

- Les typologies de territoire
 - ➔ Typologie dynamique, intégrant la notion de diachronie.
- Création des indicateurs géostatistiques
 - ➔ Le niveau pertinent de création des indicateurs est la commune : généraliser au canton amène une simplification de l'information nuisible aux analyses ultérieures.
- Rasterisation
 - ➔ Rasteriser les indicateurs selon une grille 1 km x 1 km, en choisissant le codage adapté pour ne pas dégrader l'information.
 - ➔ Chaque indicateur est donc décrit au travers d'un fichier raster d'environ 1 500 x 1 500 pixels (un peu plus de 3 Mo pour une information codée sur 8 bits).
 - ➔ Intérêt du raster :
 - grande facilité de manipulation ;
 - disponibilité de certains outils de généralisation cartographique inaccessibles en mode vecteur.
- Croisement des indicateurs géostatistiques
 - ➔ Analyse multivariée.
 - ➔ Méthode de classification hiérarchique non supervisée ➔ permet d'isoler des populations statistiquement homogènes pour l'ensemble des indicateurs concernés et de créer une nouvelle donnée, synthèse de l'ensemble des indicateurs concernés.
- Généralisation cartographique
 - ➔ Permet d'assurer une simplification des contours pour obtenir une carte de zonage définissant une typologie statistique des territoires représentative des indicateurs étudiés.

FICHE n° 34		
Auteur : Rémi BOREL		
Titre : Utilisation des fonctionnalités VBA d'ArcGIS pour trouver les emplacements où habiter dans Rennes, en fonction de critères définis par l'utilisateur		
Sous-titre :	Date d'achèvement : février 2007	Langue : français
Article issu de <i>Rapport de projet ArcGIS / VBA, master géomatique.</i>		
Problématique • Formulaire en quatre parties : - le choix des couches pour lesquelles l'utilisateur veut un critère ; - la définition des critères : proximité ou éloignement, à quelle distance ; - l'importance des critères ; - la mise en page du résultat. • La création du formulaire implique l'utilisation des fonctionnalités VBA d'ArcGIS et des ArcObjects. • Trois grandes étapes de travail : - récupération des données correspondant aux critères et organisation structurée de celles-ci dans une géodatabase ; - transcription en VBA des commandes permettant de faire les analyses spatiales ; - création du formulaire, permettant de faire le lien entre l'utilisateur, le code VBA et les données.		
Méthodologie I] Création de la base de données • Le contenu de la base ➔ l'objectif est de créer une géodatabase ayant comme nom la ville pour laquelle on cherche l'emplacement idéal de son lieu d'habitation. ➔ doit contenir le réseau routier ➔ permet de se repérer et de géocoder les adresses. ➔ puis doit être composée d'informations thématiques susceptibles d'intéresser le public telles que les écoles, les jardins, les supermarchés, les transports en commun. ➔ données raster pour l'habillage des cartes. • Le choix de la ville ➔ Rennes • La structuration de la géodatabase ➔ la racine de la base contient la classe d'entités « ROUTES » et les différents rasters (transports en commun, fond de carte et le Scan25). ➔ les points importants servant à l'analyse sont situés dans un jeu de classes d'entités nommées « POINTS ». ➔ géodatabase adaptable à une autre ville. • La création des données thématiques ponctuelles ➔ la plupart des informations ont été récupérées sur le site de la ville de Rennes (écoles, jardins, parkings). ➔ la couche « SUPERMARCHÉS » a été récupérée sur les Pages jaunes. • Le géocodage des adresses ➔ localisateur d'adresse d'ArcCatalog.		

II] La transcription des analyses en VBA

- Les premières manipulations manuelles dans ArcGIS
 - ➔ analyse très simple sur deux critères :
 - calcul d'une zone de proximité avec l'outil Spatial Analyst : génération d'une grid. En paramètre d'entrée, la distance maximale à l'équipement choisi ;
 - reclassification de la grid en dix classes, la valeur la plus importante correspondant à la zone la plus favorable ;
 - création d'une grid résultats combinant les grid des deux critères. C'est la somme des deux grilles, pondérée par l'importance de chaque critère.
 - ➔ on obtient une grille définie seulement à l'intersection des deux critères et qui prend des valeurs croissantes avec la proximité des équipements choisis.
- La transcription en VBA
 - ➔ le formulaire permet de choisir deux critères de proximité du type « Je veux habiter à moins de n mètres de telle installation ».
 - ➔ le calcul est fait à vol d'oiseau pour chaque grid, le résultat donne une combinaison des deux grid avec des coefficients en fonction de l'importance choisie par le critère.
 - ➔ procédure 1 : initialisation du formulaire
 - ➔ valeurs par défaut et renseignement des champs pour les menus déroulants.
 - ➔ procédure 2 : le calcul
 - ➔ initialisation des variables pour l'utilisation de EucDistance, permettant de créer la grid des distances ;
 - ➔ utilisation de la méthode EucDistance de la classe RasterDistanceOp ;
 - ➔ reclassement des grid avec la méthode ReClass de la classe RasterDistanceOp ;
 - ➔ remplacement et renommage des couches reclassifiées ;
 - ➔ création de la grid combinée avec la méthode Plus de la classe RasterMathOp.

8. Bibliographie

Ouvrages

- Gilles LAJOIE, *Le Carroyage des informations urbaines*, Publications de l'université de Rouen, collection « Nouvelles Données en Géographie », 1992.
- Roger BRUNET, *Les Mots de la géographie, dictionnaire critique*, Reclus-La Documentation française, 1992.
- Edwige DUBOS-PAILLARD, Yves Guermond, Patrice Langlois, « Analyse de l'évolution urbaine par automate cellulaire », *Espace géographique*, 2003 – 4 (tome 32), p. 357-378, 2003.

Mémoires et thèses

- Christine DELAHAYE, *Cartographie par carroyage des milieux urbains et péri-urbains : l'exemple du Grand Rouen*, thèse de doctorat, université de Rouen, 1987.
- Nicolas GUERARD, *Expérimentation d'une base de données par carroyage : la localisation du système productif dans l'agglomération elbeuvienne*, mémoire de maîtrise, université de Rouen, 1992.
- Pierre VIGNÉ, *Extension et carroyage, Observatoire Rouen-Elbeuf*, mémoire de DEA, université de Rouen, 1996.
- Gabriel CAUSERA, *Développements d'outils SIG pour la modélisation de la qualité de l'air*, mémoire de DESS, SIG et développement territorial, université Rennes II, 2003.
- Aude MEUNIER-NIKIEMA, *SIG et débat public : le cas du contournement est de Rouen*, mémoire master TRIAD, université de Rouen, 2005.

Publications

- Gérard DANDOY, Philippe WANIEZ, « Milieu naturel et productions agricoles », *Mappemonde* 88/4, 1988.
- Pascal DAYRE, Hubert MAZUREK, « Analyse de l'utilisation du sol par la méthode du carroyage », *Mappemonde* 88 / 3, 1988.
- Yves GUERMOND, Gilles LAJOIE, « L'analyse intra-urbaine par carroyage », *Geographica Polonica*, n° 61, p. 47-64, 1991.
- Daniel JOLY, Daniel MATHIEU, Jean-Claude WIEBER, « L'eau en Franche-Comté », *Mappemonde* 4/1993, 1993.
- Gilles LAJOIE, Philippe LANDA, Patrice LANGLOIS, « Une chaîne de programmes pour la gestion des carroyages », *L'Espace Géographique*, 1993.
- Yves GUERMOND, Gilles LAJOIE, « SIG et analyse urbaine », *Annales des Ponts et Chaussées*, n° 78, p. 31-38, 1996.
- Frédéric BIZET, « Carroyage et SIG urbain », *Mappemonde* 2 / 1997, 1997.
- Gilles LAJOIE, Patrice LANGLOIS, « Cartographie par carroyage et précision spatiale », *Mappemonde*, 1998-1, 1998.

- Gilles LAJOIE, « Du maillage territorial au carroyage », *Bulletin du Comité français de cartographie*, n° 158, p. 5-15, 1998.
- Joël BOULIER, « Vers une nouvelle cartographie des formations forestières », *Mappemonde*, n° 49, 1998.
- Frédéric GIRAULT, Jean-Marc ORHAN, « La qualité des données en géo-marketing », *Cybergeo: European Journal of Geography*, <http://www.cybergeo.eu/index4917.html>, 1999.
- Jean-Philippe ANTONI, « Urban Sprawl Modelling », *Cybergeo: European Journal of Geography*, 2001.

Rapports

- Michel BUSSI, Gilles LAJOIE, *Mise au point d'une cartographie par carroyage de l'espace urbain*, actes du 8^e colloque de Géographie théorique et quantitative, Budapest, 1993.
- Gilles LAJOIE, Patrice LANGLOIS, *Transfert géométrique des données zonales*, actes du 9^e colloque de Géographie théorique et quantitative, Spa, Belgique, 1995.
- Gilles LAJOIE, Patrice LANGLOIS, *Cartographie par carroyage des villes françaises*, rapport PSIG 1995 – GDR 1041 du CNRS « MIS-Cassini », 1995.
- Certu, DGUHC, Fnau, Insee, *Outils et méthodes pour l'infracommunal*, actes du séminaire de l'observation urbaine du 30 octobre 2003.
- S. FAYET, G. CAUSERA, *Les sources d'émissions en Paca*, rapport d'études de l'association Airmarais, 2005.
- DGUHC, *Aide à la construction d'un système informatif et de représentation des dynamiques territoriales sur le littoral métropolitain*, rapport final de mission relatif au marché K0534 confié au SIRS par la DGUHC, mars 2006.
- ESPON 3.4.3, *The Modifiable Areas Unit Problem*, final results of a research project conducted within the framework of the Espon 2000-2006 programme, partly financed through the Interreg III Espon 2006 programme, 2006.
- Atelier parisien d'urbanisme, *Implanter 1 451 stations Vélib' dans Paris*, 4 pages, Apur, n° 27, septembre 2007.
- INSEE, « Les signes de la diversité toulousaine », *Perspectives Villes*, n° 115, novembre 2008.
- DDE Calvados, Insee, « Les quartiers caennais à l'aune de la profession de leurs habitants », *epourcent Basse-Normandie*, n° 7, avril 2008.
- Jean-François BRETAUD, Pierre VIGNÉ, *Étude de la fragmentation des habitats naturels par les infrastructures de transport*, atelier Géothématique, CETE NC, 12 mars 2009.

Table des matières

1.Introduction	5
2.Le carroyage	6
2.1 Définition	6
2.2 Les usages	7
3.Les représentations traditionnelles et leurs limites	8
3.1 Les limites statistiques	8
3.2 Les limites cartographiques	8
4.Choix et impact de la taille de la maille	10
4.1 Les questions à se poser	10
4.2 Illustrations des choix de taille de maille	11
5.Les méthodes géostatistiques	14
5.1 Le « clipping zonal »	14
5.2 La densité par la méthode du noyau	20
5.3 L'interpolation inversement proportionnelle à la distance	24
5.4 Le krigeage	26
5.5 La méthode Spline	28
6.Cas d'application	30
6.1 Mise en place d'un carroyage dans un territoire urbain stratégique : l'exemple de l'observatoire des Quartiers Sud du Havre	30
6.1.1 Présentation de l'observatoire des Quartiers Sud du Havre	30
6.1.2 Problématique technique et méthodologie	33
6.1.3 Méthodologie de détermination d'une grille cohérente et adaptée à l'analyse	35
6.1.4 Début d'exploitation	38
6.1.5 Perspectives	42
6.2 Mise en évidence des phénomènes d'artificialisation sur le littoral de la Vendée : analyse diachronique	42
6.2.1 Contexte et objectif	42
6.2.2 Création du référentiel occupation du sol	43
La création de l'PLI 2000	43
Création de la couche d'occupation du sol 1985	43
Étape 1 – Création de l'orthophotographie 1985	43
Étape 2 – Création de la couche d'occupation du sol 1985	45
Étape 3 – Création de la couche d'occupation du sol 2006	45
6.2.3 Méthode de carroyage	46

6.3 Exploitation des fichiers foncier : évolution de l'urbanisation à vocation habitat	47
6.3.1 Problématique	47
6.3.2 Méthode adoptée	47
Affectation des bâtiments à chaque maille	47
Sélection des locaux à destination d'habitation	47
Définition des périodes inter-censitaires	48
Définition de la période majoritaire : application de la règle de la surface majoritaire	48
6.4 En guise de synthèse de ces exemples	50
6.5 Les points de vigilance	51
6.5.1 La perte d'informations qualitatives et quantitatives	51
6.5.2 La précision spatiale de transfert de variable zonale	51
6.5.3 L'appropriation du carroyage	51
Un exemple : le débat public du contournement est de Rouen	51
6.6 Les données sensibles	57
7.État de l'art : publication des fiches synthétiques	58
8.Bibliographie	129
Table des matières	131

The use of grid-based geomatics for territorial observation

Geographical data – now more plentiful and accessible than ever – must be presented in a form that is useful with regard to public policy. This certainly applies as far as territorial observation is concerned, as geographical information systems (GISs) are being used earlier and earlier on in the construction, consultation and decision-making processes. This document reviews the use of the grid square for observing territories and modelling complex information. This simple and practical technique has a number of advantages, including the ability to cross-reference different sets of information in a context characterised by a profusion of geographical data.

This dossier, designed for the use of GIS specialists and other professional experts, clearly explains the usage specificities and difficulties presented by grids. These technical elements are accompanied by many practical examples that demonstrate the benefits of grid-based observation.

Tratamientos geomáticos mediante cuadros para la observación de territorios

Más numerosos y accesibles, los datos geográficos deben estar al servicio de las políticas públicas. La observación de los territorios no escapa a esta regla y la utilización de los sistemas de información geográfica se hace cada vez más temprano antes de los procesos de construcción, concertación y decisión. El presente documento propone hacer una evaluación sobre la utilización del cuadro para observar los territorios y modelizar informaciones complejas. Sencilla y práctica, esta técnica presenta, entre otras, la ventaja de poder cruzar múltiples informaciones en un contexto de abundantes datos geográficos.

A la atención de geómatas y expertos de la «profesión», este dossier explicita las especificidades de utilización y las dificultades del cuadriculado. Estos elementos técnicos se acompañan de numerosos ejemplos de utilización, que demuestran el interés de la observación basada en el cuadro y las ventajas de utilizarlo.

© Certu 2011

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Service technique placé sous l'autorité du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, le Certu (centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques) a pour mission de contribuer au développement des connaissances et des savoir-faire et à leur diffusion dans tous les domaines liés aux questions urbaines. Partenaire des collectivités locales et des professionnels publics et privés, il est le lieu de référence où se développent les professionnalismes au service de la cité.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination : Service éditions Certu

Dépôt légal : 4^e trimestre 2011

ISBN : 978-2-11-099570-4

ISSN : 0247-1159

Certu

Bureau de vente :

9 rue Juliette Récamier

69456 Lyon Cedex 06 – France

Tél. : 04 72 74 59 59

Fax : 04 72 74 57 80

Internet : <http://www.certu.fr/catalogue>

Cette collection regroupe des ouvrages qui livrent de l'information sur un sujet de manière plus ou moins exhaustive.

Il peut s'agir d'études sur une technique ou une politique nouvelle en émergence, d'une question (dans le champ de compétences du Certu) qui fait l'objet d'analyses et qui mérite d'être mise à disposition du public, de connaissances capitalisées à travers des colloques, des séminaires ou d'autres manifestations.

Ces ouvrages s'adressent à des professionnels ou à tout public cherchant des informations documentées sur un sujet.

Ces ouvrages n'ont pas de caractère méthodologique bien que des analyses de techniques en émergence puissent alimenter les savoirs professionnels. Dans ce cas, les pistes présentées n'ont pas été validées par l'expérience et ne peuvent donc pas être considérées comme des recommandations à appliquer sans discernement.

Traitements géomatiques par carreaux pour l'observation des territoires

Plus nombreuses et accessibles, les données géographiques se doivent d'être au service des politiques publiques. L'observation des territoires n'échappe pas à cette règle et l'utilisation des systèmes d'information géographique se fait de plus en plus en amont des processus de construction, de concertation et de décision. Le présent document propose de faire un point sur l'utilisation du carreau pour observer les territoires et modéliser des informations complexes. Simple et pratique, cette technique présente, entre autres, l'avantage de pouvoir croiser de multiples informations dans un contexte de données géographiques foisonnantes.

À l'attention des géomaticiens et des experts « métiers », ce dossier explicite les spécificités d'utilisation et les difficultés du carroyage. Ces éléments techniques sont accompagnés de nombreux exemples d'utilisation qui démontrent l'intérêt de l'observation basée sur le carreau et les avantages à l'utiliser.

I SUR LE MÊME THÈME

■ Observation urbaine

Série de fiches - téléchargeables gratuitement sur www.certu.fr/catalogue

■ La qualité des données géographiques

téléchargeable gratuitement sur www.certu.fr/catalogue
2010

■ La qualité des données géographiques

Cédérom
2006

■ Détermination d'un mode de l'occupation des sols et calcul d'une tache urbaine à partir de la BD TOPO® de l'IGN

Étude expérimentale - téléchargeable gratuitement sur www.certu.fr/catalogue
2008

■ Les fichiers fonciers standards délivrés par la DGI

Appelés communément fichiers MAJIC II
téléchargeable gratuitement sur www.certu.fr/catalogue
2008

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

www.certu.fr

ISSN : 0247-1159
ISBN : 978-2-11-099570-4