

# UNE MÉTHODE DE CARROYAGE POUR DÉTERMINER DES NIVEAUX D'ACCESSIBILITÉ ROUTIÈRE EN MILIEU RURAL : POSSIBILITÉS ET CONTRAINTES

Sophie PASSEGUÉ

Laboratoire Structures et Dynamiques Spatiales  
Université d'Avignon

## *Résumé*

*Un système d'information géographique en mode raster (IDRISI) est utilisé pour mesurer des niveaux d'accessibilité à une échelle intra-communale dans un espace à forte ruralité (pays et arrière-pays du Rhône moyen). L'entrée est résolument spatiale puisque le modèle de données utilisé est a priori plus adapté à l'étude des surfaces qu'à celle des réseaux. Mais le caractère très ténu de l'information, dans le type d'espace retenu, pose l'aréal en principe essentiel d'organisation, interdisant une modélisation réticulaire des lieux de l'offre et de la demande, et des espaces qui les séparent.*

*Au delà d'une simple rasterisation du réseau, l'élaboration d'un modèle de rugosité routière et la désagrégation de la population sont un des moyens d'enrichir les approches plus classiques de l'accessibilité (théorie des graphes) aux équipements et offrent de multiples ouvertures pour l'analyse spatiale, la compréhension des organisations et l'aménagement du territoire. Par ailleurs, les pixels ne sont plus seulement des éléments de l'espace mais des unités spatiales auxquelles peuvent être appliqués différents traitements statistiques.*

## *Mots-Clés*

*Accessibilité - Analyse spatiale - Distance-temps - Mode raster - Modélisation - Réseau routier - Rugosité spatiale - Territoire*

*Rhône moyen*

## **1. Mesurer les niveaux d'accessibilité aux équipements en milieu rural**

Les pays et arrière-pays très ruraux du Rhône moyen présentent de nombreux intérêts pour mesurer l'accessibilité routière aux équipements de commerces et de services : multiples composantes périphériques et polarisations, extension spatiale assurant des effets marquants des coûts d'accès, importance et diversité des contrastes (altitude, densités, réseaux routiers...), et l'axe rhodanien comme élément essentiel d'organisation... Ce type d'espace désigne un type particulier d'accessibilité : la nature et les échelles spatiale et temporelle des déplacements privilégient une mesure d'accessibilité routière avec véhicule individuel depuis le domicile. Infrastructure de transport dominante en milieu rural, le réseau routier automobile est aussi retenu pour son pouvoir maximal de dispersion et de desserte.

L'échelle de la commune est un bon facteur d'exploration des trames d'équipements (Inventaire communal, INSEE, 1988). Mais la distance kilométrique depuis le chef-lieu de la commune non équipée vers celui de la commune de recours et l'indicateur d'enclavement qui synthétise l'éloignement de l'équipement, informations riches sur l'accessibilité, réduisent chaque territoire communal à un point (dont la localisation est parfois peu significative) et restituent mal la réalité des déplacements. L'accessibilité en milieu rural n'est pas uniquement une question de points sur un réseau : même s'ils semblent ne pas être « couvrants », les réseaux ont bien des implications sur l'ensemble du territoire [4]. Partant de cette hypothèse forte, la théorie des graphes, qui abstrait les déplacements vers le réseau, ne peut pas représenter l'accessibilité pour l'ensemble des lieux habités. L'unité d'observation la plus adaptée serait donc l'écart (hameau, habitation isolée), surtout en zone de peuplement épars.

Certains caractères propres à l'espace d'application justifient cette plongée infra-communale. La nature très ténue de l'information dans les espaces à l'écart de la zone centrale – zones désertes, éparpillement généralisé de l'habitat, faible densité du réseau routier de niveau supérieur... –, pose l'aréal en principe essentiel d'organisation, interdisant une modélisation réticulaire des lieux de l'offre et de la demande, et des espaces qui les séparent. La modélisation retenue utilise donc un carroyage (et son équivalent informatique, le modèle de données raster), qui efface les limites administratives et possède de multiples avantages pour l'analyse spatiale.

Cette approche fondamentalement spatiale de l'accessibilité pose la question de la formalisation des déplacements routiers avec un modèle de données a priori peu adapté à l'étude des réseaux, et de la création des données d'anisotropie/ rugosité de l'espace en tout point. Le risque de survaloriser les mesures d'accessibilité pour des espaces peu peuplés (voire déserts) impose une quantification démographique justifiant l'utilisation d'un système d'information géographique comme outil de mesure spatiale (observation des positions relatives des objets dans l'espace et des relations entre leurs attributs) et de combinaison de ces mesures avec d'autres types d'information.

## 2. Quel modèle de données pour appréhender le réseau : raster ou vecteur ?

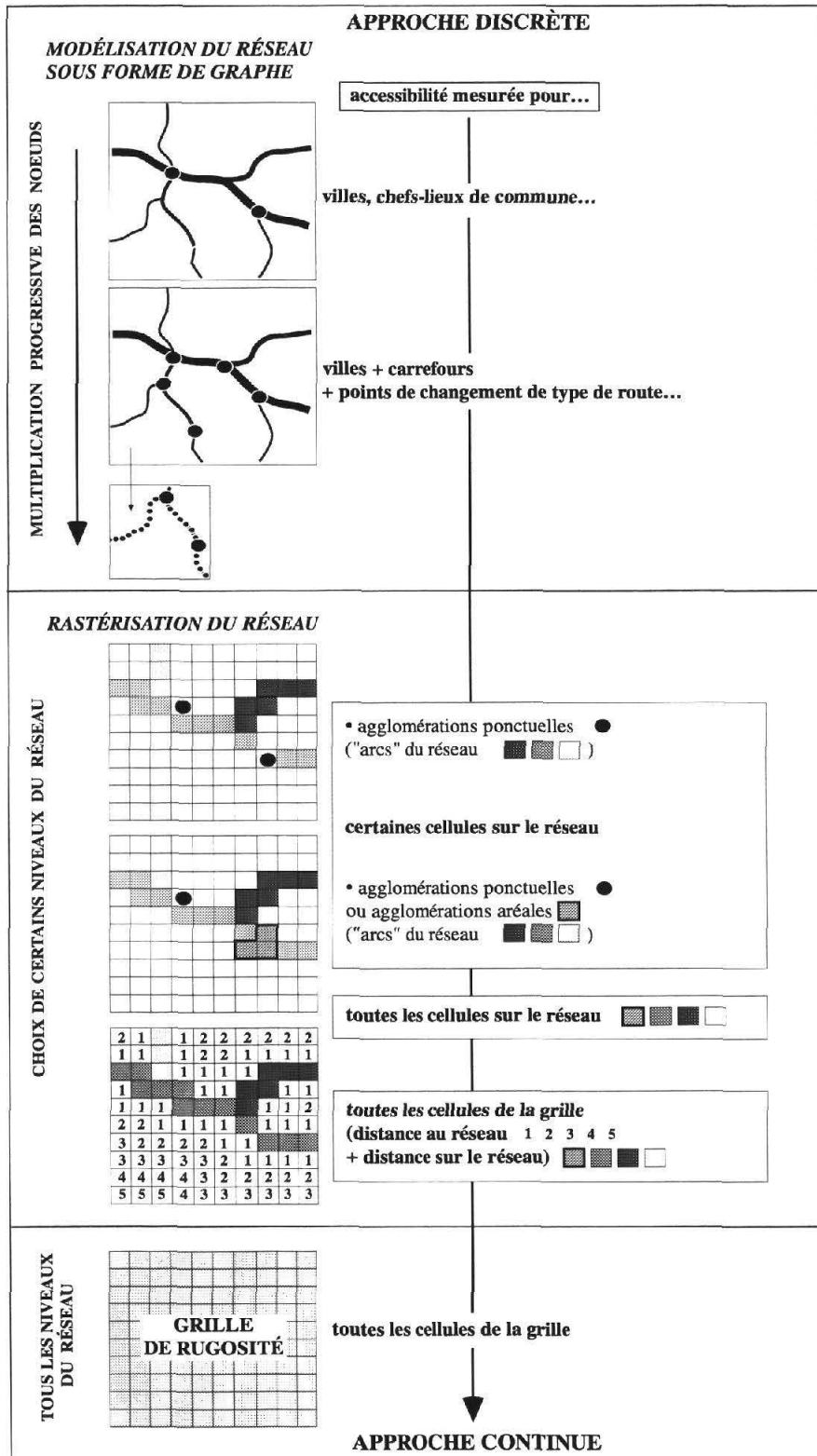
L'utilisation du modèle de données vectoriel est généralement recommandée pour toutes les analyses de réseau [2] : les points et segments sont bien adaptés pour la cartographie des réseaux et leur modélisation sous forme de graphes (carrefours et liaisons). Les nœuds du réseau correspondent le plus souvent aux centres des unités administratives retenues comme unité spatiale de référence pour localiser la population comme les lieux auxquels l'accessibilité est mesurée.

Le mode vectoriel permet de traiter les problèmes de déplacements et de distances sur les réseaux par des calculs sur les matrices associées aux graphes. Mais la modélisation nécessaire est lourde : choix d'un nombre limité de points de mesure, mise en relation de ces lieux par le réseau routier, établissement de la matrice des coûts de déplacement entre chaque couple de lieux... Seuls les lieux situés sur le réseau, qui peuvent être multipliés, reçoivent alors une mesure d'accessibilité (fig. 1).

L'utilisation d'un système d'information géographiques raster amène l'étude d'accessibilité à se détacher à la fois de la représentation vectorielle classique des réseaux et de l'appréhension de l'espace à travers les mailles administratives. Dans chacune des mailles du carroyage, on perd les objets (tronçons routiers...) au profit d'une caractéristique spatiale. Mais bien qu'inadapté à la gestion quotidienne des réseaux (besoin de précision et de sécurité des données) ou aux problèmes de logistique de transports, ce mode peut déterminer des indicateurs d'accessibilité.

La méthode simple qui consiste à rasteriser les niveaux sélectionnés du réseau est insuffisante (fig. 1) : coder « route » chaque pixel traversé par une route amalgame (plusieurs voies dans la même cellule), homogénéise et sur-représente le réseau en superficie. Cela oblige aussi à en sélectionner certains niveaux (la problématique et la résolution d'un kilomètre définissent le niveau d'observation), ce qui déconnecte un grand nombre de lieux du réseau. Cette approche carroyée reste donc discrète, à moins de mesurer, en plus de la distance sur le réseau, la distance de chaque cellule à l'élément du réseau le plus proche (création de zones-tampons ou buffers). Mais cette distance gomme encore les inégalités des déplacements transversaux pour rejoindre le réseau.

Figure 1 : Typologie des approches de l'accessibilité : du discret au continu



Conserver tous les niveaux du réseau en restant complètement dans la logique du carroyage (fig. 1) est une solution de continuité maximale pour garder le lien réseau-espace. Les liaisons logiques et symboliques entre les objets du réseau sont totalement perdues à l'intérieur de la cellule, mais au profit d'une autre topologie : la contiguïté par les angles et les côtés entre cellules se substitue à la connexité/connectivité de la théorie des graphes et à la continuité du réseau.

Si l'on se préoccupe davantage d'interactions spatiales que de précision géométrique, les données tramées évitent une lourde instrumentation et suffisent à l'usage attendu d'un système qui repose principalement sur une analogie avec la notion de propagation, difficile à instrumenter en mode vectoriel. La transformation cartographique effectuée au niveau de la cellule abandonne la précision pour une cohérence globale ; une seule valeur affectée à une surface remplace, en la résumant, une description précise du réseau. Cela opère le passage d'un type d'information dans l'espace, les différents éléments du réseau routier, à un autre : l'étendue spatiale (pseudo-continue). L'information explicite perdue est compensée par de nouvelles possibilités de traitements.

Ce basculement du réseau à la traversée de l'espace a divers atouts sur les graphes. L'intérêt porté à tous les lieux annule la nécessité de définir, pour le réseau « support » et le réseau de lieux, des niveaux à conserver, ce qui évite le risque de négliger le capillaire de desserte locale diffuse du milieu rural, indispensable à la connexion au réseau principal des maisons et hameaux isolés. Les coûts de traversée pour chaque cellule s'additionnent, et l'on conserve la possibilité d'agrégation, alors qu'il est difficile d'agréger des réseaux (hypergraphes) ou des points.

Nœuds et chemins d'une modélisation sous forme de graphe se retrouvent ainsi confondus : le fait que toute cellule puisse être aussi bien origine ou destination du mouvement qu'élément d'un chemin multiplie les points de mesure nécessairement limités sur un graphe. L'approche de l'accessibilité n'est alors pas déconnectée de son espace-support, autant du point de vue de l'espace rural où les problèmes se posent, que de l'espace « urbain » qui concentre les équipements. Le passage progressif du discret à une approche de plus en plus continue est réel. Ce nouveau mode de représentation cartographique des facilités de circulation routière valorise aussi la possibilité offerte par les systèmes d'information géographique de sortir du carcan cartographique conventionnel d'identification des objets spatiaux (modèle descriptif de la réalité).

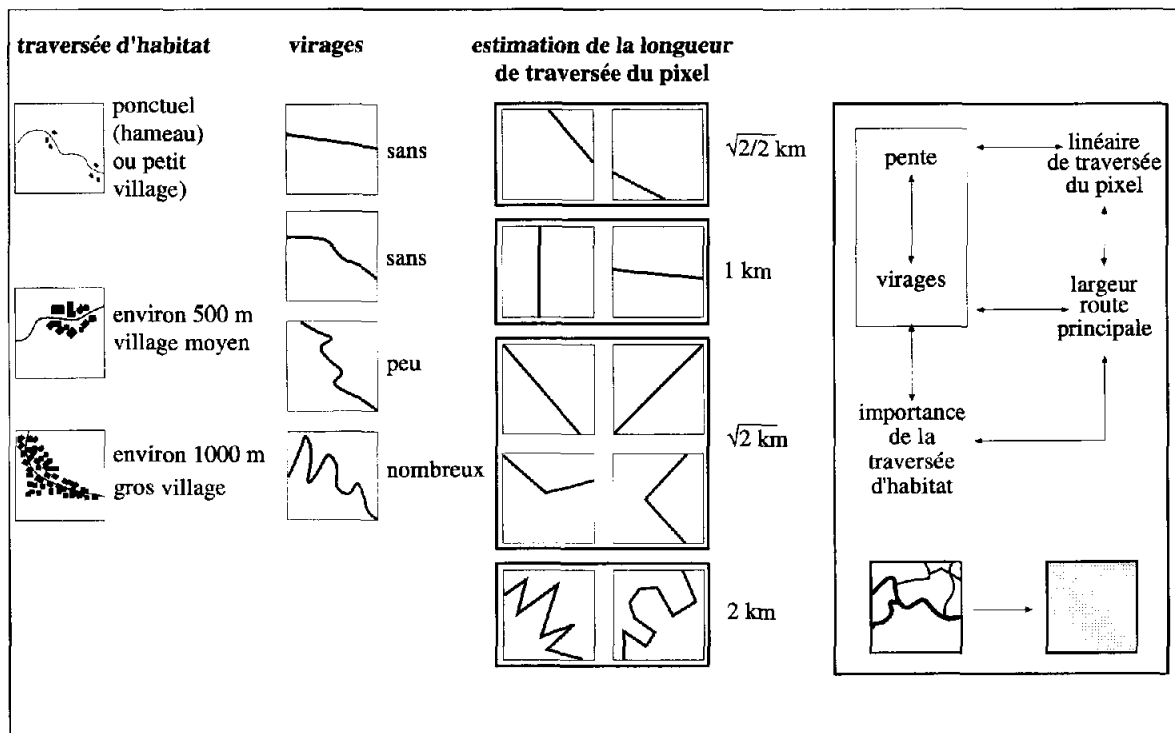
### **3. Elaboration d'un indice de rugosité routière pour exprimer la friction de l'espace**

Le processus de friction et les états d'isolement et d'enclavement qui peuvent en découler sont trois produits de la rugosité de l'espace, qui accroît les distances et marque la différence entre les lieux. Espace à traverser au cours d'un trajet routier, la cellule oppose au mouvement une plus ou moins grande rugosité routière, quantifiable à travers l'analyse du réseau routier matériel dont la carte I.G.N. au 1/25 000 donne une bonne représentation.

Alors que la contrainte des distances kilométriques n'est qu'une donnée brute à interpréter, la distance-temps réintègre l'hétérogénéité des conditions de déplacement, en fonction du mode de transport, de la qualité du réseau, de la topographie et des conditions de circulation. Outre sa grande capacité à traduire l'anisotropie spatiale, elle a l'avantage d'une pseudo-neutralité face à la diversité des situations sociales et spatiales, et offre l'indicateur unique de mesure et de comparaison des niveaux d'accessibilité. Le temps de traversée de chaque cellule est cumulé de proche en proche pour établir la durée totale du trajet : on peut parler de discrétisation de l'espace et de fractionnement du temps.

Les composantes de la « distance-temps » sont de trois types : caractéristiques physiques des infrastructures (densité, route la plus importante, sinuosité, dénivellation...), caractéristiques environnantes (traversée d'habitat, réglementation de l'intra-urbain...) et utilisation du réseau (dont le caractère très largement rural des parcours limite ici l'utilité). Largeur de la route principale, sinuosité et traversée d'habitat sont les trois caractéristiques retenues pour une résolution de 1 km.

Figure 2 : Codage de la rugosité routière des cellules : répertoire des cas rencontrés



La méthodologie de codage est contrainte par différents impératifs : simplicité et rapidité (nombreuses cellules à coder), discrimination en valeurs absolue et normative, reproductibilité (définition rigoureuse des règles d'encodage), non-redondance des variables originelles, représentativité cartographique et calculatoire, et enfin compatibilité de la grille de rugosité avec le logiciel utilisé (valeurs, échelles de valeurs et format –ici le module COST du logiciel IDRISI–). Une vitesse moyenne, transformée en temps de traversée est estimée pour chaque cellule, par observation conjointe d'un ensemble de caractéristiques (fig. 2) :

- désignation de la route principale en fonction de sa largeur (nomenclature dérivée de celle des cartes au 1/25000 : de la route étroite irrégulièrement entretenue à la route à 4 voies) ;
- définition pour chaque catégorie d'une vitesse moyenne effective en fonction des limitations en vigueur, ultérieurement modulée par la sinuosité (3 cas) et la présence et longueur d'éléments d'habitat sur le trajet (7 cas, du hameau à l'intra-urbain/centre-ville), ces deux critères étant négligés pour les trois catégories supérieures de routes. Ces critères n'intégrant que les caractéristiques techniques du réseau, les vitesses effectives ont encore été révisées à la baisse ;
- valuation temporelle de cette vitesse moyenne pour produire un temps moyen de traversée, en fonction de la longueur sur laquelle la route traverse le pixel –facteur d'itinéraire–, avec distinction de 4 cas : parallèle aux côtés, en diagonale ou avec un coude, nombreux virages et détours, en angle.

On obtient finalement quatre tableaux de valeurs de temps de traversée en minutes (tab. 1), comprises entre 0,39 mn et 4,8 mn et calculées avec une précision de deux décimales. Une rugosité maximale caractérise les cellules cul-de-sac, intraversables, les conditions de circulation étant considérées comme identiques dans les sens montée et descente.

Tableau 1 : Grilles de codage de la rugosité routière

Vitesse moyenne (km/h)

Largeur de la route principale	Virages	n° cas	Traversée					
			sans	hameau petit village	village		intra-urbain	
			a	b	c	d	e	f
2 chaussées séparées		1	100	*	*	*	*	*
3 voies et plus		2	90	*	*	*	*	*
2 voies larges	sans	3	90	80	55	45	50	35
	peu	4	80	70				
	nombreux	5						
2 voies étroites	sans	6	70	60	50	40	40	30
	peu	7	65	55				
	nombreux	8	60	50				
étroite 1	sans	9	70	60	40	30	30	25
	peu	10	60	50				
	nombreux	11	40					
étroite 2	sans	12	45	30	35	25	*	*
	peu	13	30					
	nombreux	14	25	25	25			

\* sans objet

■ Vitesses moyennes prises en compte pour le calcul du temps de traversée

Temps de traversée selon la longueur (minutes)

1. Longueur  $(1000\sqrt{2})/2$  m (707 m)

Largeur de la route principale	Virages	n° cas	Traversée					
			sans	hameau(x) petit village	village		intra-urbain	
			a	b	c	d	e	f
2 chaussées séparées		1	0,42	*	*	*	*	*
3 voies et plus		2	0,47	*	*	*	*	*
2 voies larges	sans	3	0,47	0,53	0,77	0,94	0,85	1,21
	peu	4	0,53	0,61				
	nombreux	5						
2 voies étroites	sans	6	0,61	0,71	0,85	1,06	1,06	1,41
	peu	7	0,65	0,77				
	nombreux	8	0,71	0,85				
étroite 1	sans	9	0,61	0,71	1,06	1,41	1,41	1,70
	peu	10	0,71	0,85				
	nombreux	11	1,06					
étroite 2	sans	12	0,94	1,41	1,41	1,70	*	*
	peu	13	1,41					
	nombreux	14	1,70	1,70	1,70			

2. Longueur 1000 m

Largeur de la route principale	Virages	n° cas	Traversée					
			sans	hameau(x) petit village	village		intra-urbain	
			a	b	moyen	gros	banlieue	centre
2 chaussées séparées		1	0,60	*	*	*	*	*
3 voies et plus		2	0,67	*	*	*	*	*
2 voies larges	sans	3	0,67	0,75	1,09	1,33	1,20	1,71
	peu	4	0,75	0,86				
	nombreux	5						
2 voies étroites	sans	6	0,86	1,00	1,20	1,50	1,50	2,00
	peu	7	0,92	1,09				
	nombreux	8	1,00	1,20				
étroite 1	sans	9	0,86	1,00	1,50	2,00	2,00	2,40
	peu	10	1,00	1,20				
	nombreux	11	1,50					
étroite 2	sans	12	1,33	2,00	2,00	2,40	*	*
	peu	13	2,00					
	nombreux	14	2,40	2,40	2,40			

3. Longueur  $1000\sqrt{2}$  m (1414 m)

Largeur de la route principale	Virages	n° cas	Traversée					
			sans	hameau(x) petit village	village		intra-urbain	
			a	b	moyen	gros	banlieue	centre
2 chaussées séparées		1	0,85	*	*	*	*	*
3 voies et plus		2	0,94	*	*	*	*	*
2 voies larges	sans	3	0,94	1,06	1,54	1,89	1,70	2,42
	peu	4	1,06	1,21				
	nombreux	5						
2 voies étroites	sans	6	1,21	1,41	1,70	2,12	2,12	2,83
	peu	7	1,31	1,54				
	nombreux	8	1,41	1,70				
étroite 1	sans	9	1,21	1,41	2,12	2,83	2,83	3,39
	peu	10	1,41	1,70				
	nombreux	11	2,12					
étroite 2	sans	12	1,89	2,83	2,83	3,39	*	*
	peu	13	2,83					
	nombreux	14	3,39	3,39	3,39			

#### 4. Longueur 2000 m

Largeur de la route principale	Virages	n° cas	Traversée					
			sans	hameau(x) petit village	village		intra-urbain	
			a	b	moyen	gros	banlieue	centre
2 chaussées séparées		1	*	*	*	*	*	*
3 voies et plus		2	*	*	*	*	*	*
2 voies larges	sans	3	1,33	1,50	2,18	2,67	2,40	3,43
	peu	4	1,50	1,71				
	nombreux	5						
2 voies étroites	sans	6	1,71	2,00	2,40	3,00	3,00	4,00
	peu	7	1,85	2,18				
	nombreux	8	2,00	2,40				
étroite 1	sans	9	1,71	2,00	3,00	4,00	4,00	4,80
	peu	10	2,00	2,40				
	nombreux	11	3,00					
étroite 2	sans	12	2,67	4,00	4,00	4,80	*	*
	peu	13	4,00					
	nombreux	14	4,80	4,80	4,80			

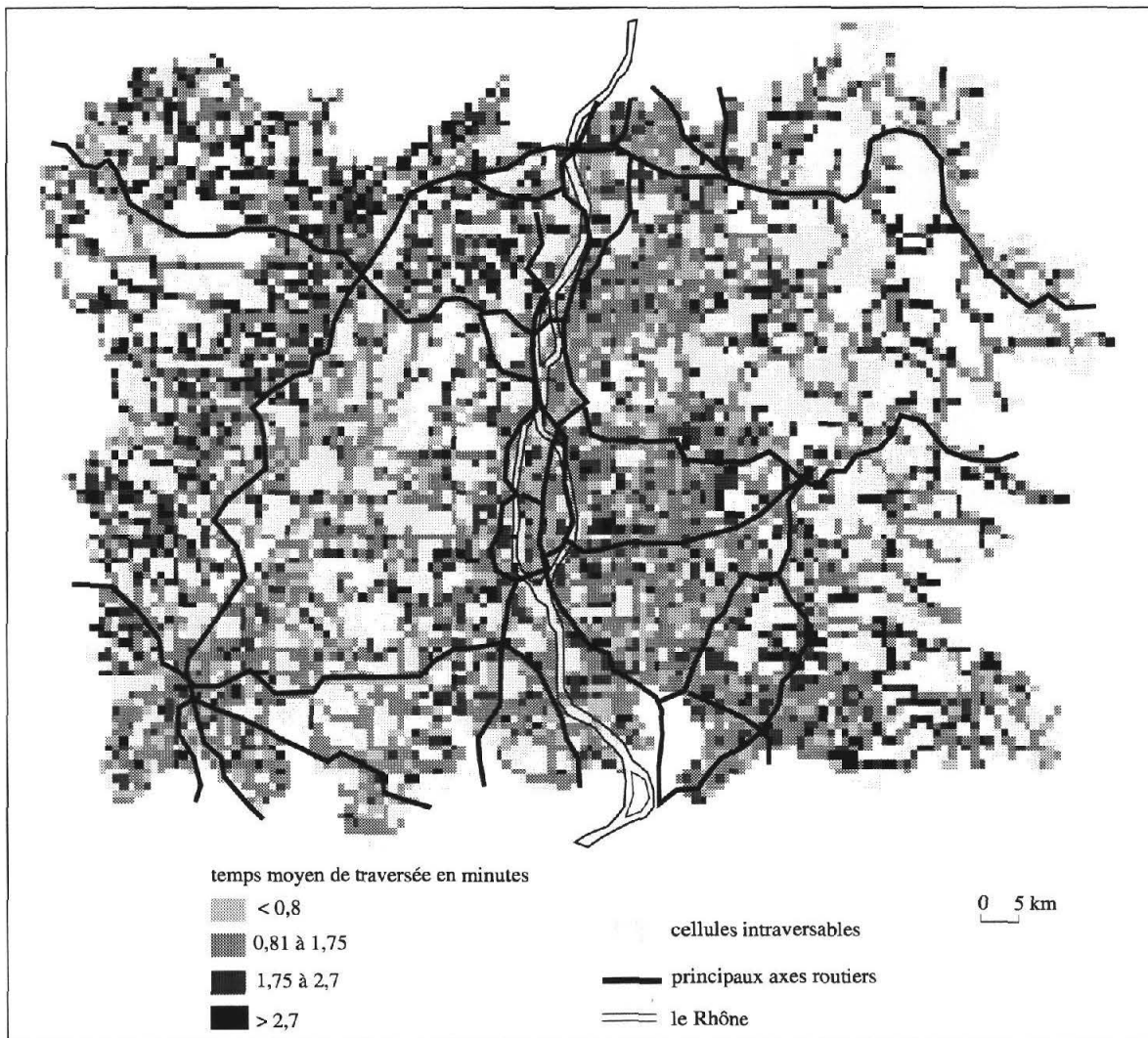
Les groupes de cellules intraversables sur la carte de rugosité discrétisée (fig. 3) représentent clairement les barrières absolues (crêtes cévenoles, Ventoux, Gras...). Les niveaux du réseau réapparaissent à travers les autres valeurs, dont l'amplitude restitue les types de structuration spatiale : faibles valeurs des axes structurants (piémont ardéchois, val de Drôme, vallée du Rhône...), masses de cellules codées des espaces de forte densité routière (Valdaine, Valréas, plaine d'Alès, de Carpentras...) et frame routière déficiente, sinueuse et peu directe des zones moins fluides (Diois, Désert, Baronnies...). La superposition des principaux axes routiers confirme la qualité de cette image. La proportion de cellules intraversables et la valeur moyenne de rugosité augmentent avec l'éloignement du fleuve, définissant un gradient croissant de rugosité et d'anisotropie (rôle négatif du relief et de l'altitude sur la fluidité).

L'algorithme passe depuis chaque cellule dans celle des huit cellules contiguës dont la rugosité assure le moindre coût de mouvement. Après repérage de la route empruntée entre deux points, le même calcul est réalisé pour une soixantaine de trajets, mais sous contrainte d'itinéraire. Compris entre 0,45 et 3,94, le rapport des temps réels aux temps modélisés (TR/TM) -soit l'erreur- a une distribution normale, avec 68 % des valeurs dans l'intervalle [0,75-1,25]. L'indépendance du résidu par rapport au temps de trajet réel révèle une erreur relative d'autant plus forte que le trajet est court : en liaison avec l'unité d'observation retenue, le modèle gagne donc en fiabilité à partir d'un seuil de temps relativement élevé, à une échelle largement supra-communale, et fonctionne mieux sur des régions enclavées que pour des zones bien desservies. Après traitements, l'adéquation des temps d'accès calculés et réels est testée pour les mêmes itinéraires. Le rapport TR/TC du temps réel sur le temps calculé révèle un ajustement moins bon que précédemment, puisque seulement 54 % des valeurs sont dans l'intervalle [0,75-1,25]. Deux écarts successifs -codage et trajets calculés- se sont additionnés.

A partir d'une surface de coût définie pour un point fixe, on peut aussi comparer le plus court chemin avec l'itinéraire routier réel (fig. 4). Le codage de la rugosité rend possible le passage transversal entre deux cellules contenant des axes routiers parallèles non reliés : une seule cellule orientant l'algorithme dans une direction donnée peut ouvrir la voie d'un chemin « parallèle ». L'ajustement spatial des chemins se révèle d'autant plus fort que le réseau routier est peu dense et les points reliés abondants. Mais ces écarts d'itinéraire produits par la caractéristique multidirectionnelle introduite par la modélisation de la rugosité sont moins importants que l'adéquation des temps calculés et réels.



Figure 3 : La rugosité routière dans l'aire d'étude



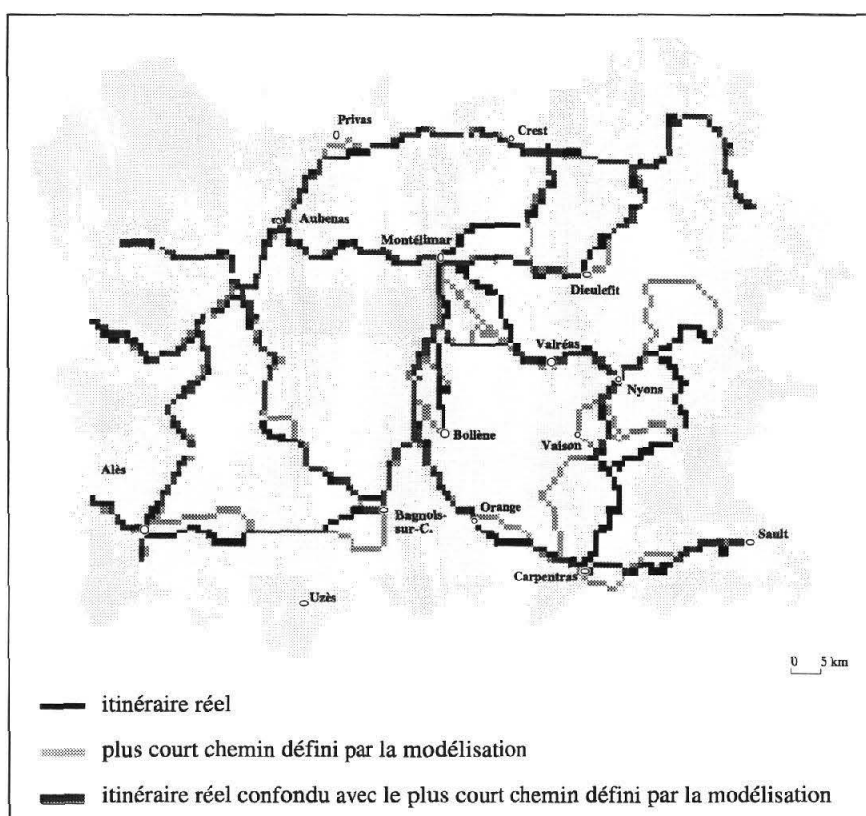
#### 4. Analyse critique, résultats et perspectives

On dispose d'un indicateur « topologique » simple, mais robuste et bien adapté à une vision régionale ou locale de l'accessibilité, et qui s'approche d'une topologie raster complète, en définissant autant ce qui est dans les cellules (*rugosité*) que ce qui est entre les cellules (*connexité*). Les caractéristiques intégrées dans l'indice agrégatif de rugosité permettent de faire remonter et de représenter à la fois des informations et une hétérogénéité (sinuosité, largeur...) d'ordinaire masquées par la rasterisation.

Mais cette rugosité uniquement physionomique (prise en compte seulement de variables statiques et techniques pour définir une perméabilité globale) réifie le réseau routier et fait abstraction des éléments extérieurs et aléatoires susceptibles de moduler les vitesses effectives. Le codage retenu ignore aussi les variations constantes de la vitesse et les temps contraints ; il contient donc ses propres limites.

*La qualité du plan de friction est relative à son adaptation au terrain et à la rugosité routière en milieu rural (présence ou absence de voie, intérêt pour toutes les catégories, sinuosité...), et n'a plus de sens urbain. Ce modèle d'accessibilité intervient donc à un certain niveau, pour les contraintes considérées. La simplification n'en est pas moins performante, la qualité et le niveau final de précision des mesures suffisant à mesurer des niveaux d'accessibilité et à les comparer. Une valeur de potentiel d'accessibilité, même comparée à la moyenne,*

Figure 4 : Comparaison des itinéraires réels et modélisés



est difficilement interprétable et reste floue. Avec la transformation en temps, le traitement des valeurs de rugosité définit des niveaux d'accessibilité quantifiés directement significatifs (fig. 5). La représentation cartographique montre la déformation de l'espace sous l'effet des temps de trajet et des conditions variables de circulation.

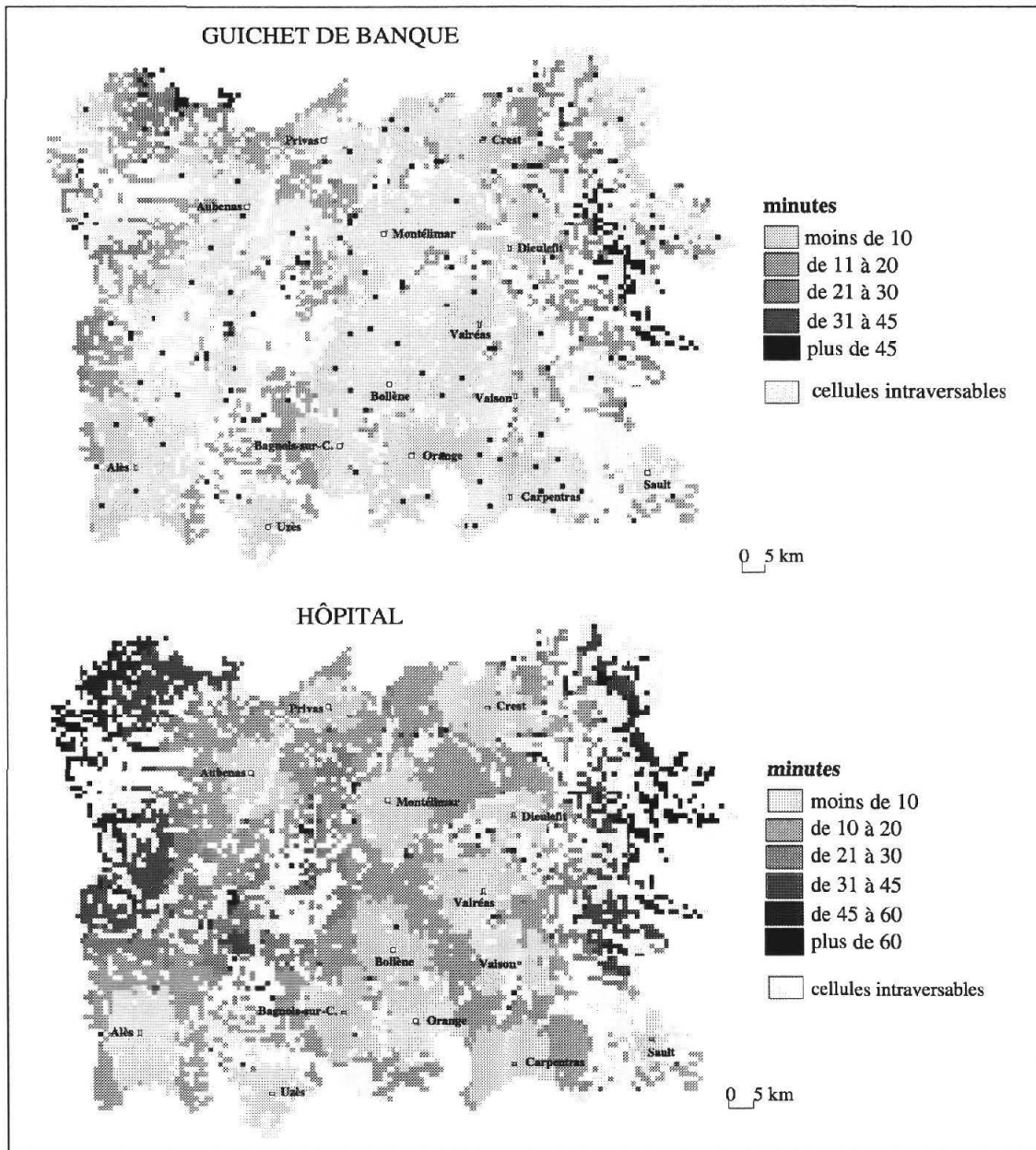
Par sa capacité à affecter à chaque unité du territoire un temps d'accès, le modèle de rugosité routière traduit parfaitement la nature d'être géographique majeur du réseau, et produit une représentation spatialement exhaustive de l'accessibilité régionale : la modélisation carroyée du réseau conserve, sauf là où il ne « va » pas, l'intégralité de la couverture de l'espace par le réseau, évitant de privilégier les lieux sur les chemins, ou inversement, au profit d'une vision globale de l'espace comme étendue et comme système de localisations. Cela ne fonctionne bien sûr que pour un degré donné de l'échelle spatiale, c'est-à-dire tant que les principes de surfaces de l'espace « banal » l'emportent sur les effets linéaires de l'espace « réseau ».

Outre l'affinement de l'approche de l'accessibilité par l'Inventaire communal (mise en évidence des inégalités infra-communales, introduction de l'anisotropie spatiale...), le modèle de rugosité routière couplé aux capacités de simulation rapide du système d'information géographique offre des perspectives évidentes pour l'aménagement du territoire : désignation de situations locales critiques, test de rationalité d'un réseau d'équipements, combinaison de niveaux d'accessibilité et de niveaux de population, étude de localisation optimale...

La préférence marquée de la statistique pour des individus neutres et comparables entre eux qui dispose ici non plus seulement d'éléments de l'espace mais d'une somme d'unités spatiales, ouvre des perspectives :

- de renouvellement de l'analyse des réseaux avec le modèle de rugosité : la distribution des valeurs de rugosité révèle l'homogénéité ou l'hétérogénéité d'un espace donné... ;
- de modélisation statistique des formes d'organisation spatiale de l'accessibilité : alors que les traitements statistiques sont impossibles avec un réseau modélisé sous forme de graphes, l'importante création d'information carroyée avec le système d'information géographique (niveaux de rugosité, niveaux de densité, temps d'accès à différents types d'éléments...) permet la construction systématique d'indicateurs spatiaux originaux pour un ensemble de sous-espaces.

Figure 5 : Temps d'accès au guichet de banque et à l'hôpital



## Bibliographie

- [1] BRANS J.P., ENGELEN G., 1980 : « Accessibilité du territoire : une approche quantitative par la recherche opérationnelle », Actes du 8e colloque sur l'analyse des données en géographie (octobre 1979), *Cahiers de géographie de Besançon, Notes et Séminaires*, n° 20, pp. 107-140
- [2] BURROUGH P.A., 1985 : *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford, Monographs on soil and resources survey n° 12, Oxford Science Publications, 194 pages
- [3] CATTAN N., 1992 : *La mise en réseau des grandes villes européennes*, Thèse de Doctorat, Université de Paris I, 380 pages

- [4] CAUVIN C., 1994 : « Accessibilité de système et accessibilité locale », *Flux, Cahiers scientifiques et internationaux Réseaux et Territoires*, CNRS, n° 16, pp. 39-48
- [5] CHESNAIS M., 1984 : « Réseaux, transports, territoires », in *Théo Quant, Géoscopie de la France*, Paris, Minard, 386 pages, pp. 199-218
- [6] COLLET C., 1992 : *Les S.I.G. en mode image*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Coll. « Gérer l'environnement », 186 pages
- [7] DOMENECH B., GUMUCHIAN H., ROGER J., 1987 : « Marginalité sociale, marginalité spatiale », *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, Tome 21, fasc. 3-4, pp. 363-368
- [8] DUPUY G., 1985 : *Systèmes, réseaux et territoires. Principes de réseautique territoriale*, Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 168 pages
- [9] GAUDARD G., PERRIARD M., 1990 : « La mesure de l'évolution de l'accessibilité régionale », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° 3, pp. 329-346
- [10] GEERTMAN S., RITSEMA VAN ECK J., 1995 : « GIS and models of accessibility potential : an application in planning », *IJ of GIS*, vol. 9, n° 1, pp. 67-80
- [11] *Géopoint 1994*, 1994 : « S.I.G., analyse spatiale et aménagement », Actes du colloque, Avignon, Groupe Dupont, 231 pages
- [12] INGRAM D.R., 1971 : « The concept of accessibility : a search for an operational form », *Regional Studies*, vol. 5, pp. 101-107
- [13] PASSEGUÉ S., 1996 : *L'accessibilité aux équipements en milieu rural. Analyse spatiale à travers un S.I.G. raster. Application aux pays et arrière-pays du Rhône moyen*, Université d'Avignon, Thèse de doctorat, 430 pages
- [14] REITEL B., 1985 : *Accessibilités routières en Europe : les temps de parcours entre 54 villes européennes*, Mémoire de maîtrise, Institut de Géographie de Strasbourg, 129 pages
- [15] REYNAUD C., CHATELUS G., 1995 : « Les concepts d'accessibilité à l'échelle européenne », Contribution au colloque « *Grandes infrastructures de transport et territoires* », INRETS/GRRT, Lille, 8-9 juin, 16 pages