

Philippe WANIEZ

RESUME L'étude des aires d'influences urbaines à l'aide d'un modèle gravitationnel est une technique ancienne. Les cartes traditionnelles, figurant les seules limites d'égale influence n'exploitent pas la totalité des ressources de ce modèle. On présente ici quelques progrès dans ce domaine, à propos des cerrados du Brésil.

• **BRESIL**
• **CERRADOS**
• **INFLUENCE URBAINE**
• **MODELE DE REILLY**

ABSTRACT The gravitation model used to study the areas of urban influences is already an old technique. Traditional maps picturing only the limits of equal influence cannot make the most of the method. Dealing with Brazil Cerrados some progresses in this field are featured.

• **BRAZIL**
• **CERRADOS**
• **URBAN INFLUENCE**
• **REILLY'S MODEL**

RESUMO O estudo das áreas de influencias urbanas com um modelo de gravitação e um método antigo. Os mapas tradicionais, mostrando unicamente os limites de igual influencia, não utilizam a totalidade dos recursos do modelo. Alguns progressos para esta metodologia estão apresentando aqui para a região dos cerrados do Brasil.

• **BRASIL**
• **CERRADOS**
• **INFLUENCIA URBANA**
• **MODELO DE REILLY**

Pour évaluer l'influence qu'exercent les lieux centraux d'une région sur leur environnement immédiat et en apprécier les limites, le géographe dispose d'un ensemble de méthodes éprouvées. Elaborés dans le cadre des études de marché, les modèles de gravitation, conduisent à des résultats robustes, très utiles lorsqu'on ne sait pratiquement rien sur la polarisation exercée par les centres urbains sur leur région, alors que les enquêtes de fréquentation font défaut ou restent confidentielles. On comprend donc bien l'importance que revêtent ces méthodes pour l'étude de régions où l'information statistique est rare ou inaccessible, comme cela est souvent le cas dans les pays en voie de développement. Certes, l'influence d'une ville ne se résume pas à sa seule puissance commerciale. Les fonctions politiques ou la position au sein des réseaux de communication interviennent sans aucun doute dans le rayonnement des centres urbains; elles doivent compléter et pondérer les résultats fournis par la modélisation.

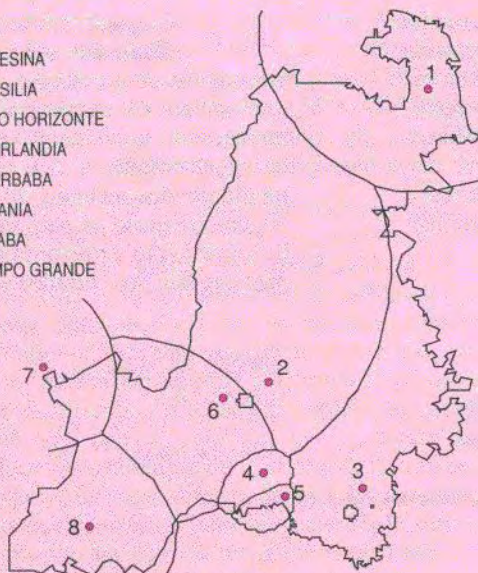
Depuis les premiers travaux de W.J. Reilly dès 1930, suivis par ceux de D.L. Huff et de H. Hoyt dans les années 1960, les modèles de gravitation permettent d'examiner les conséquences de l'accumulation des facteurs de centralité dans le partage de l'espace environnant. La «loi de Reilly» repose sur les deux principes suivants: du principe de masse, on déduit que le niveau d'influence d'une ville, sur la région qui l'entoure, dépend de la quantité de commerces qu'elle offre; le principe de distance se traduit par une décroissance de ce niveau d'influence en fonction de l'éloignement de la ville. Ainsi, l'équation fondamentale du modèle de Reilly, $A_i = P_i / D_{ij}^2$ est comparable à la loi de gravitation universelle de Newton. Elle exprime qu'une ville i exerce sur chaque point j de son environnement, une attraction A_i qui varie en raison directe de sa masse P_i et en raison inverse du carré de la distance entre la ville i et le point j , D_{ij}^2 . Chacun de ces deux termes fait l'objet de discussions.

Tout d'abord, il faut préciser ce qu'on entend par «masse». Il peut s'agir de la population totale ou active, du nombre d'appels téléphoniques reçus, du volume de dépôts dans les banques, du nombre de commerces. A ce dernier indicateur, on préfère souvent le nombre de commerces et services rares, ceux qui assurent une fonction centrale. Ensuite, la distance exerce un effet variable en fonction des caractéristiques propres à chaque espace. L'exposant 2, qui facilite l'analogie avec la loi de gravitation universelle, n'est pas toujours recevable. Sa valeur dépend des possibilités de transport, des types et de la fréquentation des commerces. De grands exposants rendent bien compte des besoins locaux en biens de consommation courante, alors que de petits exposants s'appliquent à des trajets plus longs et donc à une demande en biens plus durables.

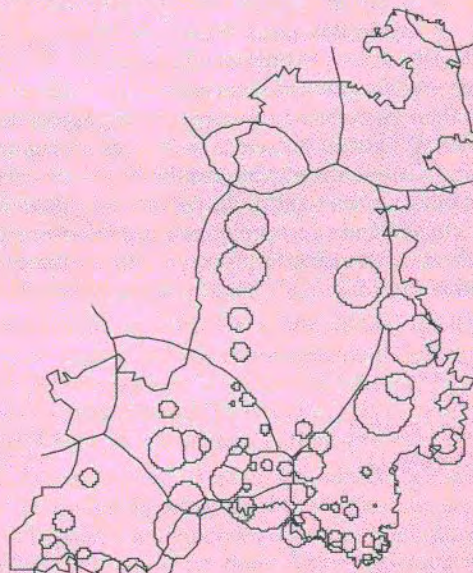
De manière traditionnelle, les cartes représentent les limites des aires d'influence, c'est-à-dire les lignes qui joignent les points d'égale attraction entre deux centres, le consommateur pouvant se rendre indifféremment dans l'un ou l'autre. Ces cartes sont réalisées à partir du niveau supérieur de la hiérarchie urbaine jusqu'au niveau jugé pertinent pour opérer une régionalisation. Par exemple, dans le cadre des cerrados du Brésil, on montre que les aires d'influences des centres secondaires (désignés par les nombres IV, IV- et III) ne forment pas un treillis continu et régulier comme c'est le cas dans les régions plus anciennement peuplées. Pour le calcul de l'influence, l'exposant 2 a été retenu alors que la masse est représentée par le nombre de commerces et services rares (livres et journaux, machines et équipements pour l'industrie, immobilier). Une très grande partie du territoire dépend directement des centres de niveau supérieur (fig. 1). Bien qu'ayant rendu de nombreux services, ces cartes présentent plusieurs inconvénients. Sur le plan informatique, tout d'abord, elles sont coûteuses en raison des très longs calculs nécessaires à la

1 a. Niveau V

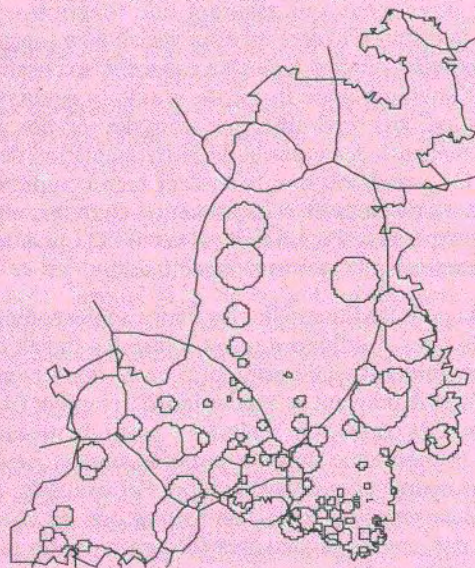
1. TERESINA
2. BRASILIA
3. BELO HORIZONTE
4. UBERLANDIA
5. UBERBABA
6. GOIANIA
7. CUIABA
8. CAMPO GRANDE



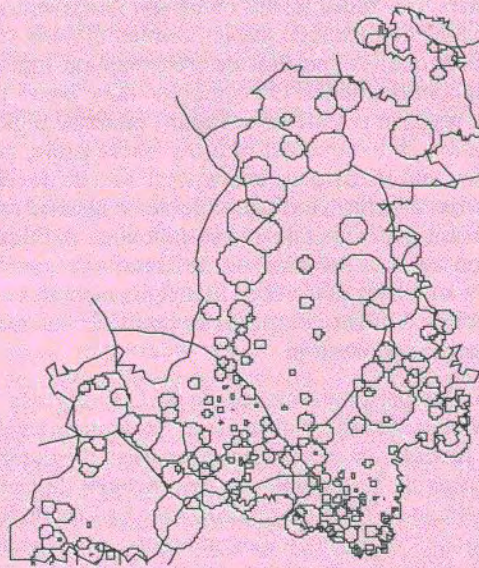
1 b. Niveau V et IV



1 c. Niveau V, IV et IV-



1 d. Niveau V, IV, IV- et III

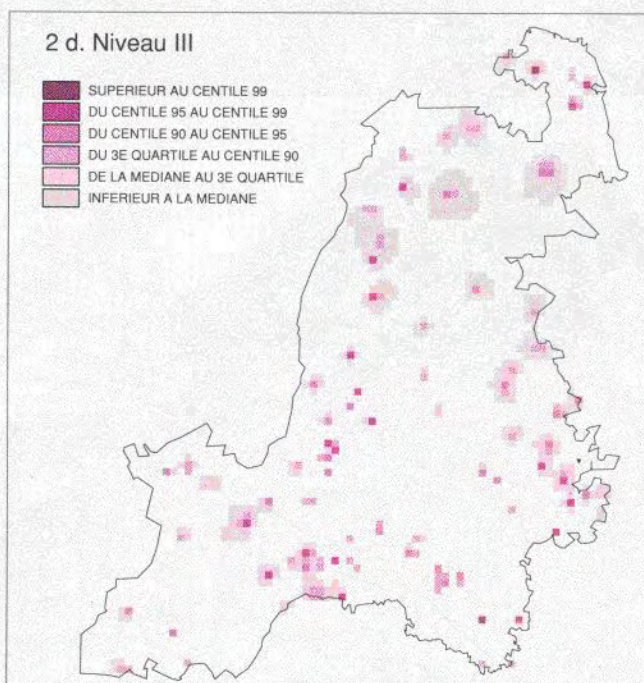
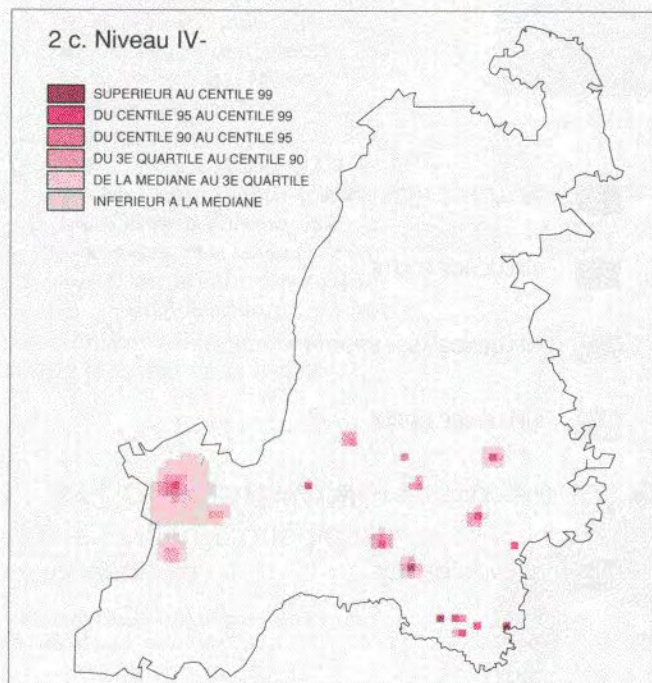
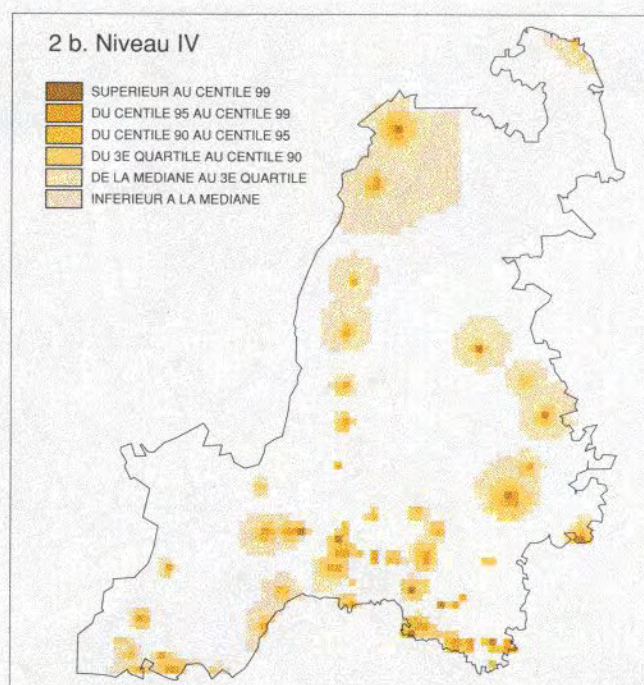
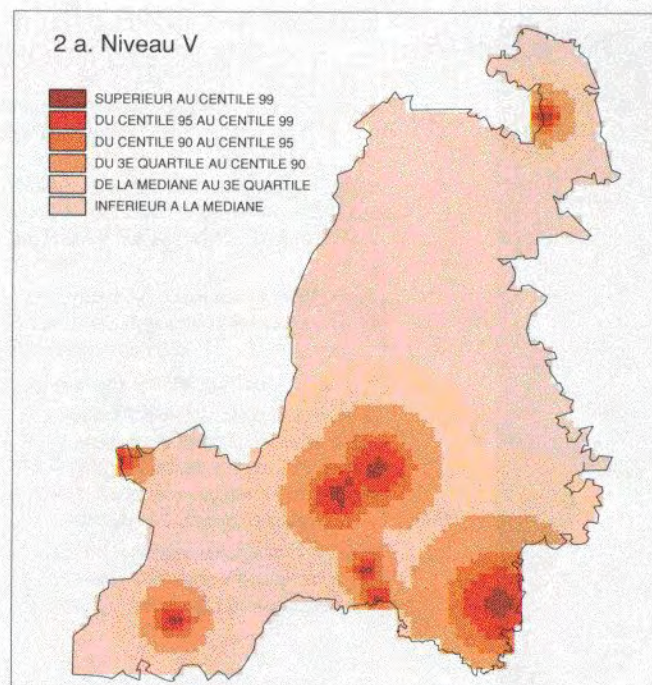


1. Commerces et services rares (1980)

Influence des centres de niveau V, IV, IV- et III (Modèle de Reilly avec exposant 2).

localisation des limites (plus d'une demi-heure de CPU sur le CNUSC de Montpellier). De plus, les programmes de calcul et de tracé ne sont pas intégrés dans la boîte à outils informatique courante du géographe, d'où une certaine

complexité dans la mise en œuvre des traitements (1). Sur le plan géographique, les faiblesses sont encore plus évidentes. En premier lieu, ces cartes ne montrent pas l'intensité de l'influence aux limites: dire qu'une grande partie



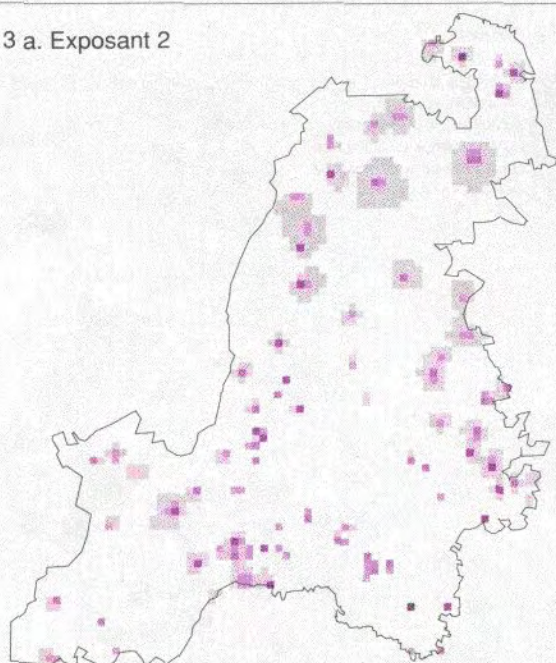
2. Commerces et services rares (1980)

Influence des centres de niveau V, IV, IV- et III. (Modèle de Reilly avec exposant 2).

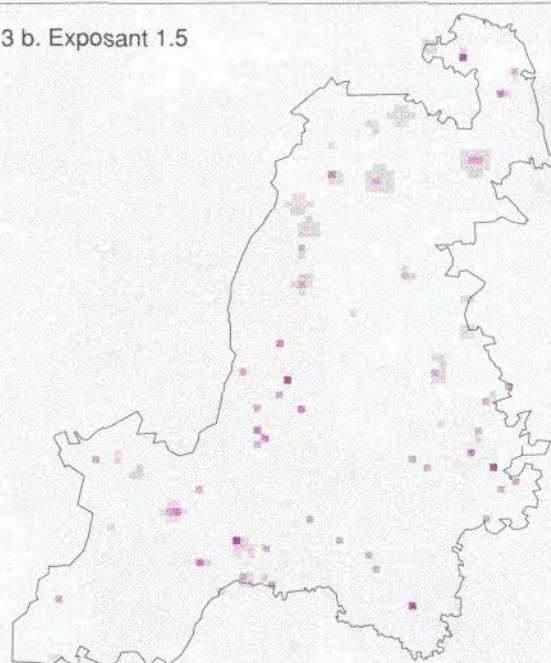
de l'espace dépend directement des plus grande villes ne renseigne pas sur la force de cette dépendance, bien faible lorsque les distances sont grandes. Ensuite, elles ne permettent pas l'examen des aires d'influence à chaque niveau

de la hiérarchie urbaine, d'où une réelle difficulté de lecture lorsque augmente le nombre de centres (carte 1d). Enfin, le mode de tracé, ligne par ligne, ne permet pas d'obtenir automatiquement la superficie des aires d'influence.

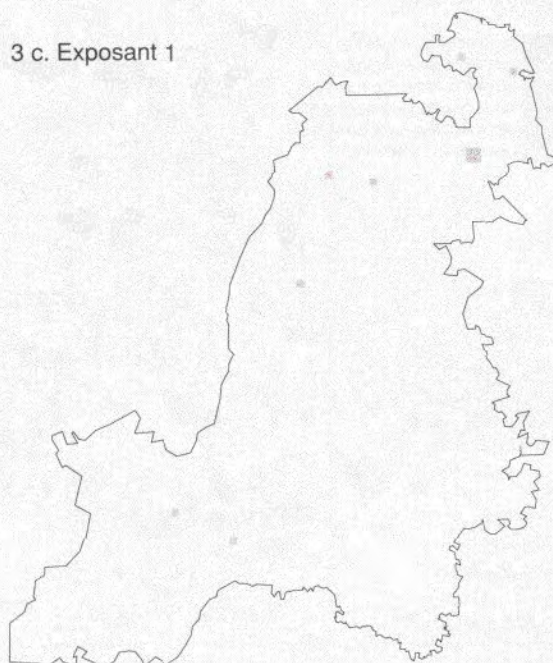
3 a. Exposant 2



3 b. Exposant 1.5



3 c. Exposant 1

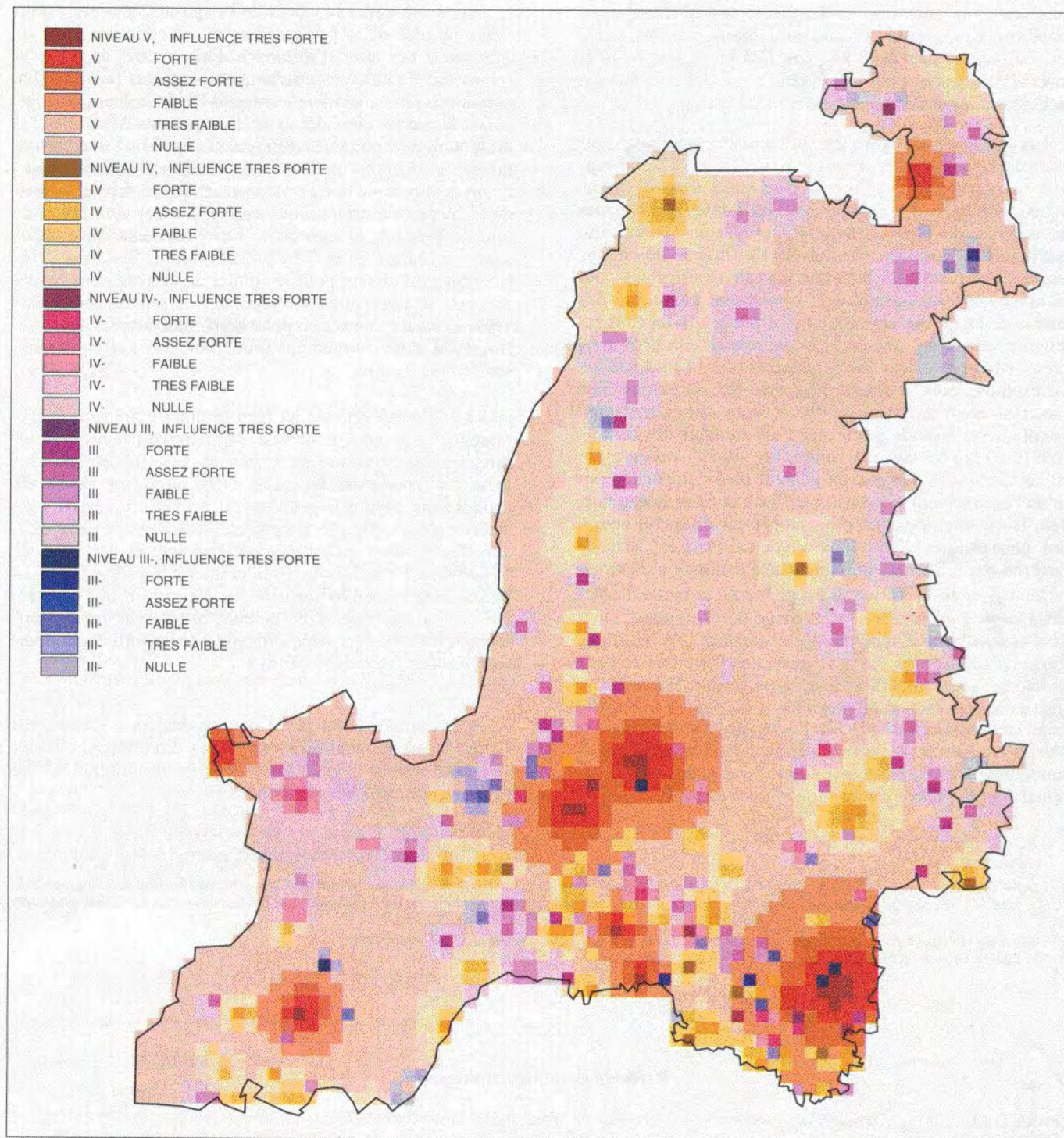


3. Commerces et services rares (1980)

Influence des centres de niveau III (Modèle de Reilly).

Pour combler ces nombreuses lacunes et insuffisances, on a imaginé et réalisé un programme écrit en langage SAS (Statistical Analysis System). Sa principale originalité rési-

de dans un carroyage systématique de l'espace (2); pour chaque carreau, on calcule l'influence de tous les centres appartenant aux niveaux hiérarchiques retenus, à l'aide de



4. Commerces et services rares (1980)

Influence des centres de niveau V, IV, IV-, III et III-. (Modèle de Reilly avec exposant 2).

l'équation de Reilly, et on ne retient que la plus forte valeur. A l'issue des calculs, il ne reste plus qu'à cartographier cette série statistique comme on le ferait pour n'im-

porte quelle carte choroplèthe. Le nombre de carreaux dépend de chaque cas, et doit être fixé de manière à obtenir un «grain» assez fin pour apprécier les variations dans l'es-

pace sans pour autant nécessiter des temps de calcul inadmissibles. Après divers essais, on a choisi pour les cerrados, de fixer le côté à 25 km, soit 625 km² par carreau et donc 3290 carreaux pour l'ensemble de la région, d'une superficie totale supérieure à 2 millions de km².

Les cartes de la figure 2 expriment les gradients d'influence des centres des niveaux V, IV, IV- et III. Par rapport aux cartes de la figure 1, elles présentent d'importantes différences. En premier lieu, les limites d'influences ont disparu, remplacées par des dégradés en couleur, qui expriment la variation spatiale de l'influence de chaque centre. En second lieu, bien que les calculs effectués pour un niveau hiérarchique donné impliquent la totalité des centres de ce niveau et de tous les niveaux qui lui sont supérieurs, ces cartes séparent chaque niveau. On peut ainsi mieux en appréhender les caractéristiques et la diversité. Par exemple, pour le niveau IV (carte 2b), on perçoit bien l'accroissement des aires d'influences du sud au nord, qui s'explique en grande partie par l'articulation des centres avec le réseau urbain; par contre, les villes historiques du Minas Gerais, au sud-est, en général bien équipées, n'ont qu'un rayonnement très étroit car l'influence de la capitale, Belo Horizonte, s'exerce directement sur elles. En comptant, pour chaque ville, le nombre de carreaux sur lesquels s'exerce son influence, on obtient une estimation de la superficie de cette influence; il est même assez facile d'obtenir la superficie par classe d'intensité de l'influence. On a alors la possibilité d'apprécier les différences. Par exemple, Teresina, capitale du Piauí au nord des cerrados, et Belo Horizonte, appartenant toutes deux au niveau V (carte 2a), présentent non seulement des aires d'influences très différentes, respectivement 303 125 km² et 40 1250 km², mais la décroissance du centre vers la périphérie est beaucoup plus rapide pour Teresina que pour Belo Horizonte: le rôle régional de la première semble donc moins affirmé.

En faisant varier la valeur de l'exposant, les cartes donnent une idée de la permanence ou, au contraire, de l'affaiblissement des aires d'influence. Cela permet de tester la robustesse du modèle et de ne retenir que les faits les plus solides. Si l'on considère le niveau III de la hiérarchie urbaine, les cartes obtenues avec les exposants 2.0, 1.5 et 1.0 présentent d'importantes différences (fig. 3). D'une part, le nombre de centres présents sur la carte diminue rapidement; cela indique que l'on a bien affaire au dernier niveau de la hiérarchie urbaine qui exerce une certaine polarisation sur l'espace. D'autre part, entre l'exposant 2 et l'exposant 1.5 (cartes 3a et 3b), presque toutes les aires d'influences rétrécissent pour se limiter au carreau dans lequel apparaissent les centres. Ceci permet de séparer les petites villes exerçant une action polarisante, qui dépasse le cercle limité de l'environnement immédiat, des autres centres strictement locaux.

La technique retenue ici peut sembler extrêmement analytique, car elle procède niveau hiérarchique par niveau hiérarchique et exposant par exposant. Elle facilite grandement l'interprétation des cartes. Néanmoins, une option du programme assure la représentation simultanée de plusieurs niveaux (fig. 4). La couleur permet de séparer chacun d'eux, alors qu'un dégradé exprime la variation de l'intensité de l'influence. Cela permet d'apprécier l'articulation de la hiérarchie urbaine en définissant des sous-régions polarisées tout en ne perdant pas de vue qu'une immense partie des cerrados échappe à toute influence urbaine (en rouge clair sur la carte).

Pour conclure, notons la qualité des sorties cartographiques, qui peuvent être imprimées directement et dont le mérite revient à la mise en relation du programme de calcul avec la procédure UNISAS (3).

(1) Le programme écrit en 1966 par R. Gambini, de l'Université du Kansas, nous a été communiqué par Micheline Cosinschi, de l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne. Après adaptation pour Macintosh, il a été complété par un programme de tracé de limites qui produit des cartes au format graphique PICT.

(2) Cette technique de calcul nous a été indiquée par Joël Charre, et figure dans son ouvrage cité en référence.

(3) De Patrick Brossier (GIP RECLUS).

Références bibliographiques

- BERRY B.J.L., 1981, *Géographie des marchés et du commerce de détail*, Paris, Armand Colin, Col. U2, 254 p.
 CHARRE J., DUMOLARD P., 1989, *Initiation aux pratiques informatiques en géographie, le logiciel INFOGEO*, Paris, Masson, 199 p.
 DAUPHINE A., 1979, *Espace, région et système*, Paris, Economica, Col. Géographia, n°1, 167 p.
 GAMBINI R., HUFF L., JENKS F., 1967, «Geometric properties of market areas», *Papers*, XX, Hague Congress, Regional Science Association.
 HAYNES K.E., FOTHERIGHAM A., 1984, *Gravity and spatial interaction models*, Beverly Hills, Sage Publications, Col. Scientific geography series, Vol. n°2, 88 p.
 HUFF L., LUTZ M., 1979, «Ireland's Urban System», *Economic Geography*, Vol. 55, n°3.
 WANIEZ P., 1988, «Base de données pour la recherche géographique: la dynamique spatiale agricole des cerrados du Brésil», *Cahiers des sciences humaines*, ORSTOM.