

METHODOLOGIE CARTOGRAPHIQUE APPLIQUEE A L'HISTOIRE. LE CAS DES MIGRATIONS

PAR

SUZY PASLEAU

Assistante à l'Université de Liège.

L'apport de la cartographie à l'histoire n'est pas fondamentalement différent de sa contribution à la géographie, mais alors que dans cette dernière discipline, elle constitue depuis toujours une démarche essentielle, en histoire elle reste encore trop méconnue. La localisation géographique des faits historiques est pourtant partie intégrante de leur réalité propre, au même titre que leur situation chronologique.¹ Or, la cartographie donne les moyens d'exploiter au mieux cette donnée essentielle. En mettant en lumière les liens qui unissent les faits dans l'espace comme dans le temps, elle complète l'histoire² et devient même "l'un des instruments les plus efficaces de la recherche historique."³

La cartographie et la graphique en général ont, sur le tableau de données ou le texte descriptif, un avantage incontestable fondé sur les propriétés de la perception visuelle:

1. Atlas historique de la France contemporaine, 1800-1965, Paris, 1966, p. 5.

2. F. JACQUES, "Aperçu sur l'évolution de la cartographie ecclésiastique en Belgique", in *Miscellanea Historiae Ecclesiasticae*, Colloque de Varsovie, 27-29 oct. 1971, Bibliothèque de la Revue d'Histoire ecclésiastique, Louvain 1974, p. 386. S. BONIN, *Traitement graphique de l'information et recherche historique*, Paris, 1969; T. CARLSTEIN, DON PARKES et N. THRIFT (ed.), *Timing Space and Spacing, Time Series*, 1978 et P. CLAVAL, J.P. WIEBER, *La cartographie thématique comme méthode de recherche*, Paris, 1969, 125 p., permettent de mesurer le progrès accompli en vingt ans.

3. G. DUBY, *Atlas historique Larousse*, Paris, 1978, 1ère éd., p. III.

“l’œil voit et enregistre en un instant ce qu’il lit (ou ce que l’oreille entend) en plusieurs minutes.”⁴

C’est là pour le *lecteur* l’utilité de la graphique. La masse d’informations proposée aujourd’hui au public est telle qu’il ne peut plus tout lire et encore moins tout enregistrer. Il importe donc de donner les moyens de faire passer en un minimum de temps l’essentiel d’une information, en ménageant dans le mode de présentation de l’image, la possibilité d’approfondir le sujet à traiter.

Là n’est pas pour le *chercheur*, l’intérêt premier de la représentation graphique. En effet, si l’on dessine une carte d’édition lorsque l’on sait ce qu’il faut dire, on esquisse d’abord une carte de recherche pour le découvrir.⁵ Construite en appliquant les règles de la grammaire visuelle, celle-ci devient très utile dans la mesure où elle est d’abord

“une image transformable [...] une mémoire artificielle puissante, susceptible de classements, de catégorisation, de manipulations diverses.”⁶

Elle permet de découvrir l’information d’abord dans son ensemble, de dégager les grandes lignes et les relations entre les facteurs qui la définissent; c’est un instrument de réflexion qui suscite questions et hypothèses.

“L’image doit donc précéder le texte et ne peut être considérée comme une simple illustration.”⁷

Elle n’est pas une fin en soi.⁸

4. S. BONIN, *Initiation à la graphique*, EPI, Paris, 1983, pp. 16-17.

5. J. BERTIN, “La sémiologie graphique et l’histoire socio-religieuse”, in *Miscellanea... op.cit.*, p. 12. Les Belles Lettres, 1969.

6. J. BERTIN, préface de S. BONIN, *Initiation à la graphique, op.cit.*, pp. 8-9.

7. S. BONIN, *op.cit.*, p. 17.

8. J. BERTIN, *La graphique et le traitement graphique de l’information*, Flammarion, Paris 1977; J. BERTIN, *Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*, 1967; D.P. BICKMORE, “Future Research and Development in Computer-Assisted Cartography”, in TAYLOR D.R.F. (éd.). *The Computer in Contemporary Cartography, op.cit.*, pp. 235-249.

La graphique a considérablement évolué. Trois étapes jalonnent son histoire. La première carte connue daterait du 3^e millénaire avant J.C. La deuxième étape n'a lieu qu'au XIX^e siècle: pour la première fois, le système graphique représente autre chose que l'espace visible (c'est le début de la cartographie thématique) et affirme ainsi son indépendance.

Au XX^e siècle, la graphique se découvre des lois tout en perdant sa rigidité.⁹

A ces enrichissements du contenu, on peut aujourd'hui ajouter un changement de moyens: l'utilisation de plus en plus courante de l'informatique.¹⁰ Pourtant, comme le remarque J.P. Donnay,

“lorsque l'ordinateur est apparu, aucun besoin particulier ne requérait son usage en cartographie. C'est au contraire la technologie qui s'est trouvé un champ d'application (...). Elle visait, au moins dans un premier temps, un créneau distinct de celui développé par la demande des années de guerre: la cartographie mathématique, puis la cartographie thématique.”¹¹

Les tendances récentes peuvent se résumer ainsi:

- 1940-1960: - urgente nécessité de documents cartographiques;
- développement de nouvelles techniques non-automatiques;
- multiplication d'ouvrages présentant les règles pratiques de réalisations à l'usage des cartographes.
- 1960-1970: - apparition de la cartographie analytique;
- naissance de la cartographie automatique;
- recherche d'une théorie cartographique.

9. J. BERTIN, préface de J. BONIN, *op.cit.*, p.7.

10. Voir à ce sujet J.P. DONNAY, *Concepts, méthodes et apports de la cartographie assistée par micro-ordinateur*, Thèse de doctorat présentée à l'Université de Liège, 1984-85; J.P. DESAIVE, “Cartographie statistique automatique”, in *Annales E.S.C.*, t. XXVII, pp. 181-183, Paris 1972. D.P. BRICKMORE, “Maps for the Computer Age”, *Geographical Magazine*, vol. 41, 1968, pp. 221-227; A.R. BOYLE, “Cartographie automatique”, *La cartographie mondiale*, vol. 15, 1979, pp. 64-72.

11. J.P. DONNAY, *op.cit.*, p. 5.

- 1970-1980: - développements de la cartographie théorique et expérimentale;
- banalisation de la cartographie assistée par ordinateur;
 - application des techniques de traitement d'images;
 - modification du contenu des ouvrages de cartographie.¹²

La cartographie assistée par ordinateur est encore loin d'être totalement opérationnelle. Deux points laissent encore à désirer.

- Les progrès enregistrés résolvent des problèmes ponctuels, ce qui se traduit par une multitude de logiciels partiellement redondants tout en ne s'adaptant qu'à des situations particulières.
- Les quelques systèmes développés dans l'optique d'une réponse globale aux problèmes cartographiques imposent trop de contraintes techniques et laissent l'utilisateur tributaire du concepteur.

Même à ses débuts, la cartographie assistée par micro-ordinateur présente déjà, par rapport à la cartographie conventionnelle, bien des avantages.

Le premier et le plus fréquemment avancé est la rapidité et la relative simplicité du dessin de cartes.¹³ Ces deux qualités ne font pas qu'accélérer la recherche, elles en améliorent le résultat. Une représentation graphique doit en effet être esquissée puis retouchée jusqu'à ce que l'information qu'elle contient ait révélé au chercheur toutes les relations que le tableau de chiffres ne montrait pas.¹⁴ En supprimant les rebutantes contraintes qui s'opposaient à une utilisation généralisée de la carte et même parfois en passant outre certaines impossibilités matérielles, l'informatique permet d'approcher la perfection.¹⁵ G.

12. Idem, pp. 4-5. Voir aussi G.C. DICKINSON, *Statistical Mapping and the Presentation of Statistics*, 2nd edition, Leeds, 1973, 196 p.

13. Voir p.ex. J.P. DONNAY, *op.cit.*, pp. 74-75.

14. J. BERTIN, préface de S. BONIN, *op.cit.*, p. 9.

15. Grâce à la cartographie assistée par ordinateur, on élabore aussi des cartes digitales, pseudo-cartes ou cartes temporaires dont le tracé n'est effectué que sur écran. Ces cartes sont en quelque sorte des essais, transformables à souhait. Cette méthode prouve une fois de plus que la cartographie doit être un moyen plutôt qu'une fin.

Arbellot conclut son étude consacrée à ce type de cartographie en histoire:

"[...] les cartes automatiques constituent un "moyen d'exhumation" particulièrement efficace de toutes les statistiques historiques qui n'ont fait encore l'objet d'aucune exploitation cartographique ou qui sont restées manifestement sous-exploitées."¹⁶

Dans le même ordre d'idées, le deuxième avantage de l'ordinateur en cartographie est sa capacité de traiter de volumineuses quantités d'informations.

Le troisième avantage n'est certainement pas le moindre, mais il est moins immédiat au non-spécialiste. C'est la possibilité de manipuler, conjointement ou indépendamment, les données et leur visualisation ce qui, selon J.P. Donnay, "conduit à une flexibilité dans l'utilisation, qui n'est pas concevable dans le cycle traditionnel des opérations de la cartographie". Dans ce cycle, en effet, le chercheur est bridé dans ses interventions puisque les processus de saisie et de traitement ne sont applicables qu'aux données thématiques et ils sont généralement dissociés de toute implication cartographique. Celle-ci n'intervient qu'au stade ultime et optionnel de la représentation. La carte apparaît alors au terme de sa construction comme un produit fini, une illustration, trop souvent jugée décorative. Il peut difficilement en être autrement puisque le chercheur ne dispose pas de données spatiales susceptibles d'être traitées conjointement, d'être ramenées à des informations pertinentes pour sa recherche. L'ensemble des informations spatiales (le fond de carte) est un acquis dont on ne peut facilement s'écarter. Or, l'apport du document cartographique est fonction de l'adéquation entre les informations spatiales et thématiques.¹⁷ Si cet argument est fondé, il est, en l'occurrence, un peu

16. G. ARBELLOT, *La cartographie statistique automatique appliquée à l'histoire*. (Une expérience sur 332 villes et villages de Haute Champagne aux XVII^e et XVIII^e siècles). S.E.V.P.E.N. Paris 1970, p.90.

17. Idem, pp. 65-66. Voir aussi D.P. BICKMORE et A.R. BOYLE, *An Automated System of Cartography*; Technical Symposium of the I.C.A., Edimburg 1964 et D. RIND, "The Nature of Computer-assisted Cartography", in TAYLOR D.R.F. (ed), *The Computer in Contemporary Cartography*, Volume 1, Chichester 1980, p. 28.

poussé. Pour l'appuyer, J.P. Donnay invoque l'exemple de la détermination d'une projection et d'une échelle. L'avantage de la cartographie assistée par micro-ordinateur vient de ce qu'elle rend de tels paramètres moins contraignants puisqu'elle les traite comme des variables.¹⁸ Or, le type de projection n'a d'importance en cartographie thématique que si l'échelle est extrêmement réduite. Quant à l'échelle, elle peut être modifiée, sans avoir recours à l'informatique et même lorsque la carte est achevée. En outre, elle ne joue pas un rôle essentiel lors de la mise en évidence des relations que la carte doit faire découvrir. Quoi qu'il en soit, la substitution au fond de carte classique d'une banque de données spatiales, se prêtant à toutes les transformations géométriques et à toutes les sélections possibles ne peut que faciliter le travail du chercheur.¹⁹

Une application: le tracé des flux migratoires

L'évolution des migrations offre un champ d'application idéal pour la cartographie en Histoire. C'est ce que nous tenterons de mettre en évidence en faisant voir sur cartes les relations qui ne ressortent pas des tableaux statistiques qui leur procurent l'information.

Une bonne cartographie observe quelques règles essentielles. Valables en cartographie manuelle et en cartographie assistée par ordinateur, elles concernent le choix des implantations et des symboles conventionnels. Même si la classification des cartes donne encore lieu à bien des controverses, on peut résumer comme suit les conditions d'utilisation des principaux types de représentations cartographiques.

- a) Les symboles ponctuels qui constituent des cartes à implantation ponctuelle sont utilisés lorsque la représentation géographique des variables à localiser est un ensemble de points ou de surfaces assimilables à des points.
- b) Les symboles linéaires qui constituent les cartes à implantation linéaire sont retenus lorsque la représentation est un ensemble de lignes ou de surfaces assimilables à des lignes.

18. J.P. DONNAY, *op.cit.*, p. 43.

19. Exemples : sélection des contours des unités d'analyse (communes, provinces, ..., suppression des contours, simplification des limites ...).

- c) Les cartes par plages (ou cartes à implantation aréale) sont employées lorsque la représentation consiste en un ensemble de surfaces ou bien lorsqu'elle couvre l'entièreté de la région cartographiée et que la variable n'est pas continue.
- d) Les cartes par isorithmes (lignes qui joignent sur une carte les points pourvus d'une même valeur) conviennent lorsque le domaine couvre l'entièreté de la région cartographiée et que la variable est continue. Les perspectives ne doivent être utilisées que dans ces mêmes conditions.²⁰

En pratique pourtant, ces règles sont loin d'être observées, ce qui ne crée des confusions que lorsque l'utilisateur de la carte n'en est pas conscient.

La cartographie par plages est la plus fréquemment utilisée. Les symboles sont étendus à toute la surface qu'ils caractérisent. Cette surface est considérée comme homogène.

"La cartographie par plage est susceptible de fournir une solution quelle que soit l'échelle utilisée pour mesurer la variable cartographique – de l'échelle nominale à l'échelle de rapport –. L'échelle en question introduit seulement une différenciation au niveau du symbole graphique, ou, plus exactement, elle définit les critères d'utilisation des variables visuelles."²¹

Ces variables sont au nombre de six:²²

1. *La forme*. Par exemple, des cercles, des triangles, etc., Elle n'exprime ni une relation d'ordre, ni une variation quantitative. Elle se combine facilement avec la taille ou la valeur et présente un caractère différentiel très limité. J. Bertin affirme même qu'elle n'aurait aucune sélectivité. C'est la variable la moins efficace, celle qui offre le moins

20. J.P. GRIMMEAU, *Méthodologie du choix en cartographie thématique : le type de carte*, SOBEG, Vol. 52, 1983, pp. 185-209.

21. J.P. DONNAY, *op.cit.*, p.409.

22. S. BONIN, *op.cit.*, pp.88-100; J. BERTIN, *op.cit.*, pp. 221-223; voir aussi F. JOLY, *La cartographie*, 278 p. in-12, Paris, P.U.F. 1976; C.F. SCHMID et J.E. SCHMID, *Handbook of Graphic presentation*, 2nd ed., New-York, Chichester, Brisbane, Toronto : John Wiley and Sons, 1979, 308 p.

de possibilités au niveau de la perception d'ensemble. (Ex.: des cercles, des triangles, ...).

2. *L'orientation*. Par exemple, celle des trames ou des traits courts utilisés comme symboles ponctuels. C'est en implantation ponctuelle qu'elle trouve les meilleures utilisations. Elle n'a cependant qu'un caractère différentiel et doit être limité à 4 directions. La sélectivité est aussi efficace que celle de la couleur et toujours supérieure à celle de la forme.

3. *La couleur*. La distinction entre les notions de couleur et de valeur (ci-dessous n°5) est fondamentale. Plusieurs couleurs ont la même valeur si aucune d'elles n'est plus foncée que les autres. On modifie leur valeur en y ajoutant du blanc ou du noir. Il s'ensuit qu'une variation de couleur, à valeur égale, n'est pas ordonnée, alors qu'une variation de valeur à couleur égale l'est. Selon J. Bertin, la couleur, qui n'est que différentielle, rend confuse toute tentative de localisation régionale dès que la distribution atteint un certain niveau de complexité.

4. *Le grain* est la dimension des éléments constitutifs d'une trame. Cette dimension peut varier sans que le rapport blanc/noir ne change. La variation de grain peut être ordonnée et sélective.

"Cette double propriété de sélectivité, par l'utilisation de grains grossiers de forme différente, et d'ordre par la variation de grain à l'intérieur d'une même forme permet de représenter des phénomènes opposés qui varient de part et d'autre d'une origine commune."²³

Tel est le cas des soldes migratoires positifs et négatifs.

5. *La valeur* est exprimée par le rapport entre les quantités de noir et de blanc sur une surface donnée. Cette variable est progressive et continue. Elle est ordonnée et différentielle mais elle n'est pas ipso facto quantifiable:

"Il est impossible d'attribuer une quantité, ni même un rapport quantitatif à des paliers de valeurs différentes sans avoir recours à la légende."²⁴

23. J. BONIN, *op. cit.*, p.94.

24. *Idem*, p. 96.

En raison de la difficulté donc du coût de la reproduction des couleurs "en à plat", on utilise plus souvent des trames formées de points et de lignes plus ou moins serrées. La valeur, tout comme la couleur et le grain, trouvent leur meilleure application pour visualiser des implantations zonales.

6. *La taille.* La variation de taille correspond à une variation de longueur ou de surface d'un signe géométrique ou autre. En implantation ponctuelle, on utilise le plus souvent les cercles de surface proportionnelle ou les colonnes de hauteur plus ou moins grandes. En implantation linéaire, c'est l'épaisseur des lignes qui varie. En implantation zonale,

"la variation de taille concerne les éléments ponctuels ou linéaires inscrits dans la zone. Ces éléments peuvent varier en surface ou en nombre ou résulter de la combinaison nombre-surface."²⁵

Outre son caractère différentiel et ordonné, le grand avantage de la variation de taille est d'être quantitative. En principe, seule la taille devrait être utilisée pour représenter des variables quantitatives puisqu'elle est la seule à fournir un ordre de grandeur.

Comment exploiter au mieux les qualités des variables à visualiser?

- a) Lorsque l'on a affaire à une variable à échelle *nominale* (variable qualitative ou caractère différentiel), le critère de différenciation suffit. En principe donc, toutes les variables visuelles peuvent convenir. Rappelons toutefois que le pouvoir différentiel des variations de forme et d'orientation n'est efficace qu'en implantation ponctuelle. D'autre part, le caractère quantitatif de la variation de taille et le caractère ordonné de la variation de valeur ou de grain sont perçus avant leur aspect différentiel.

25. Cfr. infra. *Idem*, p.100. Les deux facteurs ne sont pas sans relation.

- b) Dans le cas de variables à échelle *ordonnée*, la taille, le grain (3 à 4 paliers au maximum sont perçus par l'oeil) et surtout la valeur (7 à 8 paliers au maximum) peuvent être utilisés.
- c) Lors du traitement des variables *quantitatives*, en principe, seule la variation de taille fait l'affaire. La variation de valeur provoquerait en effet la perte de la notion de proportionnalité.

Dans le cadre de l'application aux migrations, seules des variables quantitatives et des caractères seront pris en considération.²⁶

A. LES VARIABLES QUANTITATIVES

1. Cartes à implantation linéaire

Lorsqu'on envisage des flux migratoires, la première représentation qui vient à l'esprit est la flèche, dont la largeur est proportionnelle au nombre de migrants. La couleur est éventuellement utilisée pour différencier les flux de sens contraire.

Tableau N°1: *Migrants alternants en provenance et à destination de la province de Liège, en 1910*

Provinces	Entrants dans la province de Liège	Sortants de la province de Liège	Solde
Anvers	259	198	61
Brabant	1202	1120	82
Flandre Occ.	20	36	-16
Flandre Or.	90	94	-4
Hainaut	88	283	-195

26. Pour l'interprétation des cartes, voir par exemple P. MUEHRCKE, *Map Use. Heading, analysis and interpretation*, 496 p., Madison, J. P. Publication, 1978.

Limbourg	2905	271	2634
Luxembourg	610	108	502
Namur	1324	515	809
8 Provinces	6498	2625	3873

Source: Recensement de la population et de l'industrie, 1910.

Aussitôt lu, aussitôt oublié. En outre, ce tableau ne permet pas de mettre en évidence les relations d'ensemble. Seul le solde positif de la province de Liège apparaît clairement (carte n°1).

Carte N°1²⁷

Devant la carte et sans grand effort, le lecteur mémorise immédiatement l'essentiel de l'information: plus d'un millier des entrants proviennent des provinces du Brabant et de Namur, mais c'est le Limbourg, peu favorisé par la nature, qui en envoie la majorité. Malgré la grande taille des unités d'analyse que sont les provinces, une variable explicative ressort déjà: la distance qui joue un rôle essentiel. En outre, l'importance de ce rôle se dégage de la carte. Elle est moindre en ce qui concerne le flux des sortants. On constate sans surprise que la province du Brabant, très urbanisée, est sur-représentée par rapport à celle du Luxembourg à caractère rural.

La carte par flèches a l'avantage d'être si parlante qu'à la limite, une légende deviendrait inutile. Elle n'autorise cependant que des analyses sommaires. Réduire la taille des unités d'observations reviendrait à encombrer la carte au point de gêner la lecture. Pour les analyses plus fines et plus poussées, la cartographie par plage s'avère plus adéquate.

27. Carte N°1 et toutes les autres cartes en annexe.

2. Cartes à implantation aréale

En ce domaine, les quatre techniques usuelles et les moins controversées sont les cercles proportionnels, les hachures verticales, le procédé Bertin et les isarithmes.

a) Les cercles proportionnels

L'implantation aréale est ramenée en un point au centre d'un cercle de surface proportionnelle à la grandeur de la variable à cartographier.

Prenons, toujours en 1910, l'exemple des navetteurs travaillant dans les communes de la province de Liège tout en étant domiciliés dans l'une des autres provinces belges. Si l'on descend au niveau communal, le tableau statistique n'a plus d'utilité qu'en vue de la recherche d'une particularité locale. Aussi figure-t-il parmi les annexes de notre article. L'outil le plus adéquat s'avère être la carte dont l'intérêt augmente avec le nombre d'observations prises en compte.

Carte N°2

La carte n°2 témoigne du pouvoir attractif de Liège et de la région industrielle qui l'entoure. Outre le degré d'industrialisation de la commune d'accueil, elle met en évidence un autre élément explicatif: les voies de communications.²⁸ L'axe mosan se dégage nettement par un semis de valeurs élevées alignées dans un sillon. On voit comme en filigrane les lignes de chemin de fer vers Waremmes, Landen et Bruxelles, vers Marche et vers Tongres. (Cfr carte n°2bis).

Carte N°2 bis

La carte a ainsi l'avantage de dessiner des ensembles plus ou moins homogènes qui mettent le chercheur sur la voie d'éléments explicatifs. Malgré la facilité du traitement automatique de l'information, la

28. Il est évident que ces deux facteurs ne sont pas sans relation. Le cours d'eau joue deux rôles : 1) Transport des gens et des marchandises. Sous ce rapport, l'Ourthe n'est navigable qu'en aval de Barvaux; l'Amblève en aval de Remouchamps; la Vesdre en aval de Fraipont. 2) Trouée dans le relief propice au chemin de fer mais pas à la route. Les vieilles routes empruntent les crêtes.

cartographie classique n'a donc pas perdu son utilité (carte n°2bis). En effet, si

“le facteur proximité ou contiguïté pourrait à la limite être introduit dans les traitements mathématiques, en vue de faire ressortir les relations cherchées, [...] toutes les connaissances géographiques inconsciemment accumulées ne le pourraient pas.”²⁹

Autre exemple: la provenance des houilleurs sérésiens entre 1877 et 1887. A première vue, le tableau ne met en évidence rien de particulier et pourtant la distribution des immigrants est loin d'être aléatoire.

Carte N°3

En un coup d'oeil se dégagent trois facteurs explicatifs:

- la distance entre Seraing et la commune d'origine: la majorité des houilleurs immigrants vient d'un rayon de quelques kilomètres.
- la profession antérieure des immigrants: les points dessinent assez précisément le sillon industriel sambro-mosan où la tradition minière est ancienne. Il semble donc que ceux qui travaillent comme houilleurs à Seraing étaient pour la plupart dans le métier avant de migrer.
- le peu de qualification préalable requis pour se faire embaucher à la mine incite les immigrants des campagnes limbourgeoises et luxembourgeoises à tenter leur chance dans une des communes les plus industrielles de Belgique.

b) Les hachures verticales

On les utilise lorsque la variable est exprimée en % et que sa dispersion est importante. Chaque bande de largeur constante et égale à 100% est formée d'une partie noire (proportionnelle à la valeur de la variable) et de son complémentaire en blanc. A titre d'application, nous avons représenté la part des natifs de la commune dans le total

29. J. BERTIN, *op. cit.*, pp. 139-140.

des habitants en 1910. Les données sont regroupées par arrondissement (Tableau n°4 en annexe)

Carte N°4

La carte n°4 représente la population sédentaire en Belgique (ou tout au moins celle qui est recensée dans la commune où elle a vu le jour). L'avantage de la méthode des hachures verticales est de refléter directement la réalité. Comme dans le cas des flèches, le titre suffit et la légende est pratiquement inutile. Une carte entièrement noire représenterait une population totalement sédentaire. Inversement, l'exclusivité du blanc témoignerait d'une mobilité maximale. La situation belge en 1910 est intermédiaire, les proportions variant entre 43% (Bruxelles) et 80% (Termonde). Les plus fortes concentrations de non-natifs coïncident avec les grands centres urbains et industriels (Bruxelles, Anvers, Liège, Gand, Charleroi, Verviers, le sillon sambro-mosan).

c) Le procédé Bertin

Il consiste à appliquer un semis régulier de points de taille proportionnelle à la valeur de la variable à cartographier. Taille et valeur sont par conséquent associées. Ce système a l'avantage de faire figurer sur la même carte les quantités absolues et les densités:

“les quantités par zone sont égales à la valeur numérique d'un point, multipliée par le nombre de points; la densité est traduite par la taille du point et par la variation de valeur qui résulte de la juxtaposition des points.”³⁰

Les variables absolues doivent donc être rendues indépendantes de la surface avant d'être cartographiées, faute de quoi la taille de la zone apparaît deux fois dans la représentation.

30. S. BONIN, *op.cit.*, p.104.

d) Les isorithmes

Ils sont utilisés par les auteurs américains pour traiter les variables discrètes aussi bien que les continues. Le procédé aboutit le plus souvent à un "lissage" de l'information, c'est-à-dire à une diminution des contrastes thématiques.³¹ C'est précisément là l'effet recherché. La méthode doit dégager les tendances en faisant abstraction des variations locales.³²

On distingue généralement les cartes isométriques représentant les variables directement mesurables en un point, des cartes isoplèthes qui concernent les phénomènes initialement aréaux, qui sont ramenés par convention à une implantation ponctuelle.³³

Le principe des isolignes est le suivant: pour chaque observation, on dispose d'un triplet d'informations dont deux sont spatiales (les coordonnées X, Y) et la troisième correspond à la variable à cartographier (Z). Ces triplets constituent un nuage de points disposés dans un espace tridimensionnel. Le volume déterminé par ces points peut être représenté en trois dimensions par un bloc-diagramme ou en deux dimensions par les isorithmes.

"Il suffit dans ce cas de projeter sur le plan de référence, construit sur (X, Y), les instructions de la surface avec des plans parallèles entre eux et généralement, mais pas nécessairement, parallèles au plan de référence. Encore faut-il construire la surface-enveloppe du volume à représenter."³⁴

En d'autres termes, il faut ajuster une surface au nuage de points en estimant la valeur de la variable Z en chaque point XY de l'espace géographique. On utilise dans ce but deux types d'interpolation: linéaire ou polynomiale. En cartographie manuelle, la première est la plus utilisée.

31. J.P. DONNAY, *op.cit.*, p.462.

32. *Idem.*

33. Isolignes, isoplèthes et isorithmes sont parfois employés comme synonymes, alors que les deux premières sont des cas d'application particuliers du procédé général que sont les isorithmes.

34. J.P. DONNAY, *op.cit.*, p.463.

Prenons comme exemple le taux de migration totale³⁵ entre Seraing et les autres communes de la province de Liège entre 1877 et 1887. Il exprime l'intensité des échanges migratoires, quelle qu'en soit l'orientation.

Carte N°5

La carte n°5 met en évidence le rôle de la distance sur la fréquence des migrations. L'espace freine et arrête rapidement les échanges. Cet espace est loin d'être isotrope. Le gradient est le plus élevé vers la frontière provinciale toute proche au nord-est, qui marque aussi et surtout une limite d'Etat. La ligne de la Meuse se dessine en amont vers Huy et en aval vers Visé. La vallée de la Vesdre infléchit les isorithmes vers Verviers. Quant à l'Ourthe, elle n'a que très peu d'influence. Enfin, la ligne de chemin de fer joue un rôle apparent. (Cfr Carte n°2bis)

Un deuxième exemple va permettre de dégager un autre facteur. La carte des taux de migration nette entre Seraing et les autres communes de la province durant la période 1888-1900 présente un aspect bien différent de la précédente.³⁶

Carte N°6

On distingue deux ensembles antinomiques. Le premier est constitué de communes à solde négatif situées pour la plupart entre Waremme, Seraing et Huy. Ce sont en majorité des communes rurales. Le second, caractérisé par des taux positifs et relativement élevés, englobe la région industrielle liégeoise. On peut dès lors émettre l'hypothèse suivante: l'effet conjoint de la dépression économique

35. Le taux de migration totale entre Seraing et une autre commune est le rapport entre la somme des échanges et la population de l'autre commune. Les taux ayant été calculés pour les échanges entre Seraing et toutes les autres communes belges, la division par la constante qu'est la population de Seraing n'ajoute rien. Les taux ont été ramenés à une valeur annuelle.

36. Le taux de migration nette entre Seraing et une autre commune est le rapport entre le solde des échanges et la population de l'autre commune. Les effectifs de migrants sont obtenus par traitement automatique des registres de population.

(1875-1890) et de la concurrence des autres centres industriels naissant dans la périphérie de Liège a réduit l'attractivité de Seraing qui recrute surtout ses travailleurs dans la partie la moins industrialisée de la province. Un second courant migratoire redistribue alors une partie de cette main-d'oeuvre vers les autres centres industriels en expansion. Seraing, qui ne peut plus offrir d'emploi à tous les immigrants, joue donc en quelque sorte le rôle de relais dans le recrutement des ouvriers industriels de la province de Liège. Avec cet exemple, l'apport de la cartographie apparaît plus irremplaçable que jamais.

B. LES VARIABLES A ECHELLE NOMINALE

On est parfois amené à cartographier des caractères qualitatifs. C'est le cas si l'on détermine, à partir de relevés quantitatifs, la spécialisation professionnelle des arrondissements d'origine des immigrants de Seraing³⁷ (Tableau n°7 en annexe).

Carte N°7

La distance parcourue par les migrants augmente avec leur qualification.³⁸ Cette norme s'applique particulièrement bien aux journaliers. Entre 1877 et 1887, les arrondissements dont proviennent les effectifs majoritaires de ces travailleurs sont proches de Seraing. A une plus grande distance, ce sont les commerçants qui dominent. Sans surprise, on constate que l'arrondissement de Liège envoie plus de mineurs que la moyenne et celui de Namur plus de verriers. La spécialisation professionnelle des arrondissements de Furnes (1 sidérurgiste) et Neufchâteau (4 verriers) n'est pas du tout significative. Verviers envoie surtout des domestiques, ce qui n'est peut-être pas sans relation avec la crise de son industrie textile, dont la main-d'oeuvre est majoritairement féminine.

37. Pour plus de détails sur l'indice de spécialisation, voir H. BEGUIN, *Méthodes d'analyse géographique quantitative*, Litec, Paris 1978, p. 4.

38. R. LAWTON, *The Role of migration in the development and structure of British cities in the 19th century*, Tokyo, janvier 1986.

En implantation aérale, la variable visuelle la plus indiquée pour représenter un caractère est la couleur. Toutefois, rien n'empêche de ramener cette implantation aréale à une implantation ponctuelle, ce qui permet de tirer parti des symboles orientables, nettement moins coûteux lors de la publication.

*Au-delà du langage des chiffres, celui des signes.
Nouvelles techniques, autres enjeux*

La carte présente de multiples avantages: elle met en lumière des relations qui n'apparaissent pas dans le tableau statistique, permet une mémorisation plus rapide des informations essentielles, facilite les tentatives de régionalisation en dégageant des groupes homogènes, et surtout inspire des hypothèses par la coïncidence entre les faits inscrits sur la carte et ceux qui sont, – inconsciemment ou pas – accumulés dans la mémoire du chercheur.

Son seul inconvénient est qu'elle nécessite deux dimensions au moins pour représenter l'espace. Dès lors, la mise en relation de plusieurs variables entre lesquelles on soupçonne un lien peut-elle a priori s'avérer complexe. La superposition de plusieurs caractères sur une même carte aboutit le plus souvent à une diminution de sa lisibilité. Mieux vaut se résoudre à dessiner autant de cartes que de caractères et à comparer ensuite les configurations obtenues. C'est là que les partisans de la carte découvrent encore un avantage:

“la sélection visuelle des cartes qui présentent une distribution semblable est plus rapide et supérieure à toute sélection automatique, car elle admet instantanément une variété de nuances qui défie toute programmation.”³⁹

Construire toutes ces cartes requiert une longue patience et absorbe un temps précieux. C'est là que réside l'obstacle majeur à une utilisation généralisée. L'informatique prend le relais. Gain de temps, possibilité de manier d'importantes masses d'informations et de transformer l'image à volonté jusqu'à ce qu'elle ait révélé tout son

39. J. BERTIN, *op.cit.*, pp. 161-162.

contenu, voilà ce qui fait de l'informatique l'avenir d'une cartographie axée sur la recherche.

ANNEXE

Tableau n°4: Pourcentage des natifs de la commune dans le total des habitants (par arrondissement en 1910)

Arr. adm.	Part des N en %	Arr. adm.	Part des N en %
Anvers	54,82	Mons	67,63
Malines	75,53	Soignies	59,95
Turnhout	73,29	Thuin	57,02
Bruxelles	42,58	Tournai	64,66
Louvain	73,99	Huy	63,61
Nivelles	66,57	Liège	53,98
Bruges	66,45	Verviers	52,43
Courtrai	63,61	Waremmes	74,06
Dixmude	68,78	Hasselt	72,86
Furnes	60,07	Masseick	67,82
Ostende	64,25	Tongres	76,59
Roulers	69,91	Arlon	61,29
Tielt	69,05	Bastogne	67,89
Ypres	66,83	Marche	71,92
Alost	78,15	Neufchâteau	71,13
Audenarde	69,31	Virton	71,91
Eecloo	73,98	Dinant	66,83
Gand	61,93	Namur	60,71
St Nicolas	76,00	Philippeville	64,74
Termonde	80,45		
Ath	70,84		
Charleroi	52,11		

Tableau n°7: Spécialisation professionnelle des immigrants à Seraing en fonction des arrondissements d'origine, 1877-1887.

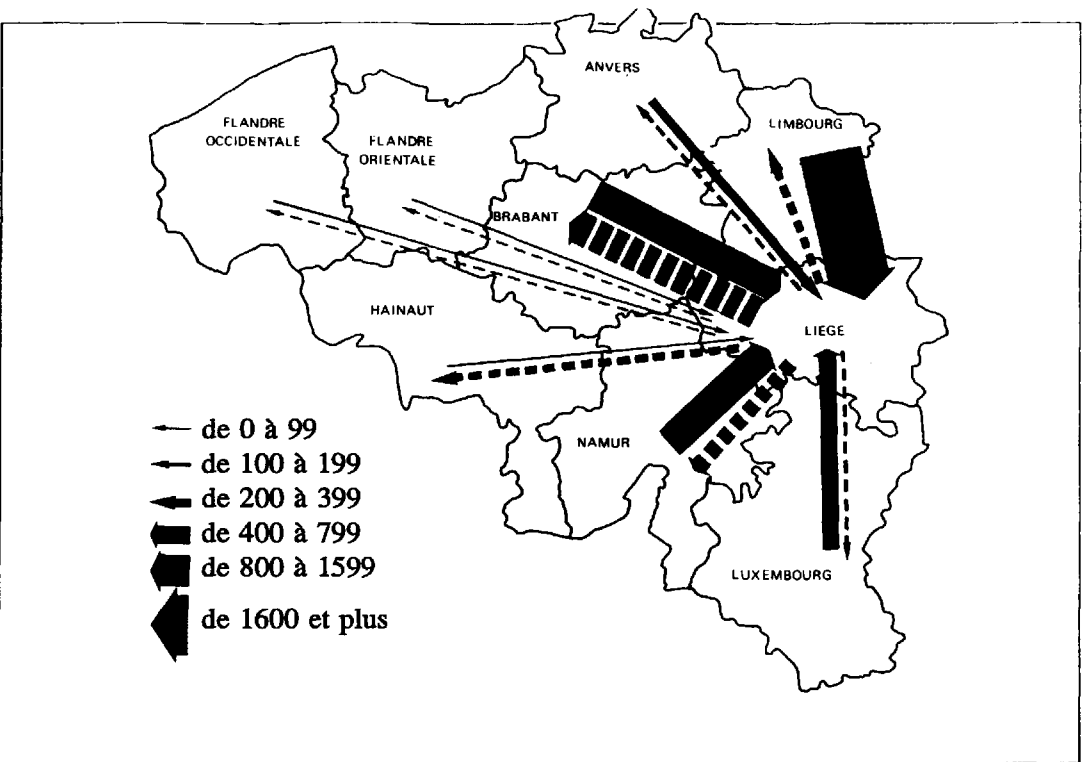
n°	arrondis. judiciaire	Indice de Spécialisation ¹						Spécialisation professionnelle ²
		journaliers	mineurs	sidérurgistes	verriers	commerçants	domestiques	
1	Anvers	1,23	0,00	0,85	0,00	3,85	1,29	commerçant
2	Malines	0,80	0,61	1,52	0,00	2,75	1,32	commerçant
3	Turnhout	2,29	0,39	0,00	0,00	0,00	0,42	journalier
4	Bruxelles	0,69	0,10	1,37	0,53	2,94	1,95	commerçant
5	Louvain	1,26	0,13	0,73	0,00	1,99	1,59	commerçant
6	Nivelles	1,05	0,00	1,99	0,00	2,40	1,44	commerçant
7	Chaleroi	1,06	1,24	0,78	1,36	1,64	0,51	commerçant
8	Mons	0,89	0,67	2,24	0,00	3,04	0,73	commerçant
9	Tournai	1,68	0,00	1,06	2,24	3,85	0,00	commerçant
10	Huy	1,27	0,85	0,52	0,18	0,79	1,14	journalier
11	Liège	0,84	1,22	1,20	0,89	1,01	0,95	mineur
12	Verviers	1,10	0,43	0,72	0,25	1,30	1,66	domestique
13	Hasselt	1,80	0,34	0,63	0,00	0,19	0,96	journalier
14	Tongres	1,69	0,16	0,40	0,00	0,00	1,48	journalier
15	Arlon	0,22	0,33	0,82	1,72	1,48	2,84	domestique
16	Marche/F	2,04	0,20	0,29	0,00	0,36	0,83	journalier
17	Neufchât.	1,57	0,30	0,49	2,08	0,45	0,97	verrier
18	Dinant	1,60	0,15	0,76	0,00	0,34	1,40	journalier
19	Namur	0,60	0,54	0,23	10,46	0,68	0,62	verrier
20	Termonde	0,00	4,24	0,00	0,00	0,00	0,00	mineur
21	Gand	1,87	0,00	0,00	0,00	2,14	1,03	commerçant
22	Audenarde	1,40	0,00	0,00	0,00	9,62	0,00	commerçant
23	Bruges	0,28	0,85	0,00	0,00	1,92	2,77	domestique
24	Ipres	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	—
25	Courtrai	0,00	1,06	2,65	0,00	4,81	1,15	commerçant
26	Furnes	0,00	0,00	5,31	0,00	0,00	2,31	sidérurgiste
T	Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

¹ $I = \frac{P_{ij}}{P_j}$ P_{ij} = la part de l'activité j dans le total des immigrants actifs de l'arrondissement i.
 P_j = la part de l'activité j dans le total des immigrants actifs de l'ensemble des arrondissements

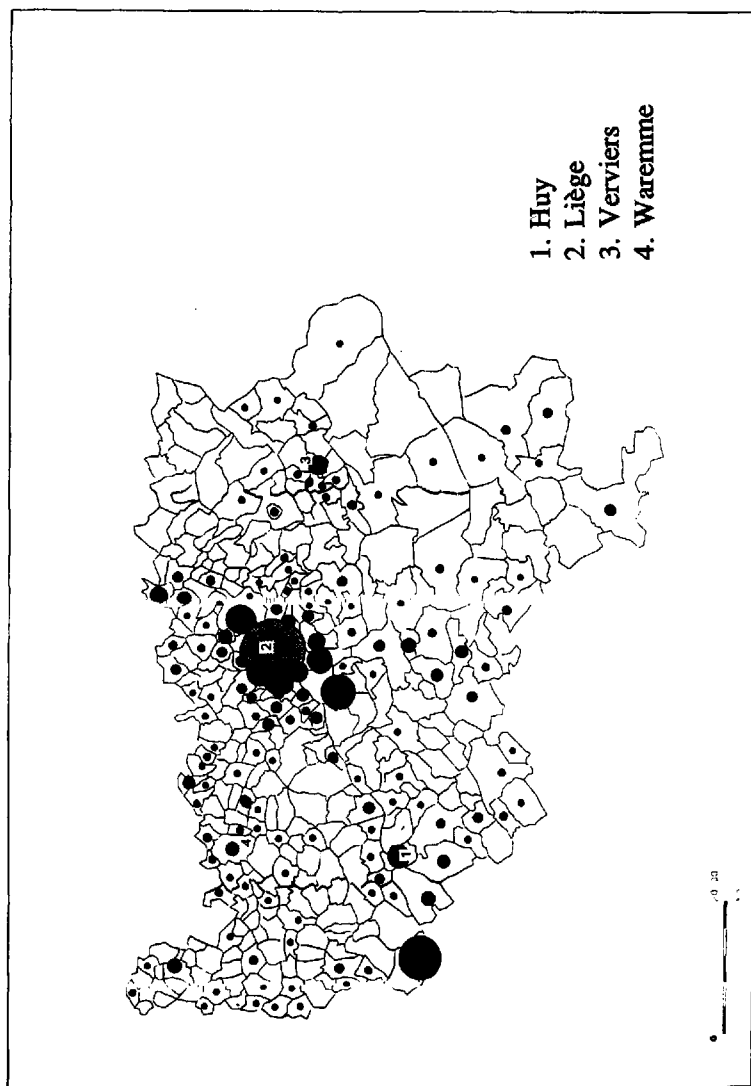
Cet indice est calculé sur base des 6 professions les plus représentées dans la population active de Seraing entre 1877 et 1887.

² Profession pour laquelle l'indice est le plus élevé.

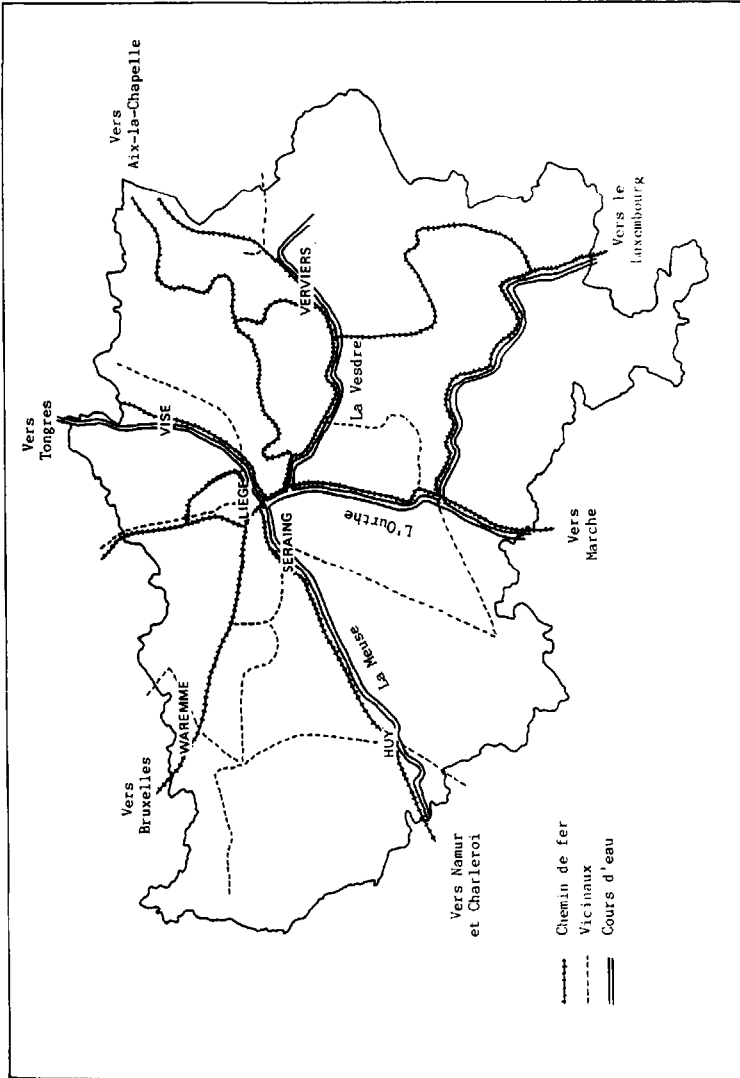
Carte 1: Nombre de navetteurs en provenance et à destination de la province de Liège, 1910.



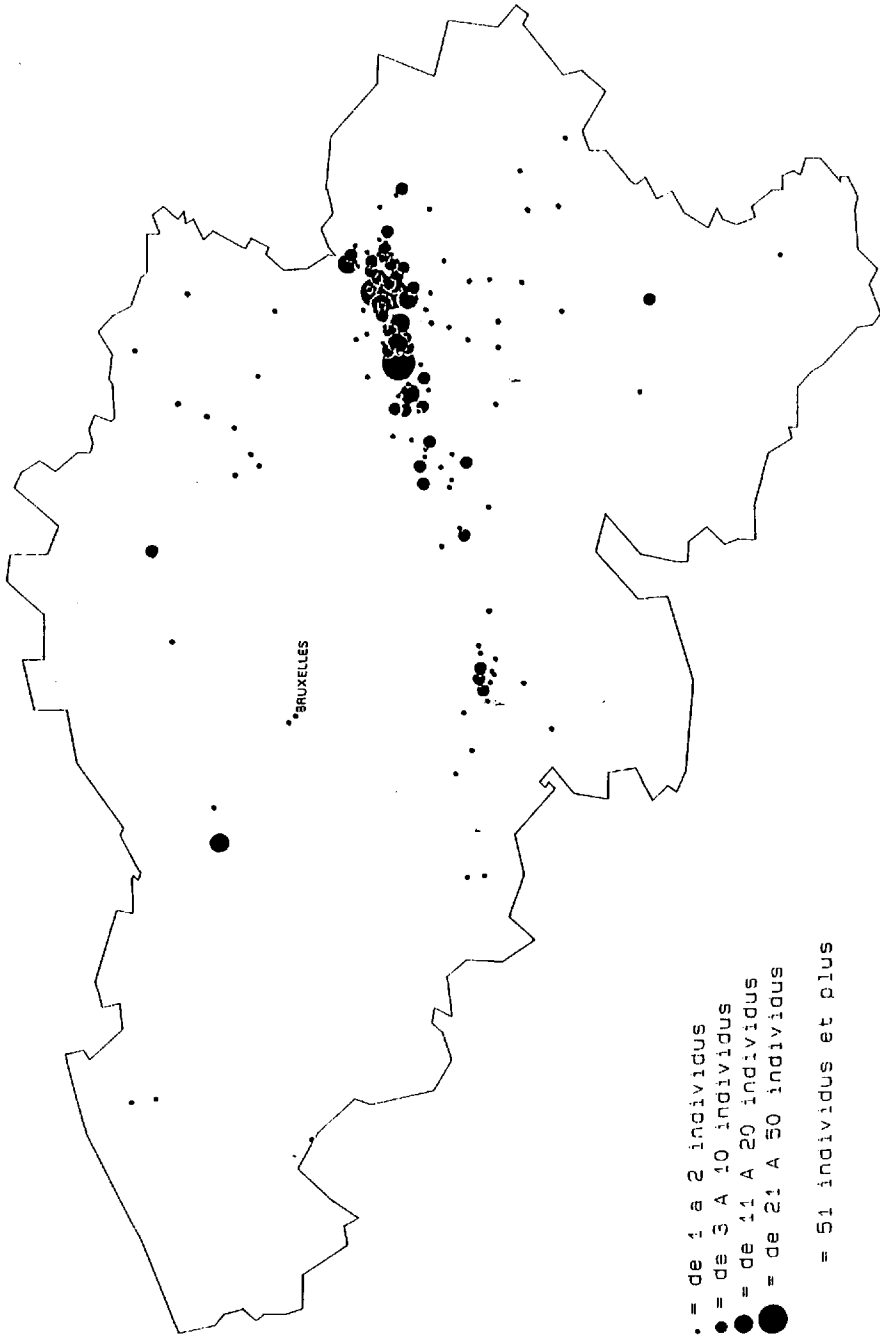
Carte 2: *Nombre d'entrants belges dans la province de Liège (par commune d'accueil en 1910).*



Carte 2Bis: Communications par eau et par rail dans la province de Liège, 1910.



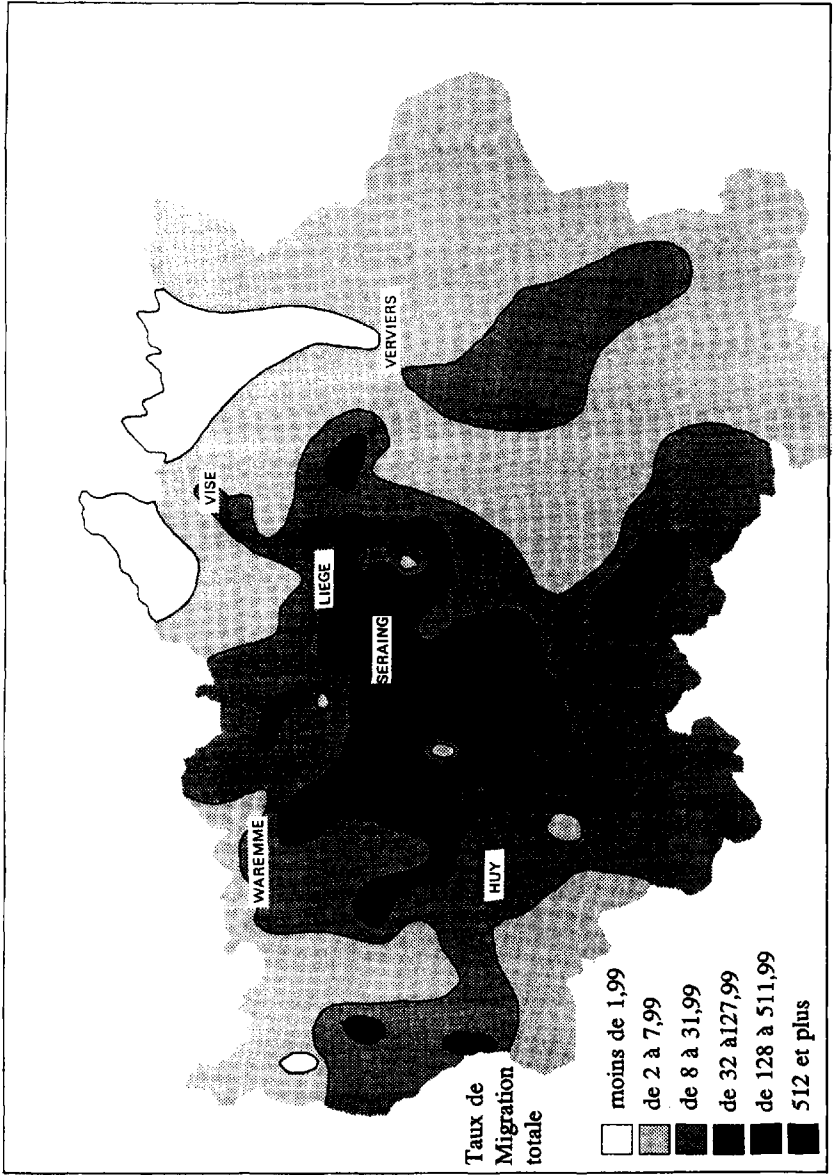
Carte 3: Provenance des houilleurs seresiens entre 1877 et 1887.



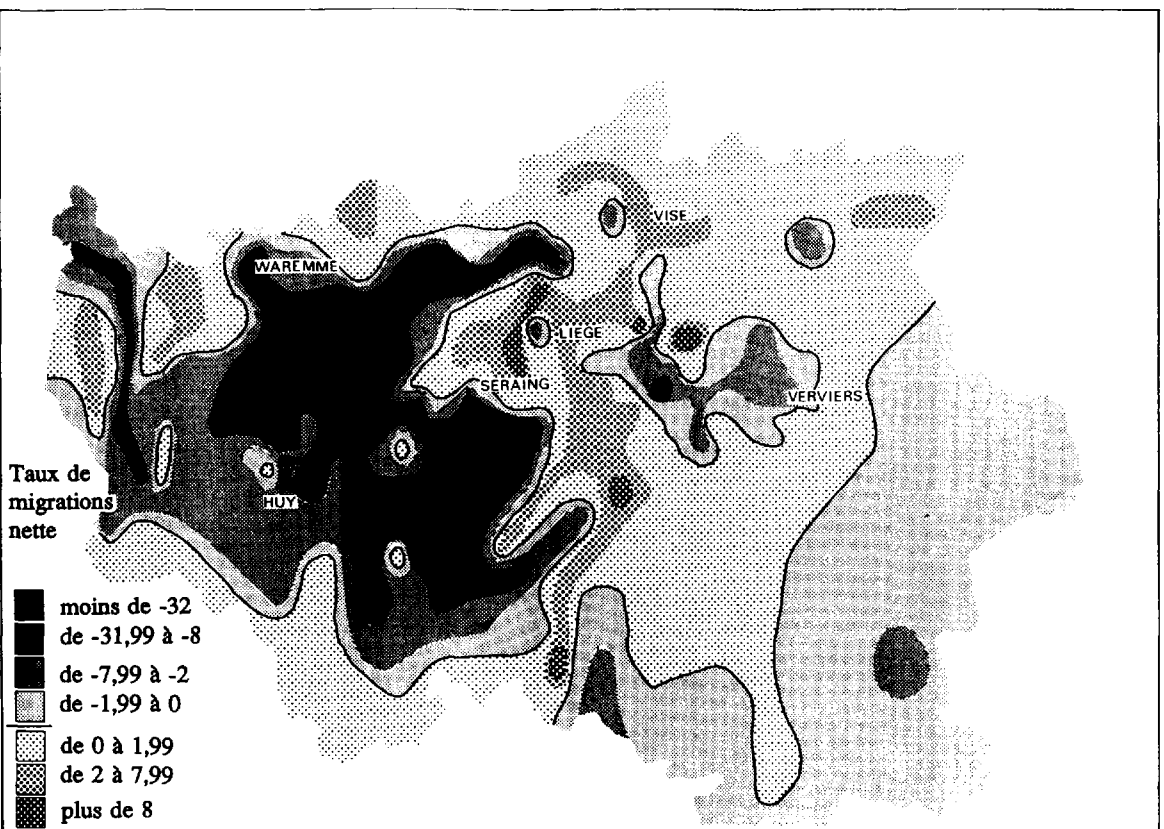
Carte 4: *La sédentarité en 1910 (Part des natifs de la commune dans le total des habitants – données regroupées par arrondissement).*



Carte 5: Migration totale entre Seraing et les communes de la province de Liège, 1877-1887.



Carte 6: Migration nette entre Seraing et les communes de la province de Liège, 1888-1900.



Carte 7: Spécialisation professionnelle des immigrants à Seraing répartis selon les arrondissements d'origine, 1877-1887.

