



Un système multi-scalaire, ses espaces de référence et ses mondes. L'Atlas Vidal-Lablache

A multi-scalar System, its referential spaces and its worlds. The Atlas Vidal-Lablache

Marie-Claire Robic



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/3670>

DOI : 10.4000/cybergeo.3670

ISSN : 1278-3366

Éditeur

UMR 8504 Géographie-cités

Référence électronique

Marie-Claire Robic, « Un système multi-scalaire, ses espaces de référence et ses mondes. L'Atlas Vidal-Lablache », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, document 265, mis en ligne le 25 mars 2004, consulté le 02 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/3670> ; DOI : 10.4000/cybergeo.3670



La revue *Cybergeo* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transposé.

De comparatio chartae electoraliae *(De la comparaison des cartes électorales)*

About electoral maps comparisons

[Dominique Badariotti](#)

Professeur des Universités

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Laboratoire SET - IRSAM

Domaine universitaire F-64 000 Pau Cedex

Tel : 33 05 59 40 72 74 Fax : 33 05 59 40 72 55

Résumé :

Les cartes électorales sont à la fois un bien de grande consommation et un outil d'analyse indispensable pour le scientifique, qui pour progresser dans son questionnement est très souvent amené à comparer ces cartes entre elles pour en abstraire des informations ou y lire des liens spatiaux. Or comparer des cartes si diverses entre elles ne va pas de soi : l'objectif de cet article est de présenter quelques solutions méthodologiques connues qui, appliquées à la géographie électorale, permettent de réaliser des comparaisons raisonnées et de progresser dans la connaissance des phénomènes politiques.

Mots-clés :

Cartes électorales, comparaisons de cartes, géographie politique, méthodologie, coefficients de ressemblance spatiale, corrélation de Pearson

Abstract :

Electoral maps are used both by a large public, as an information tool, and by scientists as a political and geographical analysis tool. The researcher has often to make comparisons between maps to get a better understanding of the political phenomena that are going on. But making map comparisons is not that easy ! The purpose of this article is to draw some methodologic well-known possibilities in making maps comparisons, which can be applied to electoral geography to help to improve our knowledge of political phenomena.

Key-words :

Electoral maps, map comparisons, political geography, methodology, spatial similarity coefficients, Pearson's product moment correlation coefficient

Introduction

« Le travail de cartographie des résultats électoraux est absolument nécessaire » écrit Béatrice Giblin-Delvallet dans le dictionnaire de géographie politique d'Yves Lacoste (1995). La cartographie électorale est en effet un outil d'analyse qui permet de saisir les rapports de force locaux, offrant ainsi une image du caractère diversifié des opinions. Ces représentations se sont rapidement imposées dans les laboratoires et les centres de recherche tant leur utilisation est complémentaire des autres techniques, notamment statistiques, de visualisation des résultats électoraux.

Les cartes électorales permettent de représenter et de localiser des phénomènes électoraux et en offrent, par là même, une vision synoptique. Grâce à elles, l'analyse des scrutins peut intégrer des éléments décrivant les relations spatiales entre les données : l'étendue, la régularité des localisations, la proximité, la contiguïté, le voisinage, la concentration ou au contraire la distance, la dispersion, l'isolement, ... Ces relations spatiales sont souvent le reflet de processus spatiaux, déterministes ou stochastiques : leur étude facilite l'identification de structures spatiales.

Mais les cartes électorales sont aussi des documents destinés au grand public. En effet, comme toutes les représentations cartographiques nouvelles, elles ont un grand attrait auprès d'un public élargi de lecteurs qui, l'ambiance électorale aidant, les accueillent avec le même enthousiasme que les cartes nouvelles et autres atlas du 16ème siècle. Ces mêmes lecteurs s'en emparent, les manipulent, les analysent et les comparent en cherchant à interpréter leurs variations, sans avoir une conscience claire des limites de cet exercice.

Au delà des problèmes liés aux choix techniques préalables à la réalisation des cartes électorales (type de représentation, nombre de classes et méthode de discrétisation), qui ont été abondamment commentés dans la littérature géographique générale (Cauvin-Reymond-Serradj 1987, Monmonnier 1993, Steinberg 2000, Thomas 2001, ...) ou électorale (Géopoint 1982, Bon et Cheylan 1988, ...), un des écueils majeurs de la géographie électorale réside justement dans cet exercice de comparaison de cartes. Les raisons de comparer les cartes entre elles sont en effet nombreuses dans le domaine de la géographie électorale. Qu'il s'agisse de caractériser les rapports de force locaux, d'apprécier l'évolution des scores d'un candidat, d'étudier les modifications d'implantation de tel ou de tel parti, de recouper la donnée électorale avec d'autres informations spatiales, bref dès lors qu'il faut essayer de comprendre la géographie d'un suffrage, on est très souvent amené à comparer des cartes entre elles. On cherche alors des associations spatiales que l'on va essayer d'interpréter. Ces comparaisons de cartes se font en général sans filet, beaucoup d'auteurs n'ayant pas une conscience claire des risques que représente cet exercice.

Or, cet exercice de comparaison de cartes, qui paraît fort ordinaire, est un des plus difficiles et des plus périlleux que connaisse de la géographie. Il existe pourtant des méthodes, pas toujours connues des politologues, permettant de se livrer à cet exercice en toute connaissance de cause : il nous semble donc intéressant d'évoquer quelques unes de ces méthodes en guise de repositionnement du débat. L'objectif de cet article est donc de discuter des comparaisons de cartes électorales, et de proposer - sans vouloir être exhaustif - quelques méthodes géostatistiques connues par ailleurs, mais qui ont jusqu'à présent assez peu été utilisées en matière de cartographie électorale et qui permettent de répondre à ce besoin de façon raisonnée.

1. Problèmes généraux et particuliers de la comparaison de cartes

Tout individu à qui on présente deux cartes d'un même espace, représentant deux phénomènes différents, mais qui pourraient être intellectuellement liés, ou montrant deux stades de développement d'un même phénomène, sera tenté de les comparer visuellement pour y distinguer des différences ou au contraire des

ressemblances. Au delà du caractère très subjectif du résultat de cette comparaison, cette attitude, pourtant très largement répandue - notamment en matière de géographie électorale -, peut conduire à des contresens graves pour de multiples raisons liées soit à la différence de conception des cartes, soit à la signification profonde d'une comparaison.

1.1 La conception des cartes et leur comparaison

Tout d'abord, toutes les cartes ne sont pas conçues pour être comparées ! Du point de vue technique, la comparaison de cartes est en effet un vaste problème offrant une grande quantité de combinaisons différentes, dont un grand nombre n'a pas encore trouvé de solution acceptable. Or il est rare que le lecteur se soucie de la possibilité technique de comparer les cartes : celle-ci n'est pourtant acquise qu'à condition que les conceptions des cartes, mode géométrique de représentation et méthode de discrétisation harmonisée, le permettent.

La géométrie des cartes

Ainsi, toutes choses étant égales par ailleurs et en ne faisant varier que les seuls aspects géométriques des cartes à comparer, à savoir les implantations, on peut définir quatre types de cartes : les cartes ponctuelles, les représentations linéaires, les cartes aréales d'assymétries - appelées aussi cartes chorochromatiques (Joly, 1976, 193) ou cartes en aires (Brunet, 1987, 71) - et les cartes aréales choroplèthes.

Ces quatre types de cartes autorisent à elles seules dix types différents de comparaisons de cartes selon David Unwin (1981). Mais si on ne retient parmi ces dix types que les cas qui reviennent le plus fréquemment en matière d'analyse géo-électorale, le nombre de solutions à notre problème se trouve fortement réduit. En effet, les cartes électorales sont généralement des représentations choroplètes, que l'on cherche la plupart du temps à comparer entre elles ou à comparer à des représentations d'autres phénomènes censés éclairer le scrutin (répartition des classes sociales, zonages des opérations d'aménagement urbain, limites des zones franches ...). Dans neuf cas sur dix, ceci revient à effectuer des comparaisons de type 8, 9 ou 10 sur le tableau 1.

Tableau 1 : les dix types de comparaisons cartographiques

Cartes	Ponctuelle	Linéaire	Chorochromatique	Aréale choroplèthe
Ponctuelle	1	2	3	4
Linéaire	-	5	6	7
Chorochromatique	-	-	8	9
Aréale choroplèthe	-	-	-	10

En fonction du type de carte à comparer, d'autres paramètres que la seule géométrie peuvent intervenir sur la comparabilité des cartes : parmi ceux-ci, la discrétisation des données initiales est un aspect important pour les cartes géo-électorales, qui sont à 99 % des cartes choroplèthes constituées des circonscriptions électorales.

La discrétisation des variables électorales

Si la géométrie des cartes électorales ne pose généralement pas de problème, puisqu'elles sont la plupart du temps des cartes choroplèthes, l'utilisation de méthodes de discrétisation harmonisées n'est pas encore, et de beaucoup s'en faut, généralisée pour les cartes électorales destinées au grand public.

Il est vrai que l'on trouve des choses très diverses en matière de discrétisation pour les cartes électorales. Cette diversité répond en partie à la variété des objectifs de ces documents, objectifs qui ne sont eux-mêmes que le reflet des intérêts différents portés sur les représentations électorales : rendre compte de la répartition d'un électorat abstraction faite des autres, représenter les progrès ou les régressions d'une tendance politique, représenter la géographie des grands vainqueurs ou des grands vaincus, ... ne nécessitent pas les mêmes méthodes. Parfois aussi elle est liée à une certaine inculture cartographique de la part des auteurs de cartes, inculture contre laquelle des géographes se sont régulièrement élevés, parfois isolément, parfois collectivement comme lors du colloque Géopoint de 1982.

Progressivement, la communauté des géographes, associée aux politologues, a patiemment posé les termes d'une nécessaire harmonisation des discrétisations des cartes. Ces efforts n'ont pas été vains puisque l'on observe aujourd'hui, dans les grands quotidiens, une prise en compte de la méthodologie de conception des cartes bien plus importante que par le passé. A ce titre, l'ouvrage de Bon et Cheylan (1988), qui décortique les différents modes de représentation d'une variable électorale et préconise *in fine* l'utilisation de découpages en quartiles et en quintiles, a eu un effet tout à fait positif sur les cartes électorales.

1.2 La signification de la comparaison des cartes

Mais la comparaison de cartes pose aussi d'autres problèmes, moins techniques et plus fondamentaux. Ces problèmes sont davantage liés à la signification de l'acte de comparer, et à ce que l'on peut, raisonnablement, en déduire. En effet, à travers une opération de comparaison, on prétend que deux phénomènes sont de même nature et que les comparer est possible et a un sens ! Autant on peut accepter cette position, tant que l'on reste dans le domaine des cartes électorales, autant elle peut être discutable lorsque l'on compare une répartition électorale à une carte de la population par classes d'âge par exemple.

Par ailleurs, la comparaison de cartes suggère également que deux phénomènes sont liés parce que leurs répartitions sont proches, voire identiques. L'assertion, selon laquelle l'association spatiale de deux phénomènes prouve l'existence réelle d'un lien entre ces phénomènes, est ainsi insidieusement avancée. Or rien ne permet a priori d'étayer ce type de raisonnement, et le lien observé peut être imputable en fait à une simple correspondance spatiale, liée au hasard et que l'on cherche indûment à interpréter.

Parfois cette erreur d'interprétation sera transportée à d'autres niveaux d'analyse par l'interprète, constituant ainsi la base de ce que l'on appelle improprement une " corrélation écologique " ou, de façon plus pertinente, une " erreur écologique ". L'erreur écologique consiste à déduire de liens, observés à un niveau d'agrégation, qu'il sont également valables à un autre niveau : par exemple lorsque attribue un certain type de comportement électoral aux ouvriers parce que l'on a observé que les quartiers de cols bleus votaient en général d'une certaine manière.

Ce sont bien là les problèmes de fonds de la comparaison visuelle des cartes. D'une part, elles ne suffisent pas à démontrer l'existence, ou l'inexistence, de liens de causalité par le simple fait que les répartitions semblent similaires ou, à l'inverse, contradictoires ! Par ailleurs, elles ne permettent pas d'étendre les déductions du niveau de la circonscription électorale au niveau de la classe sociale ou de l'individu.

Tous ces préalables étant posés, on aura compris que la comparaison de cartes est un exercice toujours difficile. Est-ce à dire qu'il est impossible de comparer des cartes dans le cadre d'une approche de géographie électorale ? Non, bien sûr, mais encore faut-il prendre des précautions. Nous écartons donc d'emblée les comparaisons visuelles dont les résultats, trop peu objectifs, sont toujours discutables et allons nous pencher sur certaines méthodes géostatistiques qui permettent des comparaisons de cartes dans un cadre méthodologique raisonné.

2. Cinq méthodes géostatistiques de comparaison de cartes pour les analyses géo-électorales

Au delà des comparaisons visuelles de cartes géo-électorales, subjectives et dangereuses pour les raisons évoquées, certaines comparaisons numériques reprenant des indicateurs connus de la géostatistique sont possibles. L'avantage de ces méthodes est qu'elles nous permettent de nous affranchir de toute subjectivité dans l'appréciation du caractère ressemblant ou non de deux distributions spatiales. Ces comparaisons numériques reposent en général soit sur des comparaisons de surfaces ou d'aires d'extension de phénomènes, lorsque l'on dispose d'informations à caractère qualitatif, soit sur des comparaisons quantitatives de mesures prises sur des espaces et dans des unités déterminées.

2.1 Les comparaisons de données qualitatives

Les comparaisons de surfaces permettent de confronter deux cartes entre elles, en partant directement des représentations elles-mêmes sans revenir aux données de départ qui ont permis de faire les cartes. On compare donc des surfaces ou des plages, ce qui revient à comparer des informations qualitatives.

Le problème de la comparaison d'informations qualitatives se superposant partiellement n'est pas à vrai dire uniquement géographique. C'est un problème que nous retrouvons dans d'autres disciplines dont certaines sont proches - comme la géologie par exemple où il se pose lorsqu'il s'agit de calculer l'association entre des faciès et certaines espèces - et d'autres plus lointaines, comme la médecine, où il faut souvent apprécier le degré de similarité entre deux populations selon deux caractères, ou encore en informatique où on cherche à mettre au point des stratégies d'indexage de bases de données plus efficaces, stratégies qui reposent sur la ressemblance entre objets informationnels (Michel, 2000). Ce problème est appréhendé formellement dans le cadre de la définition de mesures dites de similarité dont un grand nombre ont été présentées par Boyce, Meadow et Kraft (1994).

Plusieurs indices de similarité, qui ont tous des avantages et des inconvénients, peuvent être calculés. Il n'est pas de notre propos d'en faire un exposé exhaustif. Nous allons simplement proposer trois illustrations, basées sur trois indicateurs de similarité qui ont été testés dans le cadre d'approches géo-électorales et qui peuvent donc être utilisés dans ce contexte : les indicateurs de Minnick, de Court et de Jaccard.

2.1.1 Les coefficients de Minnick et de Court

L'utilisation des méthodes de comparaisons de surfaces, comme le coefficient de ressemblance spatiale de Minnick ou celui de correspondance aréale de Court¹, suppose que l'on compare entre elles des cartes chorochromatiques où les zones considérées correspondent à l'extension réelle des phénomènes. C'est donc une comparaison de type 8 selon le tableau 1 ; or ce type de comparaison ne se manifeste que rarement en géographie électorale, car la plupart des cartes électorales correspondent à des représentations choroplèthes où les unités spatiales sont formées par des circonscriptions aux découpages aléatoires.

¹ Ces deux coefficients sont détaillés par Unwin D. (1981).

Toutefois, certains auteurs comme Unwin par exemple (1981) considèrent qu'on peut aussi utiliser ces méthodes pour les comparaisons de type 9, qui sont plus fréquentes en géographie électorale. Dans ce cas, on est la plupart du temps dans une situation où l'on souhaite confronter une carte électorale représentant les scores d'un candidat ou d'un parti à une information physique, par exemple un vote sanction contre une municipalité et la zone de bruit de l'aéroport dont on vient d'étendre le trafic.

Le coefficient de ressemblance spatiale de Minnick, C_m , s'exprime de la façon suivante :

$$C_m = S_{AB} / S$$

avec : S_{AB} = surface de superposition des phénomènes A et B
 S = surface totale couverte par A et par B

Comme on peut le voir, l'indice C_m peut prendre des valeurs comprises entre 0 et 1, 0 correspondant à une séparation complète des deux distributions et 1 à une coïncidence permanente ou à une superposition parfaite de A et B.

Le coefficient de correspondance aréale de Court, C_c , est légèrement différent :

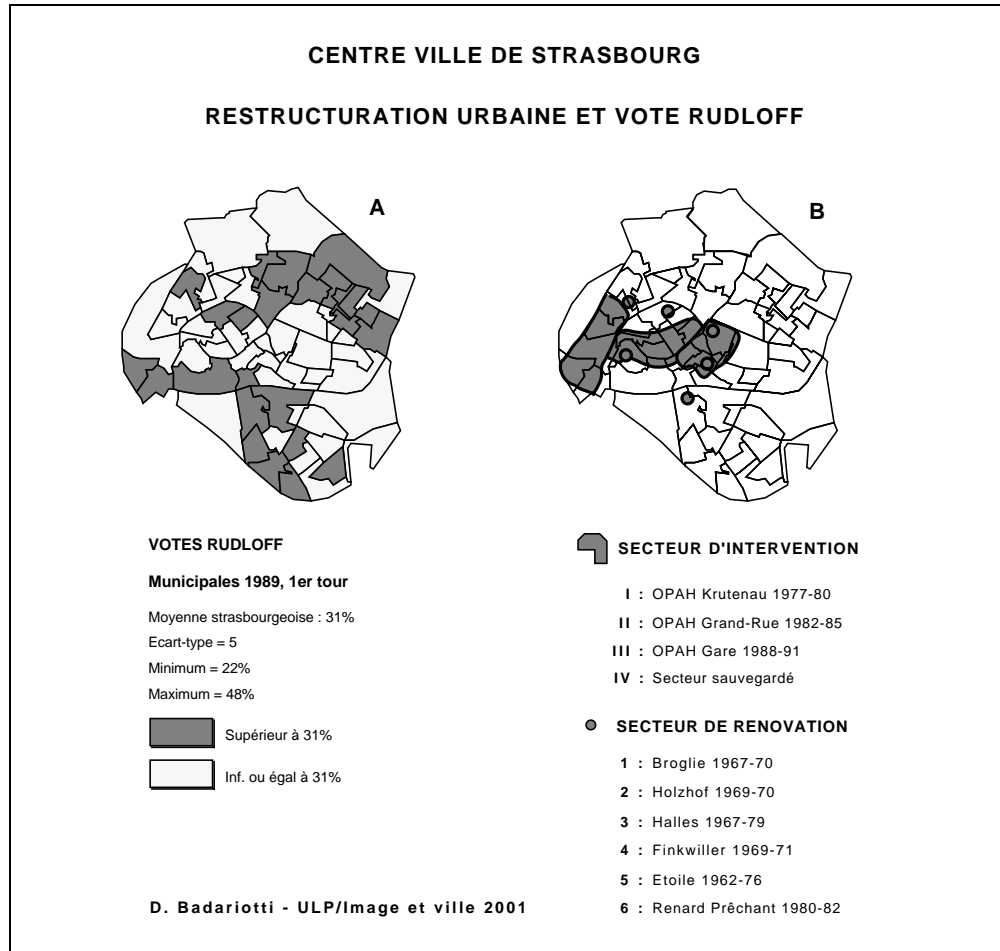
$$C_c = [(S_{AB} + S_{\overline{AB}}) - (S_{\overline{AB}} + S_{AB})] / \text{Aire}$$

avec : S_{AB} = surface couverte par A et B
 $S_{\overline{AB}}$ = surface couverte ni par A ni par B
 $S_{\overline{AB}}$ = surface couverte par B et pas par A
 S_{AB} = surface couverte par A et pas par B
Aire = surface totale de l'ensemble de la zone d'étude

On constate immédiatement que C_c varie entre -1 et +1. Le signe est ici interprétable : -1 correspond à une situation d'inversion totale des localisations, +1 caractérise une situation de superposition absolue et 0 reste la valeur décrivant l'absence de relation.

Pour illustrer ces deux indicateurs prenons un exemple. On se propose de mesurer l'effet des politiques en faveur de la réhabilitation et de la rénovation du centre de Strasbourg sur les comportements électoraux des habitants concernés. La municipalité de centre-droit, dirigée par Pierre Pflimlin de 1959 à 1983 et par Marcel Rudloff de 1983 à 1989, a mené pendant une trentaine d'années une politique active d'assainissement et de requalification du centre-ville de Strasbourg : quel en sera l'impact sur les scores de Marcel Rudloff au premier tour des municipales de 1989 alors qu'il brigue un nouveau mandat. Appelons « A » le phénomène qui se rapporte aux bureaux de vote ayant réservé un score supérieur à la moyenne à Marcel Rudloff et « B » le phénomène B représentant les secteurs d'intervention sur le tissu ancien (figure 1).

Figure 1 : cartes des phénomènes A et B



Tout d'abord il convient de mesurer les surfaces respectivement occupées par A, B, non A, non B et leurs diverses combinaisons. Le tableau 2 donne le résultat de ces mesures.

Tableau 2 : tableau des surfaces des phénomènes A et B

	A	Non A	Total
B	12	57	69
Non B	145	229	374
Total	157	286	443

Calculons d'abord S : $S = S_{AB} + S_{\bar{A}B} + S_{A\bar{B}} = 214$

Calculons à présent les deux coefficients :

$$\text{Minnick : } C_m = S_{AB} / S = 12 / 214 = 0,06$$

$$\begin{aligned} \text{Court : } C_c &= [(S_{AB} + S_{\overline{AB}}) - (S_{\overline{AB}} + S_{AB})] / \text{Aire} \\ &= [(12+229) - (145+57)] / 443 = 0,09 \end{aligned}$$

C_m et C_c convergent et sont tout deux très proches de 0 : on en déduit que les deux répartitions sont totalement séparées. L'indicateur de Court précise toutefois les modalités de cette séparation : en effet, sa valeur étant positive, on en conclut que ces deux distributions sont disjointes, mais qu'elles ne sont pas inversées, ce qui n'était pas du tout évident au vu des cartes des deux phénomènes (figure 1).

2.1.2 Le coefficient d'association spatiale de Jaccard

Un autre coefficient, qui se construit à partir d'un tableau de contingence et non plus d'un tableau des surfaces, peut se montrer intéressant : il s'agit du coefficient d'association de Jaccard² qui permet de comparer deux populations dont les maillages sont superposés.

Le coefficient de Jaccard est un des principaux indices de similarité : les statisticiens le classent parmi les indices de similarité forte³, au même titre que le cosinus ou que le coefficient de Dice (Michel, 2002). Cet indicateur est en outre fréquemment – et depuis longtemps - utilisé par les géologues, une discipline voisine, pour les études de recouvrement de faciès ou de correspondances entre étendues stratigraphiques (voir l'utilisation du coefficient de Jaccard in Carbonnel, 1969). Tous ces éléments expliquent que nous l'ayons retenu dans le cadre de notre étude.

La formule de l'indice est la suivante :

$$C_j = N_{AB} / (N_A + N_B - N_{AB})$$

avec : N_A = nombre total de mailles contenant A
 N_B = nombre total de mailles contenant B
 N_{AB} = nombre de mailles contenant A et B

Le coefficient tend vers 0, si A et B sont entièrement disjointes, et tend vers 1 si les deux distributions se confondent parfaitement, puisque dans ce cas $N_A = N_B = N_{AB}$.

L'intérêt de ce coefficient est double. Il évite des mesures de surfaces, toujours fastidieuses lorsque l'on ne dispose pas d'un SIG ou d'un logiciel permettant de les extraire ; par ailleurs, il est applicable à des unités choroplèthes, ce qui correspond parfaitement aux types de comparaisons que nous sommes amenés à faire en général en géographie électorale. Prenons à nouveau un exemple pour expliciter l'usage de ce type de coefficient en géographie électorale.

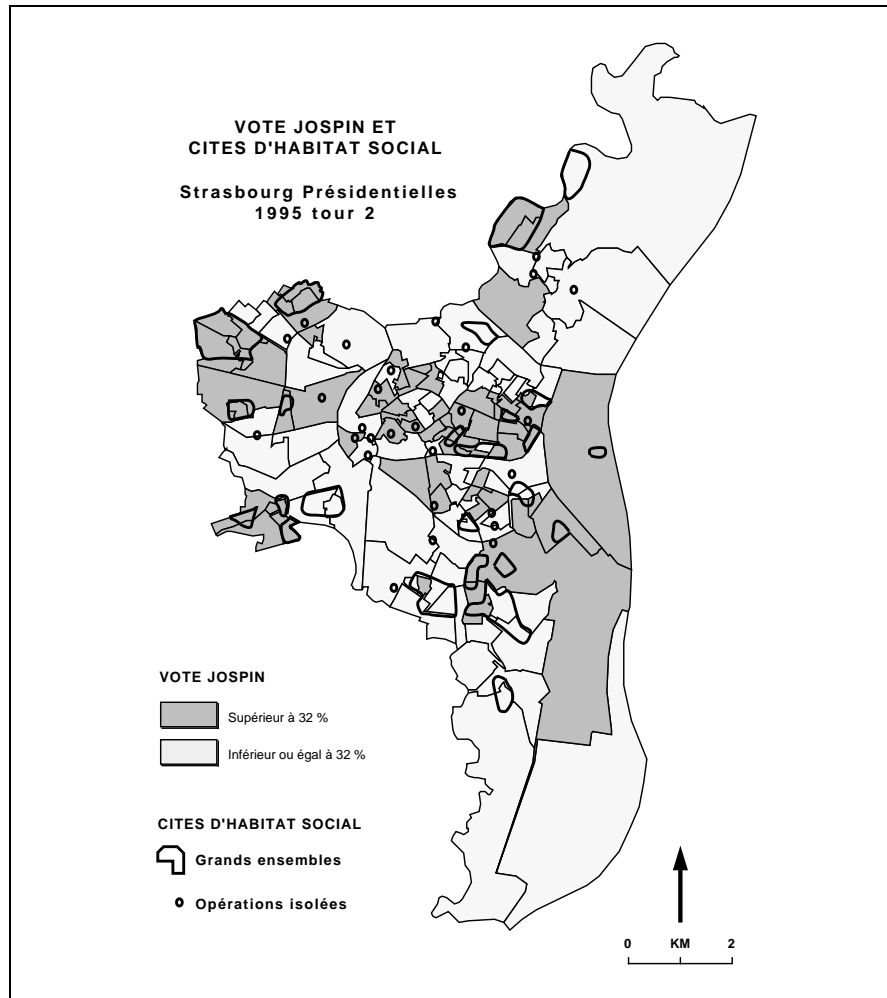
Traditionnellement, les cités d'habitat social strasbourgeoises ont toujours favorisé la gauche dans leurs votes, sauf lors des dernières élections où les votes en faveur du Front national ainsi qu'un abstentionnisme élevé ont pris de plus en plus d'ampleur. Dans ce contexte, on se propose d'étudier l'association spatiale entre le vote en faveur de Lionel Jospin, au second tour des présidentielles 1995 à Strasbourg, et la présence ou non de logements HLM. La figure 2 représente conjointement les deux phénomènes : la population A est formée des bureaux de vote ayant voté à plus de 32 % par rapport aux

² L'utilisation en géographie de ce coefficient et ses propriétés sont traités dans Chadule (1987).

³ Les indices de similarité forte sont caractérisés par une stricte identité des ensembles comparés lorsque la valeur de l'indice tend vers 1 (l'extension de A correspond à l'extension de B) ; alors que les indices de similarité faible tendent également vers 1 en cas d'inclusion d'un ensemble dans l'autre (A est en fait inclut dans B).

exprimés en faveur de Lionel Jospin (ce qui représente sa moyenne strasbourgeoise) et la population B est constituée des aires de présence des logements HLM.

Figure 2 : carte des phénomènes A (vote Jospin) et B (cité HLM)



On élabore la table de contingence représentée dans le tableau 3, qui comptabilise les zones où on trouve uniquement A (AA), uniquement B (BB), et conjointement A et B (AB).

Tableau 3 : table de contingence de A et B

	A	B
A (vote à gauche)	19	39
B (présence de HLM)	39	32
Total	58	71

La formule nous permet alors de calculer la valeur de l'indicateur de Jaccard :

$$C_j = 39 / (58 + 71 - 39) = 39 / 90 = 0,43.$$

Avec une valeur de 0,43, il apparaît clairement que si les distributions du vote en faveur de Jospin au second tour et la présence de logements HLM ne sont pas confondues, elles représentent tout de même un degré de liaison non négligeable. Sur les 58 unités qui ont favorisé le vote pour Jospin, 39 bénéficient de logements HLM ; et sur les 71 entités présentant du logement HLM, 39 se trouvent dans des secteurs ayant voté à gauche.

2.1.3 Discussion sur les intérêts respectifs des trois coefficients utilisés

La présentation des trois indices calculés n'est qu'une illustration permettant de montrer qu'il existe des solutions techniques pour confronter les unes aux autres les répartitions des phénomènes contribuant à l'expression électorale. Ces solutions ont l'avantage de donner des réponses claires, sous forme d'indices comparables, à des questions qui jusqu'à présent n'obtenaient en guise de réponse que des commentaires nuancés.

Au-delà de leur proximité de construction (par exemple l'indice de Minnick correspond à une version graphique de l'indice de Jaccard⁴), les indices étudiés présentent une complémentarité certaine, puisqu'ils permettent d'intervenir tantôt directement sur des documents graphiques (coefficients de Minnick et de Court), tantôt sur des tableaux de contingences dérivés de documents graphiques (coefficient de Jaccard). Le problème de la comparaison de données qualitatives géographiques est donc bien couvert par ces coefficients.

La principale différence entre ces indices réside dans la prise en compte des espaces périphériques n'appartenant à aucun des deux phénomènes que l'on compare. En effet, le coefficient de Court intègre dans sa formulation l'ensemble de l'espace, ce qui n'est pas le cas des deux autres coefficients qui ne prennent en compte que les espaces concernés par l'un ou/et l'autre phénomène. L'indice de Court dispose donc d'une formulation plus générale et doit donc être privilégié dans les cas où on considère que l'espace périphérique peut jouer un rôle, ou dans les cas où les phénomènes semblent ne couvrir qu'une faible part des espaces à prendre en compte⁵.

Enfin, dernière remarque, il convient malgré tout de remarquer que ces méthodes reposent toutes sur des informations catégorielles et ne nous permettent pas d'étudier finement les liens entre deux répartitions. L'utilisation de méthodes de comparaisons quantitatives est par contre en mesure de nous faire aller plus loin dans la confrontation de cartes et de mesures.

⁴ En effet, en notation mathématique de la théorie des ensembles, la formule des deux indices devient $M(A,B) = J(A,B) = A \cap B / A \cup B$

⁵ Il faut préciser ici que d'autres coefficients existent, prenant également en compte les espaces périphériques, avec parfois une formulation plus simple que le coefficient de Court : le coefficient de Russel et Rao par exemple est un simple ratio, qui rapporte la part d'espace couverte par l'intersection de deux phénomènes à l'ensemble de l'espace d'étude – espace périphérique y compris.

2.2 Les comparaisons numériques de données quantitatives

Il existe des méthodes quantitatives qui permettent de confronter les données auxquelles nous avons fréquemment affaire. Malheureusement ce genre de méthodes nécessitent en général l'existence de découpages identiques afin de pouvoir mettre directement en relation les valeurs observées, ce qui les rend sensible au problème du « Maup » (*modifiable area unit problem*), c'est à dire aux multiples problèmes dérivant de l'interconnexion entre deux découpages différents. Ces problèmes sont connus, ils ont été longuement étudiés par Stan Openshaw, qui en a d'ailleurs fait une typologie, en spécifiant le cas échéant les solutions possibles (Openshaw et Flowerdew, 1987).

Dans le cas de figure qui nous concerne, nous nous trouvons le plus souvent face au problème de la confrontation de deux cartes choroplèthes aux découpages administratifs différents : par exemple deux cartes à des dates différentes avec des circonscriptions électorales qui ont évolué, ou une carte électorale que l'on cherche à confronter à une carte d'une variable du recensement. La solution dans ces cas est généralement d'essayer de reconstituer par désagrégation et réagrégation d'unités spatiales un découpage commun aux deux cartes. Cette opération est facilitée lorsque l'on dispose d'un S. I. G., mais elle n'est pas jamais simple en soi, et parfois même elle est tout simplement impossible lorsque les découpages reposent sur des principes trop différents.

Ceci étant précisé, nous en déduisons que l'utilisation de méthodes quantitatives pour comparer des cartes au sein d'une même élection, par exemple dans le cadre d'analyses de reports de voix entre le premier tour et le second tour, reste en général facilement réalisable. Mais bien souvent le même exercice sera plus difficile à effectuer pour analyser des évolutions, les découpages se modifiant avec le temps.

Si l'on fait abstraction de cette réserve, lié au problème du *Maup*, deux méthodes peuvent être suggérées ici qui permettent soit une comparaison globale de deux distributions (la courbe de Lorenz), soit une confrontation plus locale des données de deux répartitions (le calcul de coefficients de corrélation). Nous précisons toutefois que ces deux méthodes permettent des comparaisons de données choroplèthes, ce qui leur permet de répondre aux problèmes de comparaisons de cartes de type 1.

2.2.1 La courbe de Lorenz

La courbe de Lorenz⁶, ou courbe de concentration, est un indicateur global très répandu auprès des géographes et des économistes. Cependant, pour des raisons obscures, elle a assez peu été utilisée pour rendre compte de la ressemblance ou de la dissemblance de deux distributions de données électorales.

Sa mise en œuvre est pourtant très simple : il convient de classer une variable exprimée en pourcentages en ordre décroissant, d'identifier le rang de chaque individu et de représenter sur un graphique de dispersion l'évolution conjointe du rang et de la fréquence cumulée de la variable pour tous les individus. On obtient ainsi une courbe plus ou moins incurvée qui exprime finalement le degré de concentration d'une distribution ou, lorsque deux variables sont utilisées, le degré de dissymétrie entre les deux distributions.

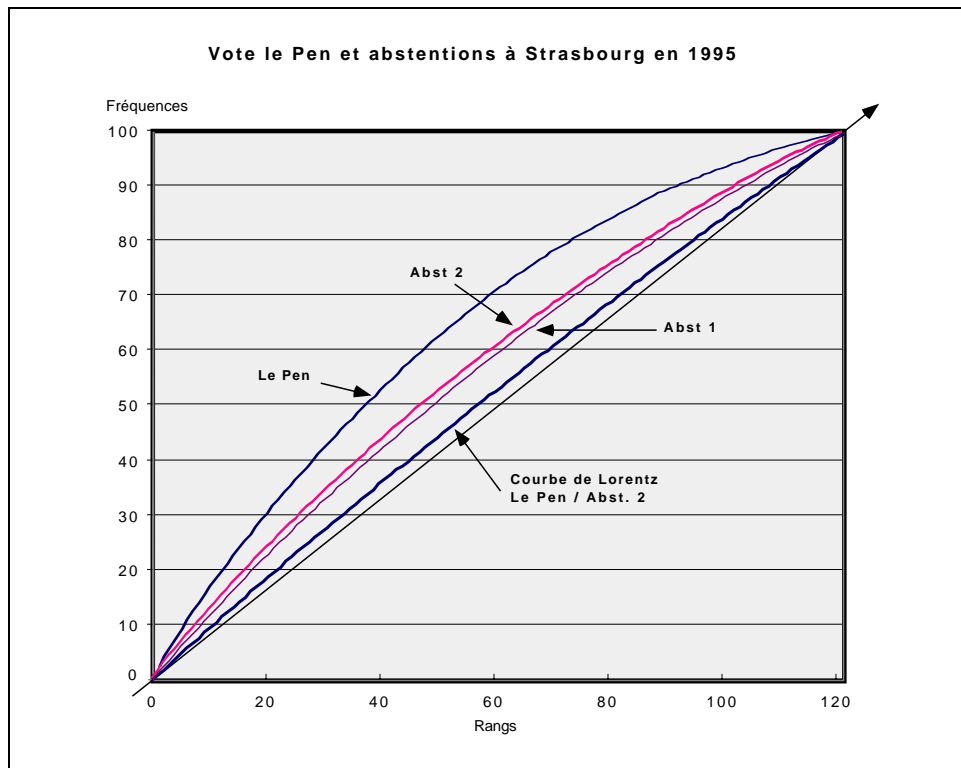
Si les distributions sont identiques, le résultat se traduit par une ligne sur le graphique, que l'on appelle la droite d'égalité ; si les distributions sont complètement différentes, la courbe devient asymptotique à l'un des axes. On peut dans ce cas compléter l'analyse des deux variables en élaborant un indice de dissimilarité, qui s'interprète comme un pourcentage d'écart : il faut alors calculer la somme des écarts absolus entre les deux distributions ordonnées et diviser le résultat par deux.

⁶ Pour avoir une présentation de la courbe de Lorenz, et de ses applications, voir par exemple Béguin H. (1979) ou Hammond R., Mac Cullagh P. (1978).

L'analyse visuelle du positionnement de la courbe de Lorenz entre les deux extrêmes, la ligne ou l'asymptote, permet d'évaluer le degré de liaison entre les distributions. Une répartition égale se traduit par une progression monotone de la courbe proche de la droite, alors qu'au contraire une répartition inégale exprime une concentration, qui se traduit par une progression déconnectée de la croissance des fréquences de la variable 1 et de la croissance des rangs ou des de la variable 2. Des indicateurs simples peuvent en outre compléter l'analyse graphique de la courbe : on peut par exemple mesurer la distance verticale maximale séparant la courbe de la droite d'égalité, ou calculer le rapport entre la surface comprise entre la courbe et la droite d'égalité, et la surface comprise au-delà de la courbe.

Prenons pour exemple la confrontation entre le vote Le Pen au premier tour des présidentielles 1995 à Strasbourg et le niveau de l'abstention au second tour (Figure 3). On se souvient en effet que Jean Marie Le Pen avait invité ses militants à aller pêcher au second tour. On se demande donc s'il y a un lien entre les géographies des deux phénomènes. On calcule tout d'abord la courbe de Lorenz pour le vote Le Pen au premier tour, puis celle des abstentionnistes au premier et au second tour, et on compare ces courbes en ayant comme référence la droite d'égalité. Dans un second temps, on calcule la courbe de Lorenz pour le rapport des deux distributions Le Pen et Abst2 : ce rapport (Lepen / Abst2) constitue une adaptation de l'indice d'orientation politique de Leleu. On suppose *a priori* que l'évolution des scores en faveur de Le Pen et l'évolution de l'abstention au second tour varient dans le même sens sauf exception, ce qui devrait se traduire par une courbe à la croissance monotone et régulière dont l'aspect devrait être proche d'une droite.

Figure 3 : vote Le Pen et abstentions à Strasbourg au second tour des présidentielles de 1995



L'analyse des courbes montre une nette tendance à la concentration pour le vote Le Pen, suggérant ainsi l'existence de fortes disparités spatiales au sein de l'espace strasbourgeois. A l'inverse, les abstentionnistes du second tour sont répartis de manière relativement égale quoique légèrement plus concentrée qu'au premier tour.

Par ailleurs, l'observation du rapport des deux distributions Le Pen et Abst2 montre, comme prévu, une courbe assez proche de la droite d'égalité, ce qui semble indiquer un lien spatial entre le vote Le Pen au premier tour et le niveau de l'abstention au second tour. Ce lien spatial n'est toutefois pas totalement uniforme, comme l'exprime la légère distorsion entre la courbe et la droite. L'indice global de dissimilarité entre les deux distributions a été calculé : il est de 14,34 %, ce qui révèle une faible distorsion.

2.2.2 Le coefficient de corrélation de Pearson

Une autre méthode intéressante pour les comparaisons de type 10 existe : elle repose sur le calcul d'un coefficient de corrélation particulier, le coefficient de corrélation de Pearson⁷, qui se fonde sur une standardisation de la covariance des deux distributions à comparer afin de d'évaluer la ressemblance de leurs géographies. La formule est la suivante :

$$r_p = \text{covariance}(z_1, z_2) / E z_1 E z_2$$

avec : $\text{covariance} = \frac{(z_{1i}-z_1)(z_{2i}-z_2)}{n}$
 $E z_1 = [\sum (z_{1i}-z_1)^2 / n]^{0.5}$ (c'est l'écart type)
 $E z_2 = [\sum (z_{2i}-z_2)^2 / n]^{0.5}$
 $n = \text{nombre d'unités spatiales}$

On obtient un coefficient variant de -1 à +1, qui s'interprète comme un coefficient de corrélation : les valeurs proches de 0 signifient une absence de relation, les coefficients proches de +1 traduisent des géographies similaires et ceux proches de -1 des configurations spatiales opposées.

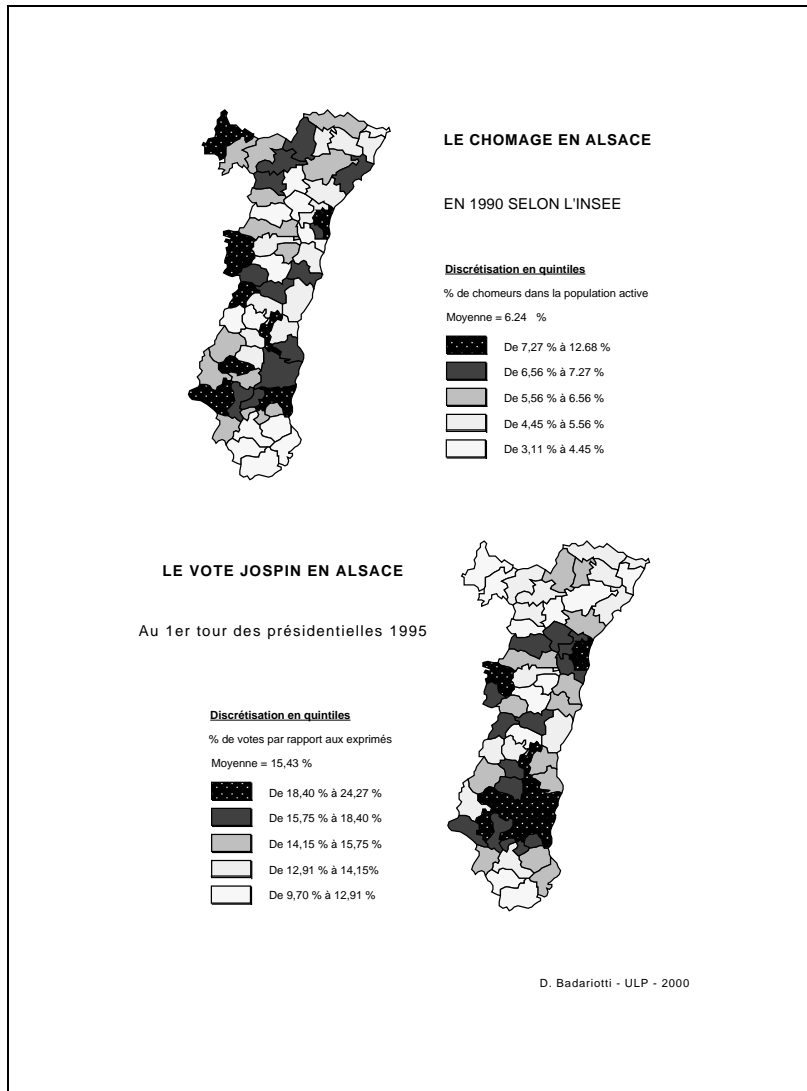
À l'instar de la courbe de Lorenz, cette méthode n'est utilisable que si les découpages sont rigoureusement les mêmes, soit qu'ils n'aient pas changés, soit qu'ils aient été reconstitués par agrégation et désagrégation sur une même base. Cette méthode est particulièrement puissante lorsque l'on peut l'appliquer, puisqu'elle permet, si les géographies semblent liées, de calculer la régression entre les deux surfaces et de représenter les résidus de cette relation. On peut donc aussi caractériser et analyser localement par ce biais le degré de coïncidence local entre les deux distributions.

L'exemple des élections présidentielles de 1995, pour toute l'Alsace cette fois-ci, va nous permettre d'exposer de façon détaillée un usage possible de cette méthode en matière d'analyses géo-électorales. Pour les élections présidentielles de 1995, on se demande si la plus ou moins forte proportion cantonale de chômeurs est susceptible de rendre compte du score cantonal de Lionel Jospin.

A cet effet, on calcule tout d'abord, à l'échelle des cantons alsaciens, la corrélation linéaire simple entre la part des votes exprimés en faveur de Jospin au premier tour et la part de chômeurs dans la population active, mesurée au recensement de 1990. Le coefficient de corrélation linéaire r est de 0,65 ce qui représente une corrélation relativement élevée pouvant laisser supposer que les lieux ayant voté pour Jospin sont les mêmes que ceux où se trouvent des chômeurs en nombre élevé. Un coup d'œil sur les cartes correspondantes (figure 4) montre qu'il y a effectivement des lieux de correspondance au niveau des grandes agglomérations entre autres.

⁷ En anglais *Product moment correlation coefficient*. Voir à ce sujet Ebdon D. (1977) ou Unwin D. (1981).

Figure 4 : niveau de chômage cantonal en Alsace et vote Jospin aux élections présidentielles de 1995



Fort de ce premier constat, on cherche à affiner notre analyse en essayant de savoir si les répartitions spatiales du vote Jospin et du nombre de chômeurs semblent liées. Ce lien est mesuré à partir du calcul du coefficient de Pearson r_p .

$$r_p = \text{covariance}(z_1, z_2) / \sqrt{E z_1 E z_2} = 1,946 / 6,237 = 0,312$$

La covariance calculée est modeste, puisqu'elle n'est que de 1,946 ce qui peut être considéré comme étant proche de 0, et le coefficient r_p est finalement de 0,312. Les deux indicateurs calculés montrent donc sans ambiguïté que les configurations spatiales du vote Jospin et du nombre de chômeurs ne sont pas similaires. Effectivement si on observe à nouveau les cartes d'un oeil plus circonspect, on constate qu'il y a aussi de nombreuses zones où les géographies des deux phénomènes sont totalement disjointes. L'intérêt du calcul

du coefficient de Pearson en complément d'un calcul classique de coefficient de corrélation est ici clairement démontré.

L'exemple du vote Jospin en Alsace permet de souligner à nouveau la réalité suivante : le seul fait que des indicateurs statistiques montrent des ressemblances entre des cartes ou des similarités de distribution ne permet pas de développer ou d'interpréter ces ressemblances. Même si on comprend bien l'affirmation de Tobler, "*everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*" (Tobler, 1970), il faut en permanence se souvenir qu'une relation spatiale n'est pas forcément une relation causale et réciproquement. Il n'est donc pas possible de faire état d'une ressemblance, même caractérisée par la mesure, pour en faire un véritable lien causal, tout comme il n'est pas possible de faire état d'une dissemblance trop flagrante pour nier tout lien causal entre deux phénomènes.

Conclusion

Le domaine de la cartographie électorale n'est pas exempt de critiques. Cartes mal conçues, commentaires reposant principalement sur des impressions visuelles, rapprochement de cartes sans aucune précaution méthodologique : tel est le lot commun de ce domaine. Pourtant la plupart des problèmes évoqués ne sont pas incontournables, et la plupart d'entre eux ont déjà des solutions largement connues par ailleurs, mais qui n'ont pas encore complètement pénétré le milieu des analystes électoraux.

Pourtant ce milieu n'est pas complètement fermé aux innovations méthodologiques. La preuve : un certain nombre d'inconvénients, liés principalement à la conception des cartes électorales, ont déjà été considérablement améliorés ces quinze dernières années, grâce à l'engagement de la communauté géographique dans ce domaine. Par ailleurs, l'utilisation croissante des nouveaux outils de représentation et de traitement de l'information géographique (les SIG), qui permettent d'améliorer les manipulations de cartes - et donc la prise en compte de la dynamique des données électorales et des interactions existant entre phénomènes électoraux et d'autres processus ou données - montre également que les politistes sont disposés à adopter les solutions que peut proposer la géographie à leurs problèmes.

Les comparaisons de cartes, activité très prisée des politistes, devrait donc pouvoir à terme suivre la même voie que la conception des cartes. En effet, on a pu montrer qu'il existe des méthodes connues qui, rigoureusement appliquées, permettent non seulement de mieux comparer les cartes entre elles mais aussi d'aller plus loin dans leur interprétation. Ces méthodes de comparaison de cartes peuvent également nous amener à comparer des cartes représentant des états différents d'une même variable, ce qui ouvre la porte à des études d'évolution, à des analyses diachroniques, et finalement à une meilleure prise en compte de la dynamique de l'espace. Au delà de confrontation de données différentes, ces méthodes permettent donc de répondre partiellement à un autre grand écueil des représentations électorales : leur défaut de dynamique.

Les représentations cartographiques sont en effet fondamentalement statiques : elles ont du mal à montrer la dynamique des phénomènes électoraux tout comme elles peinent à figurer les dynamiques des espaces considérés tout court. Leurs propriétés sont ainsi faites qu'elles ne peuvent pas intégrer les dimensions évolutives ; le temps qui s'écoule reste difficile voire impossible à exprimer sur ces documents, et il reste ainsi le grand absent de ces cartes. De ce fait, les cartes ne peuvent pas non plus représenter de processus : au mieux sont-elles capables d'exprimer un état du processus, ou de visualiser une structure spatiale liée à un processus spatial. Cette dernière limitation des cartes pèse évidemment sur la géographie électorale, qui est un domaine où la demande d'illustration de processus est importante. En apportant des solutions partielles à ce problème, les méthodes de comparaison de cartes permettent assurément de progresser dans

les analyses et dans la recherche géo-électorale. Nul doute que les élections, actuelles ou futures, fourniront un banc d'essai de premier ordre à tous ceux qui souhaitent se familiariser avec ces méthodes, pour profiter de leurs résultats.

Bibliographie

- Béguin Hubert (1979) *Méthodes d'analyse géographique quantitative*. Paris, Litec, 252 p.
- Bon Frédéric, Cheylan Jean-Paul (1988) *La France qui vote*. Paris, Hachette, 464 p.
- Boyce Burt R., Meadow Charles T., Kraft Donald H. (1994) *Measurement in information science*. New York, Academic press, 283 p.
- Brunet Roger (1987) *La carte mode d'emploi*. Paris / Montpellier, Fayard / Reclus, 269 p.
- Bussi Michel (1998) *Eléments de géographie électorale à travers l'exemple de la France de l'Ouest*. Rouen, publications de l'université de Rouen, 399 p.
- Cauvin Colette (1996) *Bibliographie sur les transformations cartographiques*. Paris, Cybergéo, n° 9.
- Cauvin Colette, Reymond Henri, Serradj Aziz (1987) *Discretisation et représentation cartographique*. Montpellier, GIP Reclus, Coll. Reclus modes d'emploi, 116 p.
- Cauvin Colette, Reymond Henri (1986) *Nouvelles méthodes en cartographie*. Montpellier, GIP Reclus, Coll. Reclus modes d'emploi, 54 p.
- Chadule Groupe (1987) *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*. Paris, Masson, 189 p.
- Carbonnel Gilles (1969) *Les ostracodes du Miocène rhodanien. Systématique, biostratigraphie écologique, paléobiologie*. Documents du Laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université Lyon 1, 469 p.
- Dupont Brouillons (1982) *A propos de géographie électorale*. Avignon, actes (brouillons) du colloque Géopoint n°8, 118 p.
- Ebdon David (1977) *Statistics in geography : a practical approach*. Oxford, Blackwell, 195 p.
- Giblin-Delvallet Béatrice (1995) *Géographie électorale*. Art. in Dictionnaire de géopolitique, sous la dir. de Y. Lacoste, p. 558-562.
- Guillorel Hervé (1984) *La géographie électorale des géographes*. Grenoble, Rapport présenté au 2^{ème} congrès national de l'Association française de science politique, 35 p.
- Hammond Roger, Mac Cullagh Peter (1978) *Quantitative techniques in geography*. Oxford, Clarendon press, 364 p.
- Joly Fernand (1976) *La cartographie*. Paris, PUF, 276 p.
- Lacoste Yves, sous la dir. de, (1995) *Dictionnaire de géopolitique*. Paris, Flammarion, 1699 p.
- Michel Christine (2002) *Ordre, agrégation et répétition : des paramètres fondamentaux dans les comparaisons d'objets informationnels*. In Actes du Congrès de la Société française de Bibliométrie appliquée, 9 p.
- Michel Christine (2000) "Ordered similarity measures taking into account the rank of documents." In *Information processing and management*, 37, p.603-622
- Monmonnier Mark (1991) *How to lie with maps*. Chicago, University of Chicago Press, 176 p.
- Openshaw Stan, Flowerdew Robert (1987) "A review of the problems of transferring data from one set of areal units to another incompatible set" In *Northern Regional Research Laboratory, research report*, n°4, p. 1-20

Steinberg Jean (2000) *Cartographie, télédétection, systèmes d'informations géographiques*. Paris, Armand Colin, 159 p.

Thomas Isabelle (2001) "Cartographie d'aujourd'hui et de demain : rappels et perspectives." In *Cybergeo*, 2001, n°189

Tobler Waldo (1970) *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. Art. in *Economic geography* n° 46, p. 234-240

Unwin David (1981) *Introductory spatial analysis*. London, Methuen, 212 p.

© CYBERGEO 2004

BADARIOTTI D. *Cybergeo*, N° 267, 05 avril 2004