

J. F. RICHARD

UN MODELE ESPACE PAYSAGE

L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

DE J.P. BENZECRI



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIPODOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN



Novembre 1974

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIPODOUME

Laboratoire de Géographie Physique

UN MODELE ESPACE - PAYSAGE
L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES
DE J.-P. BENZECRI

par

Jean-François RICHARD

S O M M A I R E

1. L'HYPOTHESE D'UN ESPACE CONTINU
2. STRUCTURE SPATIALE ET SYSTEME GEOGRAPHIQUE
3. LE CONCEPT DE PAYSAGE

R E S U M E

Application de l'analyse des correspondances de J.P. BENZECRI à l'étude de l'espace géographique. Deux choix sont à la base de cette démarche : celui d'un espace théorique, de référence, continu et celui d'analyser des formes ou associations de formes (théorie de l'information). Espace et paysage sont contingents.

Cette note aurait pu s'intituler "à propos de : l'Analyse des Données de J-P. BENZECRI et collaborateurs" s'il avait été possible de montrer toute la richesse des applications géographiques de cet ouvrage en quelques pages (1). Sans doute, le titre choisi plaira peu à l'auteur principal : "la notion de forme ou de modèle devrait émerger d'une mer de données, non par des postulats nominalistes ou des axiomes a priori, ni par des mesures trop fragmentaires de faits isolés, en eux-mêmes dénués de sens puisqu'ils dépendent du milieu ambiant et se réorganisent sans cesse, mais par la synthèse simultanée (synthèse pris au sens étymologique : mettre ensemble) d'un bon nombre de faits élémentaires qui nous aide à gravir les échelons de la hiérarchie des causes" (t. 1 p. 15). Mais, si un géographe pouvait réaliser cette synthèse, nul doute qu'il demanderait au statisticien de lui mettre au point... l'analyse des correspondances ! Aussi, par jeu, nous placerons-nous dans cette situation, en espérant traduire (et retrouver) l'esprit des nouvelles méthodes statistiques de J-P. BENZECRI.

Pour définir l'"espace géographique" nous utiliserons la terminologie suivante :

- un site est l'"individu géographique", l'unité de la description spatiale (point, ligne ou surface).
- les caractères sont les "éléments géographiques", toutes les variables localisées ou localisables susceptibles de définir les sites.

Quelles que soient la dimension, la forme et la fonction des sites et des caractères,

- une structure spatiale sera un ensemble de sites.
- un système géographique sera un ensemble de caractères.
- une région sera un ensemble de sites-caractères, c'est à dire un ensemble de sites semblables et contigus (sous-ensemble de l'espace à analyser).

(1) BENZECRI (J-P. et coll. 1973 : L'Analyse des Données. t. 1 : la taxinomie (615 p.), t. 2 : l'analyse des correspondances (619 p.). Dunod, Paris.

Ce sont les hypothèses et les contraintes nécessaires à ces trois dernières opérations, réunies sous le terme générique de "régionalisation" qui sont exposées ici.

1. L'hypothèse d'un espace continu.

a/ Du fait de sa multiplicité (grand nombre de sites) et de sa complexité (grand nombre de caractères), l'espace géographique peut être considéré comme étant un continuum : entre deux régions il existe ou il peut toujours exister un site de transition. D'un point de vue théorique, il n'y aurait pas contradiction entre cette hypothèse et l'axiome du choix donc de l'ordination des sites et des caractères : c'est l'exemple de l'ensemble totalement ordonné des nombres rationnels que l'on peut nommer (denommer) avec un alphabet ou avec des mots de longueur finie alors qu'il existe toujours une infinité de valeurs entre deux nombres. Ce paradoxe rend possible et nécessaire une nouvelle géographie, globale et déductive.

En effet, si l'espace géographique n'est pas composé d'unités ou d'éléments discrets, toute partition effectuée a priori selon des "régions" ou des "trames naturelles et humaines" est un artifice et toute classification (empirique) risque d'être une construction arbitraire. Ces remarques excluent l'application immédiate de l'analyse canonique ou discriminatoire et celle de la plupart des algorithmes de la taxinomie numérique.

Pour retrouver la théorie induite des discontinuités géographiques de BRUNET ⁽²⁾, nous préciserons qu'il ne s'agit pas d'"imposer le continu" mais de s'en servir comme "système de repères" commode ⁽³⁾. Ainsi, c'est par rapport à un modèle de référence aléatoire, figurant un état d'entropie maximale, que l'on peut mesurer le degré de discontinuité de l'espace observé et, surtout, découvrir de nouvelles structures spatiales.

b/ Comme nous ne pouvons pas concevoir la totalité de l'espace géographique, à cette hypothèse du continu correspond un modèle dont les formules sont des rapports de fréquences. Cet énoncé permet de préciser au moins deux définitions géographiques.

(2) BRUNET (R.) 1967 : Les phénomènes de discontinuité en géographie. CNRS, Paris, Centre de Rech. et Doc. cartogr. et géogr., Mém. et Doc., vol. 7, 117 p.

(3) G. BACHELARD (La dialectique de la durée, p. 39 et Essai sur la connaissance approchée, p. 154).

La région n'est plus un territoire homogène ou polarisé, mais un sous-ensemble de consistance relative où un type de site est plus (ou moins) probable que dans l'ensemble de l'espace à régionaliser. En d'autres termes, les sites ne sont plus décrits par la présence monotone de certains caractères, mais par toute une série de probabilités les faisant appartenir à toute la série de régions théoriquement possibles. Selon le degré d'homogénéité - hétérogénéité de l'espace analysé, certaines combinaisons de probabilités peuvent être plus (ou moins) fréquentes et peuvent définir (ou non) des régions. C'est le premier élément d'un modèle expérimental de l'espace géographique.

Un deuxième élément serait la structure en chocres hiérarchisés et emboîtés décrite par TRICART en géomorphologie et qui peut être généralisée à la géographie : certaines valeurs de l'extension ordonnée des régions précédentes sont plus (ou moins) fréquentes et les régions d'ordre inférieur sont incluses dans les régions d'ordre supérieur. Ainsi, reprenant la définition du paysage donnée par BERTRAND (4), nous dirons que le géosystème est une association spatiale préférentielle de géofaciès (éléments physionomiques de l'espace géographique), que la région naturelle est un ensemble de types de géosystèmes...

Cette démarche chorologique est comparable à celle plus générale de la taxinomie qui regroupe et hiérarchise les individus en classes de similitude et de parenté. Nous avons donc utilisé en premier postulat, celui de l'autocorrélation spatiale : deux sites semblables sont plus probablement contigus ou voisins dans l'espace que deux sites dissemblables.

2. Structure spatiale et système géographique.

En première approximation, le contenant-espace et le contenu-géographique sont donnés et sont à analyser conjointement. On peut concevoir deux natures de liaison entre ces deux volets du modèle de l'espace géographique.

Pour BRUNET (5), la région est elle-même modèle : la structure de l'espace (forme-effet) reflète l'état d'un système (fonction-cause). L'objectif d'une géographie dynamique est alors de rechercher quel est l'ordre fonctionnel et temporel qui préside

(4) BERTRAND (G.), 1968 : Paysage et géographie physique globale. Rev. Géogr. Pyrénées et du Sud. Ouest Toulouse, t. 34, fasc. 3, pp. 249-272

(5) BRUNET (R.), 1972 : Pour une théorie de la géographie régionale. "Mélanges. Meynier", pp. 649-662, Presses Univ. de Bretagne, St Brienc.

à l'ordre spatial observé. Mais, réciproquement, ces systèmes se développent jusqu'à un certain seuil dans l'espace (et dans le temps) et sont ensuite "limités par des phénomènes d'autorégulation qui entretiennent leur existence" (p. 657). La dimension d'une structure spatiale ne dépend pas uniquement des potentialités géographiques : c'est l'exemple de la non-concordance entre l'aire d'extension d'une espèce végétale et celle de ses exigences écologiques.

C'est pourquoi, on ne peut qu'insister sur la totalité de l'univers géographique. Cette généralisation de l'hypothèse du continu à la nature des rapports entre structure spatiale et système géographique s'exprime par l'interdépendance entre ces deux ensembles sites et caractères.

Cette contingence est un état de fait : lors d'une analyse spatiale sites et caractères ne sont définis que les uns par rapport aux autres. Ce qui fait la spécificité de la géographie n'est ni l'étude abstraite d'un espace, ni l'étude concrète d'un système écologique, c'est l'étude "de l'information mutuelle entre ces deux ensembles de modalités mis en correspondance" (LEBART et FENELON, (6) , p. 221). Le problème est alors de savoir dans quelle mesure et de quelle manière cette dépendance sites-caractères exprime la totalité de l'information dans un espace géographique donné (avec, toujours comme référence, un espace théorique ou l'information serait nulle). A cet égard, plusieurs sites identiques ont la même signification qu'un seul. Réciproquement, deux caractères qui ont le même type de distribution spatiale n'apportent qu'une seule et même information sur la structure de l'espace (principe de l'"équivalence distributionnelle" des linguistes).

En effet, et nous pourrions prendre l'exemple d'une carte pédologique où les sols hydromorphes de bas-fond sont toujours moins étendus que les sols indurés ou appauvris d'interfluve, le critère de différenciation spatiale est la variation de la fréquence relative d'un caractère selon les sites, indépendamment de l'extension totale de ce caractère sur la carte. En généralisant, deux sites (resp. deux caractères) sont dits "semblables" s'ils ont le même "profil" dans l'ensemble des caractères (resp. des sites), quelles que soient par ailleurs les "valeurs" de ces caractères (resp. ces sites).

(6) LEBART (L.) et FENELON (J.P.) 1971 : Statistique et informatique appliquées, Dunod, Paris, 425 p.

Ces deux conceptions de l'espace géographique (en schématisant : l'une "déterministe" ou "dialectique", l'autre "structuraliste") sont une interprétation de deux types d'analyse statistique :

- les modèles habituels décrivent des liaisons fonctionnelles directes entre les sites et les caractères (corrélation souvent linéaire entre les grandeurs et entre les sens de variation). Mais, autant la référence à un espace théorique continu est intéressante, autant l'espace expérimental peut être discontinu : pour ces techniques, l'autocorrélation spatiale devient une contrainte alors que c'est la base justificative de l'analyse géographique. Réduire la contagiosité des distributions spatiales tend, en fait, à définir des individus géographiques non localisés et, par là, des "régions" de sites semblables indifféremment contigus ou non-contigus.

- il est alors plus prudent et peut être plus conforme à la nature de cet espace d'essayer de reconnaître les formes communes ou propres à la structure spatiale et au système géographique sans tenir compte de la dimension de ces deux ensembles et de celle de leurs éléments (niveau et taille). C'est l'apport très original de l'analyse des correspondances sites-caractères.

3. Le concept de paysage.

Comment définir le système géographique ? Les typologies de la géographie physique ou humaine générale n'entretiennent pratiquement aucun rapport logique entre elles (il n'y a pas de commune mesure entre une association végétale, un terroir villa-geois...) il faut donc homogénéiser des mécanismes complexes et variés en recherchant un critère de choix et un mode de description unique. Quel est le plus grand dénominateur commun à tous les caractères de l'espace géographique ?

a/ L'écosystème et le système géographique. Par abstraction, on peut réduire tous ces caractères en ne retenant que leur valeur ou leur équivalence énergétiques. A l'échelle de la région traditionnelle (sous-espace national de 5000 à 100.000 km²), on décrira le potentiel naturel, les forces du travail et du capital... C'est l'interrelation et la dynamique spécifique de ces énergies qui sont susceptibles d'expliquer la structure régionale (BRUNET - 1972 - op.cit.).

On retrouve le concept d'écosystème des biogéographes: cycle de transformation d'une énergie d'origine exogène (soleil) et endogène (matière). En schématisant, un paysage résulte de la combinaison de trois éléments écologiques : potentialités et supports abiotiques (soleil, eau, roche...), utilisations et transformations biotiques (végétation, partie organique du sol...), exploitations et aménagements anthropiques (feux, cultures, urbanisation...). C'est la définition du géosystème de BERTRAND (unité dynamique), le géofaciès (unité physiologique) étant une des facettes de l'évolution du géosystème due à la prépondérance d'un ou plusieurs éléments.

Ces types d'énergies sont mesurables, ils entretiennent entre eux des rapports fonctionnels qui sont directement interprétables en termes de cybernétique : écosystème fermé ou ouvert, en équilibre, importateur ou exportateur d'énergie. Le passage à la "théorie des systèmes généraux" est immédiat.

b/ Le paysage global. Un paysage naturel apparaît d'abord comme faisant partie de l'écosystème : c'est l'ensemble des masses minérales et des biomasses végétales et animales qui sont ensuite exprimées en fonction de leur valeur énergétique. Une deuxième définition est plus générale : un paysage est le cadre essentiellement statique où se produisent et se transforment des "cycles" et des "mécanismes finalisés" essentiellement dynamiques. Ainsi, le cycle de l'eau, le cycle de l'énergie... mais aussi le comportement humain forment le "fonctionnement" de l'écosystème, par opposition dialectique avec le paysage - "structure" de l'écosystème. Ce paysage-habitat est, en retour, largement déterminé par ces facteurs physiques, biotiques et anthropiques.

On redécouvre donc le concept géographique de paysage. Le paysage est une architecture de volumes, traduction ou fraction directement perceptible de l'écosystème. Les formes du relief et les formations superficielles, les formations végétales, les formes de l'occupation humaine du sol sont la résultante spatiale des éléments écologiques précédents. Ici, le critère de définition du système géographique n'est plus une composante fonctionnelle ou temporelle abstraite, c'est une qualité concrète commune à tous les caractères localisés : leur physiologie, leur dimension spatiale. Le paysage est le second volet du modèle de l'espace géographique.

Ces formes ou ces formations sont qualitatives, elles entretiennent entre elles des rapports d'associations préférentielles qui ne sont directement perçus qu'en termes d'information : paysage organisé ou inorganisé, simple ou complexe. Le passage à la théorie des systèmes généraux est secondaire.

L'étude du paysage présente un double intérêt : c'est, d'une part, l'analyse spécifique d'un "cadre de vie" et, d'autre part, l'introduction à l'interprétation écologique de l'espace géographique. Dans ce dernier cas, nous utilisons donc un second postulat, celui de la correspondance paysage-écosystème : plus les caractères décrits sont nombreux, plus une association de formes (paysage) résulte probablement d'une seule combinaison d'éléments dynamiques (système géographique). C'est cette équivalence entre la similitude et la parenté qui est à la base de toute classification "génétique" ou, plus justement, "écologique".

Ce modèle espace-paysage ne prétend pas rendre compte de tous les aspects de l'espace géographique. Mais il nous semble être le point de départ d'une géographie à la fois très théorique et très concrète, géographie qualitative qui décrit des formes et analyse la fréquence de ces formes. C'est l'idée centrale de la contingence espace-paysage que nous a suggéré l'analyse des correspondances de J-P. BENZECRI.