MAPPE MONDE 1/1991

L'ALGÈBRE DES CARTES AVEC OSU MAP-FOR-THE-PC

André KILCHENMANN*
Martin LENZ*

• CARROYAGE • GESTION DE DONNÉES • LOGICIEL • OSU MAP-FOR-THE-PC • SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

• DATA MANAGEMENT • GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM • GRID MAP • OSU MAP-FOR-THE-PC • SOFTWARE

• CUADRICULACIÓN • GESTIÓN DE DATOS • LOGICIAL • OSU MAP-FOR-THE-PC • SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Afin d'intégrer aux décisions de planification territoriale les informations issues de l'inventaire systématique d'un espace (utilisation du sol, etc.), on a assisté, dans un passé proche, à la multiplication de méthodes spécifiques à chaque type de problème. Récemment, l'effort de systématisation des chercheurs s'est concrétisé par la mise au point d'un large éventail (*set*) de nouvelles techniques d'analyse. À l'aide d'un ensemble d'opérations logiques, faciles à implanter sur micro-ordinateur, la combinaison des informations localisées étend les possibilités d'analyse.

Parmi divers exemples de logiciels, dont pMap, J.K. Berry (1987, p. 199) expose une méthode générale de modélisation cartographique dans laquelle les opérations cartographiques primitives correspondent à une structure mathématique. Un plan d'information (*overlay*) représente une variable dans une matrice de données, dont les individus sont des points, ou des surfaces en plages. On distingue quatre types d'opérations**:** coder des plans d'information, les superposer sur une base géographique donnée, mesurer des distances ou des degrés de connectivité, caractériser des proximités.

Le logiciel de référence, pour ce type de programme, est Map Analysis Package (Version 2.0, août 1987) fondé sur les algorithmes proposés par Dana Tomlin et développé par le Laboratoire des Systèmes d'Information Géographique de l'Université de l'Ohio (Geographic Information Systems Laboratory). Outre Dana Tomlin (Université d'Harvard), Brian Rasche (Université de Caroline du Sud), Sherry Amundson (Université de l'État de New York), Jatinder S. Sandhu et Hui-Lin (Université de l'État de l'Ohio) ont participé à cette recherche.

OSU Map-for-the-PC est un SIG, Système d'Information Géographique (Geographical Information System ou GIS en anglais) dans lequel des données thématiques, quantitatives ou qualitatives, sont enregistrées sur la base d'un carroyage. Les plans d'information (*overlays*) ne sont qu'une forme simple et élémentaire de carte: chaque plan ne représente qu'une seule caractéristique thématique, à la différence des cartes topographiques. Avec ce logiciel, l'utlisateur peut mettre en relation ces données spatiales et créer de nouveaux plans d'information, à l'aide d'un jeu de diverses fonctions analytiques proposées par l'ordinateur.

La première étape de constitution de la base de données revient à définir le système de référence spatial commun à tous les plans d'information: limites de l'aire d'étude, nombre de lignes et de colonnes du carroyage. Ce système uniforme de référence spatial suppose que chaque point de l'espace géographique est défini clairement en ligne et en colonne. Chaque information est qualifiée par un nom (*label*) et une valeur numérique. Le carreau constitue donc la plus petite unité de la grille de référence. Une classe est composée de plusieurs points ayant les mêmes valeurs (*region*). Le voisinage (*neighborhood*) est un groupe de points voisins.

* Institut de Géographie II, Université de Karlsruhe, Allemagne.

Après la saisie des données pour chaque thème, on peut produire de nouveaux plans d'information en les recodant. Pour cela, il faut affecter de nouvelles valeurs (thématiques) aux codes d'un plan d'information déjà existant.

• La commande RENUMBER, par exemple, fait ressortir les surfaces en eau d'un plan relatif à l'utilisation du sol en attribuant la valeur 0 à toutes les autres informations, et s'écrit, en langage Map-for-the-PC:

RENUMBER *Landuse* ASSIGNING 4 TO 0 ASSIGNING 1 TO 2 THRU 15 FOR *Eau*.

• SLICE est une autre commande de recodage. Elle découpe l'étendue d'une variable quantitative, de la valeur minimale à la maximale (*range*), en intervalles équidistants et leur attribue, en continu, des valeurs comprises entre 1 et le nombre de «tranches». Elle permet donc de représenter les altitudes, comme sur les cartes en courbes de niveau. La carte de la région de Idalpe (Ischgl, Tyrol) (fig. 1, 2 et 3) illustre bien cet exemple.

SLICE *Altitude* INTO 15 FROM 2.000 THRU 2.750 FOR *Courbes de niveau*

• Le nouveau plan d'information nommé *Courbes de niveau* peut faire l'objet d'une représentation cartographique bi-dimensionnelle, en lignes isohypses (fig. 2), avec la commande CONTOUR, et tri-dimensionnelle (fig. 3), avec la commande SURFACE. Pour plus d'information sur les modèles numériques de terrain (*digitale Geländemodelle*), on pourra consulter les travaux de G. Schmid (1988) et de J. Strobl (1986). Si une représentation en couleurs n'est pas possible, la même représentation de la grille, en noir et blanc, s'obtient par la commande SHADE *Courbes de niveau*.

Les diverses possibilités de calcul et de représentation, exposées ici à l'aide d'un exemple théorique, sont transposables à bien d'autres cas. À Karlsruhe, les émanations de différentes matières toxiques comme l'anhydride sulfureux (SO_2), le peroxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de carbone (CO), etc., sont enregistrées sur une grille kilométrique. Map-for-the-PC assure la cartographie de la répartition de ces émanations. Après avoir saisi les valeurs absolues des émissions, on réalise une généralisation avec la commande RENUMBER. Les valeurs sont alors découpées, au maximum, en 15 tranches, et leurs limites, choisies par l'utilisateur, sont tracées par COLOR. Ainsi, pour les quantités d'anhydride sulfureux (SO_2) rejetées par l'industrie et variant de moins 0,1 à 9 683 tonnes par an (fig. 4), on peut procéder au recodage suivant, avec RENUMBER:

RENUMBER *SO2I(EX)* ASSIGNING 1 TO 1/
ASSIGNING 2 TO 2 THROUGH 10/
ASSIGNING 3 TO 11 THROUGH 100/
ASSIGNING 4 TO 101 THROUGH 1000/
ASSIGNING 5 TO 1001 THROUGH 10000 FOR *SO2I(KL)*

Puis on calcule et recode le total des émanations de SO_2, c'est-à-dire les émissions de l'industrie et des ménages:

ADD *SO2H(EX)* TO *SO2I(EX)* FOR *SO2(EX)*
RENUMBER *SO2(EX)* ASSIGNING 1 TO 1 THROUGH 2/
ASSIGNING 2 TO 3 THROUGH 7/
ASSIGNING 3 TO 8 THROUGH 15/
.....
ASSIGNING 9 TO 3001 THROUGH 6000/
ASSIGNING 11 TO 6001 THROUGH 10000 FOR *SO2(KL)*

Notons que la valeur 10 n'a pas été assignée afin d'obtenir une plus nette représentation des couleurs (fig. 5).

Si l'on suppose que des conditions climatiques différentes (1970-1985) ont affecté les niveaux d'émanations toxiques, on peut calculer et représenter les données relatives à chaque matière nocive et cela, par année.

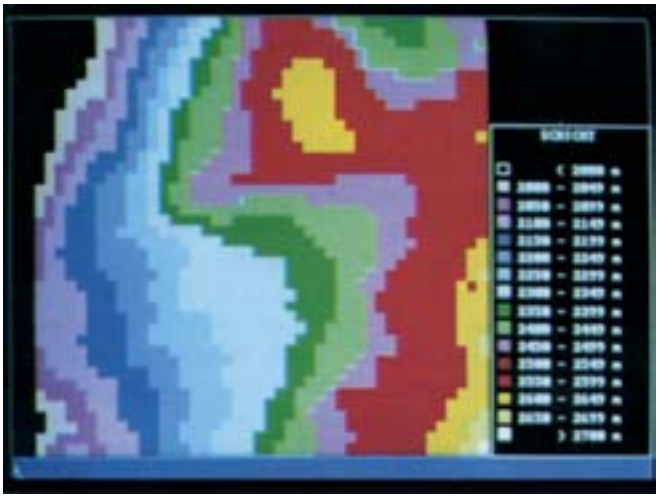
• AVERAGE évalue le débit moyen d'une matière toxique par an, pour une période définie et pour chaque carreau de la grille. Notons que le programme n'opère que des divisions en nombres entiers (*integer*).

• MINIMIZE calcule, également pour chaque carreau de la grille, le débit minimal d'une matière toxique au cours d'une année et établit un nouveau plan d'information comprenant ces valeurs minimales. On opère de manière semblable avec MAXIMIZE pour l'obtention du débit maximal.

• Le débit total, par année, des diverses matières nocives regroupées est obtenu avec la commande d'addition ADD. Dès lors, il est possible de connaître le débit total, les débits minimal et maximal de toutes les émanations toxiques cumulées.

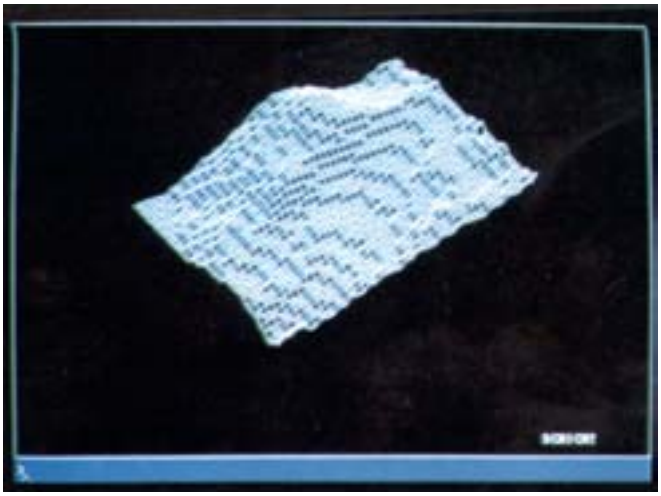
• Pour calculer l'évolution de ces débits entre 1970 et 1985, il faut, tout d'abord, définir un plan d'information constant, où toutes les mailles prennent la valeur 100:

MAP 100 FOR CONST 100,



1. Carte des courbes de niveau

2. Carte en lignes isohypses



3. Image 3D

4. Émissions de SO_2 par l'industrie à Karlsruhe (1984-1985)

5. Émissions totales de SO_2 à Karlsruhe (1984-1985)

6. Zones de distances par rapport aux routes

puis réaliser les opérations suivantes:

SUBTRACT *K1985* MINUS *K1970* FOR *M85/70_1*
MULTIPLY *M85/70_1* BY CONST100 FOR *M85/70_2*
DIVIDE *M85/70_2* BY *K1970* FOR *%CHANGE*

Le plan d'information *%CHANGE* contient l'évolution relative de la pollution entre 1970 et 1985.

Une autre technique de recodage revient à pondérer les données qualitatives pour obtenir un nouveau plan de valeurs, quantitatives cette fois. On peut, par exemple, attribuer à des types de sols, de nouvelles valeurs représentant leur aptitude au développement résidentiel (J.K. Berry, 1987, p. 123).

• La superposition des plans est réalisée avec COVER. Le nouveau plan obtenu est produit par la superposition aux valeurs du plan existant, des valeurs n'égalant pas zéro. Cela permet de faire apparaître des cours d'eau ou des routes, pour une meilleure orientation sur les cartes.

• CROSS, quant à lui, produit un nouveau plan d'information à partir de deux plans donnés, mais il faut affecter une nouvelle valeur à chaque paire de combinaisons.

• La commande SPREAD détermine les distances de tous les carreaux d'un sous-ensemble de carreaux d'origine. Sur le plan résultant, tous les carreaux de destination prennent la valeur 0 (leur distance avec eux-mêmes est nulle), et se situent au cœur de zones concentriques dont les valeurs augmentent en fonction de la distance au carreau de départ (ou d'origine). En calculant avec SPREAD les zones de distances par rapport aux routes, on peut pronostiquer l'aire d'extension de la pollution sonore (fig. 6). On peut aussi représenter la distance entre chaque carreau d'un plan d'information, dont on ne considère que l'espace boisé, et la limite de la zone boisée en tant que telle. Le résultat cartographique présenté par la *Waldtiefenkarte* paraît utile en écologie, car il localise les espaces devant être tout particulièrement protégés (cf. GÖPFERT W., 1987, p. 238).

• RADIATE estime la visibilité des carreaux de la maille, à partir d'un ou plusieurs carreaux d'observation. Les sorties montrent que ces carreaux sont codés 2, tous ceux visibles de là 1, et les restants 0.

• SCORE calcule des distributions de fréquences bi-dimensionnelles. Cette commande produit un tableau comportant de nombreux paramètres statistiques. Quand l'utilisateur emploie une des options, AVERAGE par exemple, un nouveau plan est créé renfermant, comme le montre le listing, le taux moyen de surface boisée par tranche d'altitude.

• ORIENT produit des cartes de direction azimutale. Sur les sorties, les classes ont des valeurs comprises entre 1 et 9 (1 = nord, 2 = nord-est, 3 = est, 4 = sud-est, 5 = sud, 6 = sud-ouest, 7 = ouest, 8 = nord-ouest, 9 = surface horizontale) ou, plus fines entre 1 et 361 (90 = est, 180 = sud, 270 = ouest, 360 = nord, 361 = surface horizontale).

Malgré sa grande facilité d'utilisation, le logiciel OSU Map-for-the-PC oppose quelques contraintes qu'il faut souligner ici. On ne peut calculer qu'avec des nombres entiers compris entre - 32 768 et 32 767. On ne peut représenter plus de 16 couleurs ou, en noir et blanc, plus de 16 trames codées de 0 à 15. Il est toutefois possible de calculer des valeurs plus grandes que 15 et même des valeurs négatives: pour cela, OSU Map-for-the-PC a recours au modulo 16, de sorte que des valeurs comme 20, 164 et - 4 sont représentées par la même couleur, ou trame en noir et blanc, que la valeur 4. Aussi faut-il faire attention à ne pas s'éloigner des valeurs comprises entre 0 et 15 lors de l'utilisation des fonctions ADD ou SUBTRACT. Si des valeurs hors de ces limites sont prévisibles, il faut préalablement effectuer une généralisation à l'aide des commandes RENUMBER ou SLICE, afin d'éviter une interprétation erronée.

OSU Map-for-the-PC est un programme facile d'emploi, très utile pour l'enseignement. Pour des travaux de recherche, on lui préfèrera les systèmes d'information combinés aux traitements d'images numériques (cf. GÖPFERT W., 1987). Les «gros» atlas existant déjà peuvent, par des procédés de saisie et de traitement de données sur grille, être transformés, stockés et traités à des coûts modérés (cf. GÖPFERT W., 1987, p. 210). Parmi ses avantages, la possibilité d'intégrer et de traiter, sans problème, des données avec d'autres logiciels, comme UNIRAS par exemple.

Références bibliographiques

BERRY J.K., 1987, «Fundamental operations in computer-assisted map analysis», *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 1, n° 2, pp. 119-136.

GÖPFERT W., 1987, *Raumbezogene Informationssyteme: Datenerfassung - Verarbeitung - Integration - Ausgabe auf der Grundlage digitaler Bild- und Kartenverarbeitung*, Karlsruhe.

Min. f. Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt u. Forsten (Ed.), 1986, *Emissionskataster Karlsruhe: Quellengruppe Verkehr*, Stuttgart (Umweltschutz in Baden-Württemberg).

Min. f. Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt u. Forsten (Ed.), 1986, *Emissionskataster Karlsruhe: Quellengruppe Hausbrand*, Stuttgart (Umweltschutz in Baden-Württemberg).

Min. f. Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt u. Forsten (Ed.), 1986, *Emissionskataster Karlsruhe: Quellengruppe Industrie und Gewerbe*, Stuttgart (Umweltschutz in Baden-Württemberg).

SCHMID G., 1988, «Digitale Bildanalyse von Geländemodellen und Satellitenbildern dargestellt am Beispiel der Olympia-Region Mount Allan bei Calgary / Canada», *Geographische Rundschau*, vol. 40, n° 2, pp. 25-28.

STROBL J., 1988, «Reliefanalyse mit dem Computer: Anwendungsmöglichkeiten digitaler Geländemodelle in der Physischen Geographie», *Geographische Rundschau*, vol. 40, n° 2, pp. 38-43.