MAPPE 87/1

Peter GOULD

et espace microgéographique : le jeu de la « Révolution Verte »

Espace de comportement

Les relations bidi-RESUME mensionnelles sont examinées entre les joueurs dans l'espace microgéographique de la salle de jeu et dans l'espace de comportement engendré par les interactions qu'ils percoivent. Les asymétries sont interprétées comme étant des « vents de pauvreté » et des effets de comportement antisocial. L'analyse cartographique combinée à la multidimensionnalité et à la régression euclidienne crée des intuitions sur de simples relations structurelles qui restent à examiner.

- · COMPORTEMENT SPATIAL · JEUX
- MULTIDIMENSIONNALITE
- REGRESSION EUCLIDIENNE

Bidimensional ABSTRACT relations are examined between players of the Green Revolution game in the microgeographic space of the room and the behavioral space generated by their perceived interactions. Asymmetries are interpreted as « winds of poverty » and the effects of antisocial behavior. Cartographic analysis. combined with multidimensional scaling and Euclidean regression. allow intuitive ideas about simple structural relations to be examined.

- · EUCLIDEAN REGRESSION · GAMES
- MULTIDIMENSIONAL SCALING
- * SPATIAL BEHAVIOR

摘和间过版不贪会种 | 互法,宽要社揭程的对富不因 | 关结佼这本会示中关称差协素把集合我种外为"农。,"行而民阵进可能从为"农。,"行而民阵进可能从为"农。,"行而民阵进可能从为"农。,"行而民阵进可能从为"农。,"行而民阵进间的运行出,条时导现度的图社败算直结场间令至条于与帕特中回制地关键。 依是"杜两法相归图研系

La façon selon laquelle la structure d'un espace détermine les comportements à l'intérieur de lui-même est souvent une question d'un très grand intérêt scientifique (1). Les exemples sont d'une grande variété : (a) le mouvement des spermatozoïdes dans le canal utérin structuré par un gradient d'acidité, (b) la propagation d'un incendie dans un bâtiment construit avec des matériaux d'inflammabilité différente, (c) les modes quotidiens de travail façonnés par les changements historiques de la possession de la terre (Pred, 1986), (d) la progression de la rage dans une région habitée par des renards (Kallén et al., 1985), (e) la diffusion de la rougeole à un niveau national (Cliff, Haggett and Ord, 1981); et enfin (f) les trajectoires de particules atomiques déviées par des champs magnétiques et gravitationnels. Peu importe que l'échelle soit microscopique ou bien cosmique, on fait souvent l'hypothèse que la structure ou « géométrie » de l'espace en question influence les mouvements de tout ce qui est compris dans cet espace. La relation qui existe entre la structure et le mouvement peut être aussi renversée : les mouvements non-aléatoires peuvent révéler une structure sous-jacente.

Comme, par définition tautologique, « l'espace » fait partie intégrante de toute étude spatio-temporelle, il n'est pas surprenant que la représentation cartographique constitue souvent une importante et valable approche analytique. Même s'il est toujours possible d'exprimer algébriquement la géométrie, un graphique a la capacité de faciliter la compréhension avec une rapidité que n'égale aucune autre forme de représentation symbolique, ainsi que de grands mathématiciens, tel Poincaré, le savaient!

Malgré le caractère très général de ces paragraphes d'introduction, cet article a un but plus modeste et essentiellement pédagogique. Il applique des méthodes déjà bien connues en littérature à l'exemple spécifique de la relation « géomètrie-comportement » dans un environnement microgéographique. Dans son développement, il fait porter l'attention sur un jeu d'une très grande valeur pédagogique créé par un géographe, et attire l'attention sur quelques références qui peuvent se révéler utiles et suggestives comme catalyseurs pour la réflexion géographique créatrice. Parce que nos pages sont limitées, la description, l'analyse, la discussion technique et les suggestions pour une recherche plus approfondie seront assez brèves mais les références bibliographiques permettront au lecteur d'approfondir les idées de base.



La Révolution Verte

Le jeu de la Révolution Verte (Chapman and Dowler, 1982) et ses versions plus sophistiquées et complexes (Chapman, 1981) furent conçus par le professeur Graham Chapman pour nous sensibiliser aux difficultés que rencontrent les hommes et les femmes qui vivent du travail de la terre dans de nombreux pays du Tiers-Monde (Gould, 1985). Fondé sur une étude de terrain détaillée et méticuleuse effectuée en Inde à Bihar (Chapman, 1983, 1985a), ce jeu est désormais régulièrement utilisé dans les programmes de formation de la Banque Mondiale à Washington et à New Delhi, dans des instituts de recherche économique et agricole en Inde, dans des programmes pour les étudiants en géographie aux Etats-Unis, au Canada et au Royaume-Uni (Corbridge, 1985). Son impact sur les joueurs est souvent assez extraordinaire : les représentants des gouvernements, comme les étudiants, ont tendance à aborder ce jeu avec condescendance et avec un air blasé, mais tous prennent



part aux discussions très souvent animées qui ont lieu après le jeu et admettent que leur participation à ce dernier a changé radicalement leur compréhension et leur sensibilité.

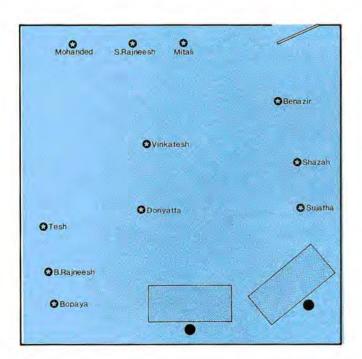
Le jeu dure de six à huit heures avec huit à vingt joueurs et un « Directeur » de jeu. Ce dernier joue le rôle de la Nature, affectant, dès le début du jeu, les fermes aux fermiers (petits pions, champs, jetons, etc.); distribuant au hasard la pluie et les calamités naturelles pendant la germination, la croissance et la récolte du riz ; attribuant les naissances à chaque fin de tour pendant le jeu et déterminant l'arrivée de la mousson. Les joueurs peuvent se prémunir de la sécheresse et des insectes en creusant des puits et en achetant des pesticides s'ils ont assez d'argent ; ils peuvent aussi augmenter leur rendement en plantant un nouvel hybride du riz. Ceci cependant induit un plus grand besoin d'eau, de pesticides et d'engrais, c'est ce que peuvent faire les fermiers les plus riches. Il n'y a en fait aucune règle formelle à ce jeu, la violence est tout de même interdite parmi les joueurs. Mais il y a eu des occasions pendant lesquelles le directeur de jeu a dû comparaisons, souvent austères, soulèvent des discussions rappeler les joueurs à l'ordre, tant l'engagement émotionnel peut devenir important. Ceci étant, les joueurs peuvent jouer seuls ou en groupe, mettre en commun leurs ressources, former des coopératives et des syndicats, créer leur propre banque, prêter de l'argent, des semis, de l'engrais, des pesticides... En fait, les joueurs peuvent tout faire pourvu que ce ne soit pas contraire aux lois de la nature, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent prétendre avoir fait

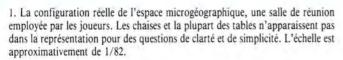


pousser du riz sans terre, vivre sans nourriture ou survivre à une sécheresse terrible sans puits, et ainsi de suite. Le jeu est très riche des variations virtuelles infinies qu'il peut inventer. Il constitue un excellent exemple d'un système extrêmement compliqué (Kolmogorov, 1968, Chaitin, 1974, Berlinski, 1986, Gould, 1986). Chapman a été contacté de nombreuses fois par des programmeurs en informatique qui pensaient que le jeu pourrait être facilement simulé par un ordinateur distribuant des nombres au hasard (Chapman, 1985). Cependant, après avoir pris part à un seul jeu, tous ces magiciens de l'ordinateur décidèrent de consacrer leurs capacités intellectuelles à des sujets plus simples, comme la physique quantique.



A certains égards, la plus importante partie du jeu arrive à la fin quand les joueurs, le banquier, le directeur de jeu prennent part à un compte rendu long et détaillé. C'est à ce point que l'on récapitule la performance économique générale du village et qu'on la compare aux résultats des fermes individuelles et des coopératives. Les animées, voire passionnées, sur des problèmes éthiques et moraux, et les étudiants peuvent argumenter pendant des jours après le jeu. De plus, ces sessions soulèvent des questions pertinentes sur une grande variété de problèmes : taille minimale d'une ferme et d'une famille, variété de riz à semer, décisions d'investissement, accès à l'information, etc., qui ont mené à une meilleure compréhension des difficultés auxquelles font face les





	Ворауа	B.Rajneesh	Tesh	Donyatta	Vinkatesh	Mohanded	S.Rajneesh	Mitali	Benazir	Shazah	Sujatha
Bopaya		11	8	10	5	3	9	2	4	6.5	6.5
B.Rajneesh	11		4	8	6	2	7	3	5	9.5	9.5
Tesh	4	10		11	4	4	8	4	4	8	8
Donyatta	9	8	7		3	3	5	3	6	10.5	10.5
Vinkatesh	5	10	2	6		4	9	8	3	11	7
Mohanded	8	7	6	2	9		11	10	5	4	3
S.Rajneesh	5	7	2	4	6	10		11	3	9	8
Mitali	2	4	3	6	9	10	11		5	8	7
Benazir	4	9	3	6	7	2	10	5		11	8
Shazah	3	7	3	9	7	3	7	5	10		11
Sujatha	4	7	2	10	6	3	8	5	9	11	

2. La matrice des intensités d'interaction perçues par les joueurs pendant le jeu et enregistrées en ordre de taille croissant. La matrice n'est pas symétrique sauf dans le cas de quelques éléments de chaque côté de la diagonale.

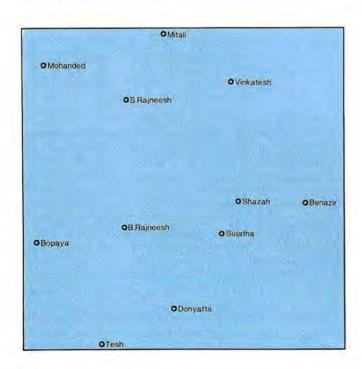


fermiers sans beaucoup de ressources. C'est durant une de ces sessions que la question de la microgéographie du « village », c'est-à-dire la salle où se déroulait le jeu. fut soulevée. Quelques joueurs ont alors commencé à envisager le fait que la place qu'ils occupaient par rapport aux autres joueurs dans la partie avait eu des effets sur l'intensité avec laquelle ils avaient interagi les uns par rapport aux autres. Ces interactions ont eu lieu tout au long de la session, et plus particulièrement quand les joueurs négociaient l'obtention d'un prêt, formaient des coopératives, échangeaient un excédent de capital travail contre du riz, etc.. En bref, on en vint à l'idée selon laquelle le comportement « spatial » des joueurs n'était pas sans liaison avec la structure de l'espace dans lequel ils évoluaient, et que cette structure était en partie définie par les emplacements relatifs des joueurs eux-mêmes. La question était : comment peut-on examiner la relation qui « géométrie » de l'espace entre la microgéographique et la configuration de l'espace de comportement?

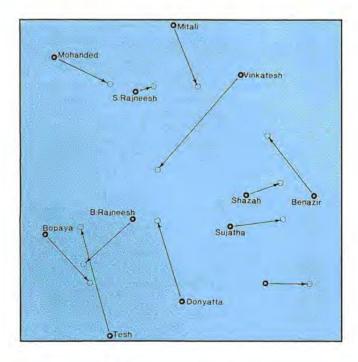
Microgéographie et comportement humain

Il fut facile de définir la structure de l'espace microgéographique de la salle dans laquelle se passait le jeu (fig. 1), car un simple plan et un système de coordonnées était suffisant. Mais que pouvait-on dire de l'espace d'interaction ou de comportement ? Pour saisir cette notion beaucoup plus complexe, nous avons demandé à chaque joueur de faire une liste, de s'y mettre en tête et ensuite de classer tous les autres joueurs suivant l'intensité avec laquelle ils avaient été en relation pendant le jeu. C'est, bien entendu, une mesure très grossière de l'interaction perçue mais, comme notre propos est d'abord pédagogique, nous pensons pouvoir prendre quelques libertés avec ces valeurs ordinales. Nous espérons que les mathématiciens qui s'opposent à certaines opérations binaires dans les ensembles ordonnés nous pardonneront sur ces bases pédagogiques. En principe, on pourrait prendre des mesures métriques de l'interaction, peut-être en enregistrant l'entière durée du jeu sur vidéocassette, et en tirer ensuite une analyse précise des interactions en comptant soit le nombre d'échanges et le temps qu'ils prirent, ou même en mesurant, avec des coefficients, l'intensité émotionnelle.

Les interactions perçues forment une « matrice de comportement » (fig. 2) dans laquelle les classements ont été inversés afin que les interactions les plus vivement perçues soient affectées d'une grande valeur numérique. Il faut noter que la matrice n'est pas symétrique : par exemple Shazah perçoit un faible niveau d'interaction [3] avec Tesh, cependant Tesh a une plus forte perception de son interaction [8] avec Shazah (2). Nous examinerons et interprèterons une telle asymétrie plus loin mais, pour le moment, nous avons besoin de créer un espace de comportement à partir de ces données. Ceci est facilement réalisable en se servant d'une échelle multidimensionnelle (EMD) qui intègre le programme hybride KYST désormais standard (Kruskal, 1973 ; le nom vient de Kruskal, Young,



3. Les emplacements des fermiers dans l'espace de comportement après la mise à l'échelle multidimensionnelle obtenue en utilisant KYST avec p = 2.



4. Les vecteurs résiduels des régressions bidimensionnelles ou euclidiennes après que les emplacements des fermiers dans l'espace microgéographique du village aient tenté de prédire les emplacements dans l'espace de comportement.



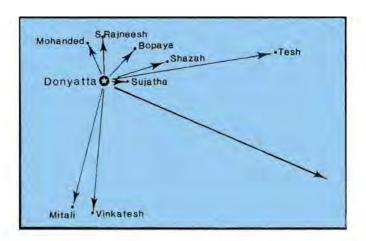
Sheppard et Torgerson qui ont ainsi contribué à sa création). La matrice d'interaction est pliée selon la diagonale et les valeurs superposées sont ajoutées afin de fournir une mesure de l'interaction totale entre les paires de joueurs (3).

Le résultat est une carte des joueurs dans « l'espace de comportement » (fig. 3) où les joueurs qui ont une forte interaction sont placés côte à côte et vice versa. Le stress (une mesure qui indique la précision avec laquelle les distances concordent avec les valeurs d'interaction) est de 0,123; cette valeur soulève trois questions importantes. Premièrement, la question de la dimensionnalité de l'espace : si les données de comportement ont trois dimensions, le stress passe à une valeur de 0,051. Mais avec seulement onze joueurs nous pouvions nous attendre à une telle baisse étant donné la liberté additionnelle fournie par un troisième axe ; nous n'approfondirons pas cette question plus avant ici (4). Deuxièmement, nous devons nous demander si le stress est une valeur globale ou bien si la configuration est bloquée à un minimum local. Quand bien même il n'existe aucune preuve formelle mathématique, beaucoup d'expériences comportant des positions de départ différentes ont été faites, et nous sommes raisonnablement confiants dans le fait que la carte représentée ici constitue une bonne image de la configuration globale. Cependant, au cours de l'analyse, nous avons rencontré plusieurs minima locaux et, du fait de l'expérience considérable amassée au cours des dernières années, nous dirons que peut-être plus d'un quart des publications en sciences humaines ne représentent pas les configurations globales ainsi qu'elles prétendent le faire (5). Troisièmement, nous pouvons nous demander si l'espace de comportement est un espace euclidien, ce qui implique p = 2 dans l'expression globale suivante:

$$d_{ab} = [(x_a - x_b)^p + (y_a - y_b)^p]^{1/p}$$

De nombreuses expériences avec p allant de 1,3 à 3 ont montré que le stress est extraordinairement insensible à la valeur de p employée. Le stress augmente en fait avec p = 1. Peut-être est-ce parce que l'espace d'interaction est ici très réduit que si peu d'effet a pu être détecté (6).

Une question surgit maintenant : quelle est l'exacte relation qui existe entre la répartition des joueurs dans l'espace de comportement (fig. 3) et leur localisation dans le village (fig. 1)? Nous nous souvenons que cette question fut soulevée ultérieurement par les joueurs euxmêmes ; elle peut être aisément examinée par régression bidimensionnelle ou euclidienne (Tobler, 1966, Gould and Greenawalt, 1984). Ceci étant simplement une version bidimensionnelle de la régression simple Y = a + bX, qui relie un couple de coordonnées (x,y) à un autre (u,v) par :



 En calculant les « vents d'influence » nets qui découlent des asymétries dans la matrice des interactions perçues. L'exemple de Donyatta est employé ici.

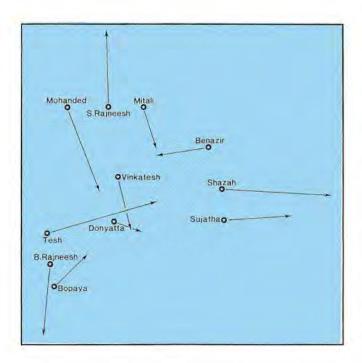
$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{u}} \\ \hat{\mathbf{v}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{11} \\ \mathbf{a}_{12} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{11} & \mathbf{b}_{12} \\ \mathbf{b}_{21} & \mathbf{b}_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{y} \end{bmatrix}$$

La translation linéaire est fournie par le vecteur a pendant que les opérations de mise à l'échelle et de rotation sont contenues dans la matrice b (7). En fait, ces paramètres de régression bidimensionnelle ont peu de valeur empirique ou même d'interprétation, car ils dépendent uniquement des systèmes de coordonnées employés pour les représentations. Le coefficient de corrélation (r = 0,65) ainsi que les valeurs résiduelles présentent par contre un plus grand intérêt. Après la translation linéaire, la rotation et la mise à l'échelle obtenues en utilisant la méthode habituelle des moindres carrés, l'ajustement est très bon mais les valeurs résiduelles apparaissent alors en tant que vecteurs (la différence entre la localisation de [û,v] prédite dans l'espace de comportement par la localisation de [x,y] dans l'espace microgéographique et la véritable localisation de [u,v]). Les vecteurs résiduels peuvent être interprétés comme étant les élargissements et les compressions non linéaires qui doivent être effectuées pour amener l'espace de comportement et l'espace microgéographique en osmose totale (fig. 4). Si les valeurs résiduelles ne se chevauchent pas, cela implique qu'une transformation « douce » puisse amener les deux configurations en conformité comme si l'une était simplement une déformation continue de l'autre. Dans cet exemple, ce n'est pas tout à fait vrai. Les deux vecteurs de B. Rajneesh et de Tesh se croisent, ce qui implique que l'on a besoin d'un déchirement plutôt important de l'espace dans cette zone particulière.



Il nous reste à examiner et interpréter les asymétries de la matrice d'interaction (fig. 2). Une façon de mettre en lumière cartographiquement une telle asymétrie est d'examiner l'effet net pour chaque joueur comme si c'était un « vent d'influence » soufflant dans l'espace. Le principe en est très simple. Tandis qu'un programme informatique est disponible pour de grandes matrices (Tobler, 1976), pour de petits problèmes, calculer les « vents » à la main a une très grande valeur pédagogique. Imaginons simplement une feuille de papier millimétré transparente centrée sur chaque joueur, prenons Donyatta dans cet exemple. Il interagit avec Bopaya [9] alors que Bopaya interagit avec Donyatta [10]: il y a donc un flux net de valeur 1 de Bopaya vers Donyatta. Ceci est figuré comme vecteur d'unité de longueur de Bopaya vers Donyatta (fig. 5). D'autre part Donyatta et Benazir interagissent entre eux avec la même intensité [6] : le vent net est donc de force zéro. Tous les vecteurs sont tracés, leurs coordonnées connues, ils sont additionnés pour donner le vecteur final de résolution et la force nette du vent d'interaction qui pousse Donyatta vers le côté droit du village (fig. 6). Les autres vents sont calculés de la même façon pour tous les autres joueurs.

Pour interpréter ces vents étranges à travers l'espace microgéographique il faut une connaissance détaillée de ce jeu particulier. Bopaya, Tesh, Mohanded et Mitali étaient des paysans très pauvres, demandant sans cesse



6. Les « vents de pauvreté » qui soufflent à travers l'espace microgéographique du village en partie contrôlés par les mouvements des fermiers pauvres vers les sources d'argent du village.

des prêts de riz (soit pour la semence soit pour la nourriture) ainsi que des prêts d'argent (pour acheter des pesticides, des engrais, pour creuser des puits) auprès de paysans riches comme Vinkatesh ou Donyatta, situés au milieu de village, ou bien encore plus fréquemment auprès de la très riche association formée par Shazah et Sujatha. Cette dernière association extrêmement fructueuse devint la source principale de prêt dans le village (8). C'est pour cette raison que les vents de la pauvreté balayent l'espace, poussant les pauvres fermiers vers cette riche association, source de survie matérielle. Cependant deux fermiers, B. Rajneesh et S. Rajneesh, subissent des vents qui les éloignent du centre de l'espace. Cela implique que quelques joueurs ont l'impression qu'ils interagissent avec ces deux fermiers beaucoup plus fortement qu'ils n'évaluent leurs propres interactions. En fait ces deux frères avaient un accord secret pour voler le plus possible les autres villageois. Ils ont eu énormément de succès dans cette entreprise antisociale, prenant de l'argent, du riz, de l'engrais, des pesticides pendant que les autres fermiers étaient distraits, peut-être parce qu'ils se disputaient ou négociaient pour obtenir un prêt. Dans un sens, les frères Rajneesh n'étaient pas vraiment dans le même jeu et les vents ont eu tendance à les éloigner du reste des fermiers du village.

Réflexions cartographiques

Comme nous l'avons déjà dit initialement, l'intention de cet article est d'être catalytique, d'indiquer les possibilités d'une analyse et d'une expression cartographiques afin de suggérer de nouvelles façons de penser les relations spatiales. Nous vivons tous dans des espaces structurés par des échelles différentes et les spécialistes en géographie humaine sont bien conscients du fait que la façon dont ces « toiles de fond » sont structurées, peut très bien avoir un effet sur les « acteurs » sur la scène. Que voulons-nous dire par « structure », et comment un espace structuré peut-il, de façon très concrète, déterminer les comportements ? Quel est le système de mesure approprié ? De quelles représentations pouvons-nous disposer? Comment pouvons-nous examiner et interpréter les asymétries et leurs effets, savoir si ce sont des interactions et des perceptions différentielles ou même des « rues à sens unique » qui, en ville, créent parfois tant de frustrations pour les conducteurs ? Sur notre planète quels sont les vents globaux de perception ? Comment s'approprie-t-on ou rejette-t-on certains lieux ? Quels sont les vents d'interaction, les brises de perception asymétrique qui soufflent en Europe aujourd'hui ou entre les départements français ?

Peu importe le mode d'analyse : l'expression finale doit être représentée sous forme cartographique. Alors seulement quelqu'un pourra dire : « Je vois !... et je n'y avais encore jamais pensé ».



(1) Des mouvements très déformés peuvent résulter d'un comportement simple dans un environnement complexe, ainsi que Herbert Simon (1969) l'a fait remarquer en prenant comme exemple une fourmi traçant son chemin sur le sable ondulé d'une plage.

(2) Les étudiants qui ont participé à ce jeu ont choisi des pseudonymes indiens, qui ont été conservés pour préserver leur anonymat.

(3) Les mathématiciens reconnaîtront avec nous que toute asymétrie dans la matrice détruit la définition d'un espace métrique car l'axiome de réflexivité est violé. Cependant, d'un certain point de vue, c'est l'exemple extrême du vieux problème du cartographe : toutes les cartes représentent avec distorsion la réalité qu'elles cherchent à figurer. C'est toujours une question d'appréciation à la hausse de ce qui est gagné par rapport à ce qui est perdu dans la représentation. La matrice entière est utilisée techniquement pour minimiser des problèmes de minima locaux.

(4) Cela n'implique pas que les questions de la dimension de l'espace ne soient pas importantes en recherche géographique, voir Marchand (1973).
(5) En tant que mathématicien, Kruskal avertit explicitement ses lecteurs de ce problème. Peu de spécialistes en sciences humaines semblent accorder une quelconque attention à ces avertissements. C'est un problème empirique difficile, qui demande de soigneuses et patientes expérimentations. Cave

Kystis!

(6) Quand p = 1 nous avons une grille, un « espace de taxi manhattanien » où la distance est mesurée d'après le quadrillage des rues, caractéristique du mouvement dans l'espace hautement structuré d'une ville typiquement américaine. Quand p = 3, nous nous référons habituellement à un espace « amoureux » car la géomètrie place maintenant deux points beaucoup plus près l'un de l'autre comme les yeux de deux amants qui se rencontrent à travers une pièce. Les barbares de la perfide Albion tendent à utiliser p = 1, il est vrai qu'ils font aussi de bons taxis. Ceux qui vivent dans la « Douce France » préfèrent p = 3 et y réussissent très bien... Mais nous n'avons pas assez de place pour approfondir davantage une telle propriété géo-métrique.

(7) Il faut noter que l'opération de « réflexion de l'image » n'est pas faite par ces transformations linéaires, et l'analyste doit examiner soigneusement les configurations E.M.D. données par KYST avant d'entrer les données dans le programme EUCLID. En cas de doute il est plus sage d'exploiter

sur ordinateur deux versions en changeant simplement le signe des coordonnées x ou y.

(8) « Fructueuse » doit être pris au sens matériel du terme plutôt qu'esthétique ou moral. La richesse de ces fermiers qui devinrent les prêteurs d'argent du village a créé un grand sentiment de ressentiment et, pendant le compte rendu du jeu, ils ont reçu de chaudes critiques pour l'égoïsme, l'avarice, la non-coopération avec laquelle ils avaient joué. Ceci représente seulement un exemple de la façon selon laquelle le jeu de la « Révolution Verte » peut refléter, dans un microcosme, quelques réalités que l'on rencontre dans le monde réel.















Les figurines entre colonnes sont des pièces du jeu.

Références bibliographiques

BERLINSKI D., 1986, Black Mischief: The Mechanics of Modern Science, New York, William Morrow.

CHAITIN G., 1974, « Information-theoretic computational complexity », IEEE Transactions on Information Theory, IT-20, 1, 10-15.

CHAPMAN G., 1981, Gaming simulations or irrigation systems: prospects for management training, mimeo, New Delhi, Ford Foundation.

CHAPMAN G., 1983, « The folklore of the perceived environment in Bihar », Environment and Planning A, 15, 945-968.

CHAPMAN G., 1985a, « The structure of two farms in Bangladesh », in T. Bayliss-Smith, S. Wanmali (eds), *Understanding Green Revolutions*, Cambridge, University Press.

CHAPMAN G., 1985b, « The epistemology of complexity », The Science and Praxis of Complexity, Tokyo, United Nations University.

CHAPMAN G., DOWLER E., 1982, The Green Revolution Game, Cambridge, Marginal Context.

CLIFF A., HAGGETT P., ORD J., 1981, Spatial Diffusion: An Historical Geography of Epidemics in an Island Community, Cambridge, Cambridge University Press.

CORBRIDGE S., 1985, « The Green Revolution game », Journal of Geography in Higher Education, 9, 171-175.

GOULD P., 1985, The Geographer at Work, London, Routledge and Kegan Paul.

GOULD P., GREENAWALT N., 1985, « Some methodological perspectives on the analysis of team games », Journal of Sport Psychology, 4, 283-304.

KALLEN A., ARAURI P., MURRAY J., 1985, « A simple model for the spatial spread and control of rabies », Journal of Theoretical Biology, 116, 377-393.

KOLMOGOROV A., 1986, « Logical basis for information theory and probability theory », IEEE Transactions on Information Theory, IT-14, 5, 662-664.

KRUSKAL W., 1973, How to Use KYST, Murray Hill, New Jersey, Bell Telephone Labs.

MARCHAND B., 1973, « Deformation of a transportation surface », Annals of the Association of American Geographers, 53, 507-521.

PRED A., 1986, Place, Practice and Structure: Social and Spatial Transformation in Southern Sweden, 1750-1850, Cambridge, Polity Press.

SIMON H., 1969, Sciences of the Artificial, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

TOBLER W., 1966, « Medieval distortions : the projections of ancient maps », Annals of the Association of American Geographers, 56, 351-360.

TOBLER W., 1976, « Spatial interaction patterns », Journal of Environmental Systems, 6, 251-301.