

## Forum

### Commentaire

#### La charte : une contribution à l'utilisation de la modélisation en sciences sociales

Yves Guermond

Géographe, Université de Rouen, équipe MTG (Modélisation et traitements graphiques en géographie),  
76821 Mont-Saint-Aignan cedex, France

Bien qu'elle demeure au stade de la déclaration d'intention, la « charte » qui nous est proposée<sup>1</sup> ouvre opportunément une réflexion sur les perspectives de modélisation de la gestion des ressources naturelles et de l'environnement. Les deux objectifs que se fixent les auteurs « la production de connaissances sur des systèmes complexes et l'accompagnement de processus collectifs de décision » font en fait partie de ce qui a toujours été le rêve secret des chercheurs en sciences humaines et sociales.

Sur le premier objectif, on ne peut qu'être d'accord avec le souci de confrontation constante entre la théorie et le terrain qui est au cœur de leur démarche. La remise en cause des hypothèses est à la base de tout travail de chercheur, dans le processus itératif terrain → modélisation → simulation → terrain, avec un feedback vers la théorie. Ce qui est nouveau dans leur proposition, c'est que l'objectif n'est plus de « construire un modèle », mais plutôt de mettre à profit l'évolution des capacités de l'informatique pour reconstituer une évolution des phénomènes par une simulation que l'on peut contrôler pas à pas. Après une période où les approches déductives ont dominé, il peut sembler que l'on en revienne à une méthode inductive sans théorie préexistante. Ce n'est pas tout à fait vrai, car les méthodes se superposent en couches successives et ne se contredisent pas. La première phase de la modélisation en sciences humaines a correspondu à une sorte de « physique sociale », où a dominé la recherche de la simplification, à partir de l'application de quelques théories générales. (Ceci vaut notamment pour

les recherches s'intéressant à l'interaction spatiale qui est mon domaine.) Le caractère réducteur de ces grands modèles classiques a conduit à l'apparition de la notion de système. L'interaction des différents éléments partiels qui constituent un système (et tout particulièrement un « système spatial », pour rester dans mon domaine de recherche) peut provoquer l'émergence de comportements globaux, non prévisibles à partir des modèles partiels, et qui ont pu faire dire que « le tout est plus que les parties ». Le système peut devenir à ce point complexe qu'apparaît la notion de chaos<sup>2</sup> et, dans ce cas, l'explication proprement dite échappe quelque peu au chercheur. Reconstituer au plus près la réalité n'est pas nécessairement l'expliquer. Des relations déterministes partielles peuvent entraîner des conséquences imprévisibles : c'est le fameux modèle de Schelling, qui fait apparaître une complète ségrégation sociale dans l'espace urbain au bout d'un certain nombre d'itérations, alors que les hypothèses initiales prévoient une certaine dose de mixité sociale<sup>3</sup>.

L'objectif scientifique demeure toujours, malgré tout, de réduire la complexité, afin de parvenir à accroître la part de l'explication. C'est pourquoi il apparaît légitime de s'orienter vers une « modélisation incrémentale », reposant sur des simulations informatiques. Ceci dit, l'expérience de l'équipe de recherche MTG de Rouen, à laquelle j'appartiens, conduit à penser que les modèles d'« automates cellulaires » permettent de réaliser cette incrémentation d'une façon sans doute spatialement

Auteur correspondant : yves.guermond@wanadoo.fr

<sup>1</sup> Voir dans ce numéro l'article collectif « La modélisation comme outil d'accompagnement ».

<sup>2</sup> Kiel & Elliot (Eds), 1997. *Chaos Theory In the Social Sciences*, Ann Arbor, University of Michigan Press.

<sup>3</sup> Schelling, T.C., 1978. *Micromotives and Macrobehavior*, New York, Norton.

plus significative que ne le sont plus généralement les systèmes multi-agents, dont les applications ayant une incidence spatiale sont encore pour le moment peu probantes (les automates cellulaires sont une forme de modèle multi-agents limitée au fonctionnement de cellules spatiales). À l'image du « jeu de la vie » de Conway<sup>4</sup>, l'espace peut être modélisé comme un réseau de cellules connectées entre elles par un graphe de voisinage, et pourvues chacune d'un mécanisme de transition. Dans notre équipe, deux applications de cette idée ont été réalisées, qui rejoignent d'une certaine façon les préoccupations du collectif signataire de la charte. L'une porte sur la simulation du ruissellement de surface et a donné lieu au modèle RuiCells<sup>5</sup>. L'autre consiste en une simulation de l'évolution de l'utilisation du sol en milieu urbain : il s'agit du modèle SpaCelle<sup>6</sup>.

Dans ce genre d'analyse (et, d'une façon générale, dans toute analyse en termes de compétition spatiale), plusieurs modèles théoriques peuvent s'adapter aux conditions locales : le modèle gravitaire (distance par rapport à des centres de forte densité), la théorie des graphes (accès au réseau de communications terrestres), etc. Il apparaît vite nécessaire d'intégrer, dans le comportement de chaque cellule spatiale, d'autres éléments, plus complexes, non nécessairement mathématisables, et que le langage naturel peut exprimer de façon plus fine et mieux adaptée : représentations cognitives d'experts, diagnostics verbaux, etc. Ces inflexions peuvent être introduites progressivement dans la simulation pour en affiner les résultats. On retrouve là la démarche proposée dans la charte. L'objectif n'est pas, là non plus, d'aboutir à une quelconque « prévision », car le travail du chercheur s'arrête à l'investigation sur les éléments explicatifs d'une situation passée ou actuelle, afin d'en tirer si possible quelques règles générales. La prévision est ensuite une affaire d'intuition, de réflexion intellectuelle, qui échappe au domaine proprement scientifique, lequel suppose toujours une possible validation.

Les signataires de la charte accordent avec raison une attention particulière à ce problème de validation. Dans le domaine de l'espace géographique et de l'environnement, la question n'est pas parfaitement résolue. Dans la simulation de l'évolution de l'utilisation du sol dans un espace urbain, évoquée ci-dessus, nous avons tenté par exemple de comparer l'état simulé en fin de période avec l'état réel. On peut, certes, comparer statistiquement le

nombre de cellules qui ont changé d'affectation, et les répartir selon les différentes affectations, mais ce nombre total ne renseigne pas sur leur localisation. On peut alors effectuer une comparaison cellule par cellule, mais cette comparaison est trompeuse : elle peut être statistiquement mauvaise, mais spatialement acceptable, si l'on estime que ce qui compte, ce n'est pas la localisation précise de chaque cellule modifiée, mais la configuration générale des structures spatiales. Une réflexion est donc certainement à mener sur la validation des simulations environnementales.

Le second objectif visé par la charte est l'accompagnement des processus collectifs de décision. Cette « modélisation d'accompagnement » est une problématique propre aux questions scientifiques dans lesquelles l'action de l'homme est impliquée, et elle est nécessaire pour ne pas tomber dans le travers technocratique (on connaît le danger de certaines conceptions autoritaires de l'écologie, si elles ne sont pas fondées sur l'adhésion des populations concernées). Le collectif d'auteurs a raison de lutter contre « les possibilités, conscientes ou non, de manipulation des processus de décision par l'utilisation de modèles ». La simulation peut en effet permettre de structurer les échanges et faciliter la concertation entre acteurs. Comme l'écrivent les signataires de la charte, l'objectif « n'est pas celui, fort ambitieux, de produire des décisions et des résultats définitifs, mais celui d'enrichir le processus de prise de décision ». Ainsi, les résultats de la simulation du ruissellement dans le pays de Caux, dont il a été question plus haut, ont été présentés à des agriculteurs, dans le cadre d'une thèse destinée à mettre en relation les éléments physiques de plusieurs sous-bassins versants et les éléments liés aux stratégies économiques des différentes exploitations agricoles réparties sur ces sous-bassins. Il s'agissait d'aboutir à des stratégies communes de répartition des cultures et de l'herbe entre plusieurs exploitations, afin de limiter le ruissellement susceptible de provoquer des inondations dans les zones en aval, situées sur d'autres communes. Comme le rappellent les signataires de la charte, il est apparu évident que la perception « scientifico-technique » n'était qu'une « simple option parmi d'autres dans le processus de prise de décision », mais la simulation par automates cellulaires a été un important moyen de discussion de stratégies environnementales acceptables par tous.

Peut-on prétendre que cette « modélisation incrémentale » modifie les conditions du dialogue entre les chercheurs et les usagers ? Ce serait tomber dans les illusions et les risques d'une « politique dirigée par la science ». On peut dire simplement – et, en ce sens, la déclaration d'intention que constitue la charte accompagne une orientation féconde de la recherche actuelle en environnement – que modéliser, ce n'est plus rechercher à tout prix « un » modèle explicatif, mais c'est entrer dans une démarche patiente et concertée

<sup>4</sup> Conway & Gardner, 1970. *Mathematical Games: The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game "life"*, *Scientific American*, octobre, 120-123.

<sup>5</sup> Langlois, P., Delahaye, D., 2002. RuiCells, automate cellulaire pour la simulation du ruissellement de surface, *Revue internationale de géomatique*, 12, 4, 461-487.

<sup>6</sup> Dubos-Paillard, E., Guermond, Y., Langlois, P., 2003. Analyse de l'évolution urbaine par automate cellulaire : le modèle SpaCelle, *L'Espace géographique*, 4, 357-378.

(entre les chercheurs de différentes disciplines et avec les hommes et les femmes concernés par les politiques proposées), et validée par des simulations. Cette voie est semée d'embûches et de risques de désillusions. Dans une critique d'un ouvrage d'auteurs canadiens consacré à la place des SIG dans la pratique des collectivités locales et à la participation des citoyens aux projets d'aménagement<sup>7</sup>, Roger Brunet exprime des doutes<sup>8</sup> : « Dans ces ambitions panoptiques et un peu naïves, comme dans les articles sur la relation avec les citoyens, on sent bien la tentation irrésistible de techniciens glissant vers la technocratie : discours et schémas

à teinture ésotérique sur la "participation" semblent être placés là comme rituels d'autolégitimation visant à justifier une forme d'autorité, plus que comme vœu sincère d'ouverture démocratique. »

Toute la question est de ne pas confondre « information » des citoyens (à la manière des divers services de l'Équipement) et émanation de propositions à partir des citoyens. Mais il existe bien aussi une connaissance scientifique, et le souhait d'élever en permanence le niveau du débat démocratique sans le contraindre est un objectif qui mérite qu'on prospecte toutes les pistes.

---

<sup>7</sup> Roche, S., Caron, C. (Eds), 2004. *Aspects organisationnels des SIG*, Hermès Science publications.

<sup>8</sup> <http://mappemonde.mgm.fr/num4/librairie/lib04402.html>