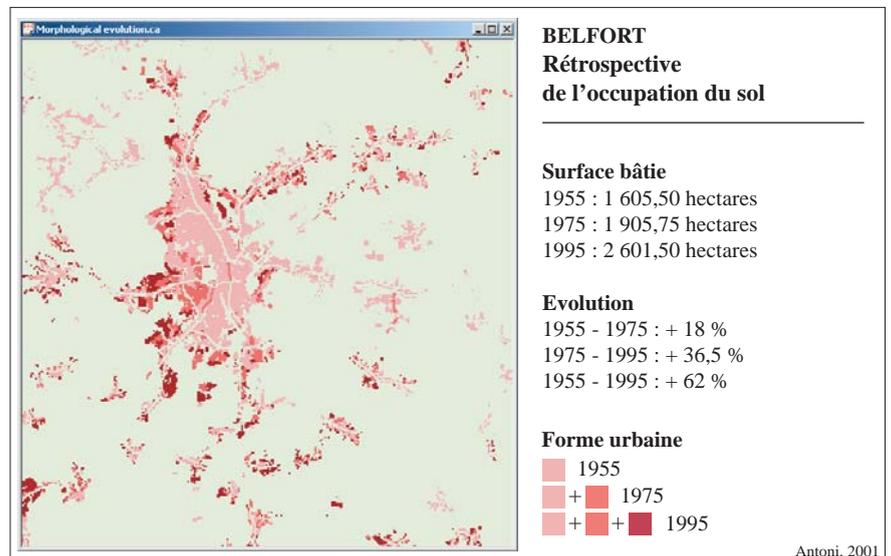


Étalement urbain et modélisation prospective à Belfort

Jean-Philippe ANTONI, Laboratoire Image et Ville, Université Strasbourg I, CNRS UMR 7011
jp.antoni@wanadoo.fr

Les villes sont aujourd'hui l'une des principales préoccupations des pouvoirs publics et des acteurs du territoire (municipalités, ministère de l'équipement, établissements de coopération intercommunale, etc.). En quelques années, la manière de les appréhender a très largement évolué : de nouvelles instances juridiques et politiques (lois Voynet, loi Chevènement, etc.), de nouveaux acteurs techniques (agences d'urbanisme, bureaux du temps, etc.) et de nouveaux indicateurs statistiques (zonage en aires urbaines de l'INSEE, etc.) permettent de considérer autrement ces villes qui ont changé. Parmi les causes du changement, l'étalement urbain apparaît comme le processus d'urbanisation majeur, qui implique un nouvel arrangement des espaces urbain et périurbain en fonction des possibilités de déplacement offertes par les réseaux de communication. Toutefois, cet étalement, parfois insidieux, est difficile à visualiser et à mesurer de façon globale. Dans le cas de la ville de Belfort, une base de données spatio-temporelle a été mise au point pour faciliter cette visualisation : un carroyage de cartes topographiques actuelles et anciennes a permis d'obtenir trois images comparables de la ville à différentes dates (1955, 1975 et 1995). Stockées dans un SIG (Système d'information géographique), ces images permettent de lire l'évolution urbaine en diachronie, par l'intermédiaire de cellules auxquelles sont associées des catégories d'occupation du sol. Elles montrent que l'espace bâti de la ville de Belfort et de ses périphéries occupait environ 6 400 hectares en

Fig. 1 - La surface bâtie de la ville de Belfort a été multipliée par 1,6 en 40 ans. D'abord concentrée dans la région périurbaine, cette expansion est ensuite majoritairement apparue dans la deuxième couronne, plus loin du centre, ce qui confirme la tendance à l'étalement urbain.



1955, 7 600 en 1975, et près de 10 400 en 1995, soit une augmentation de 18 % entre 1955 et 1975, et de 36,5 % entre 1975 et 1995. En 40 ans seulement, la taille de la ville a été multipliée par plus de 1,6 (fig. 1).

L'étalement urbain : des conséquences à maîtriser

L'étalement urbain tel qu'il est identifié à Belfort n'est généralement pas sans conséquences sur la ville et son fonctionnement. De nombreuses études montrent qu'il fragilise les anciens équilibres de l'interface ville-campagne : il déstructure les activités périurbaines, il crée un cercle vicieux qui place la mobilité au centre des nécessités urbaines, et se traduit par d'importantes perturbations environnemen-

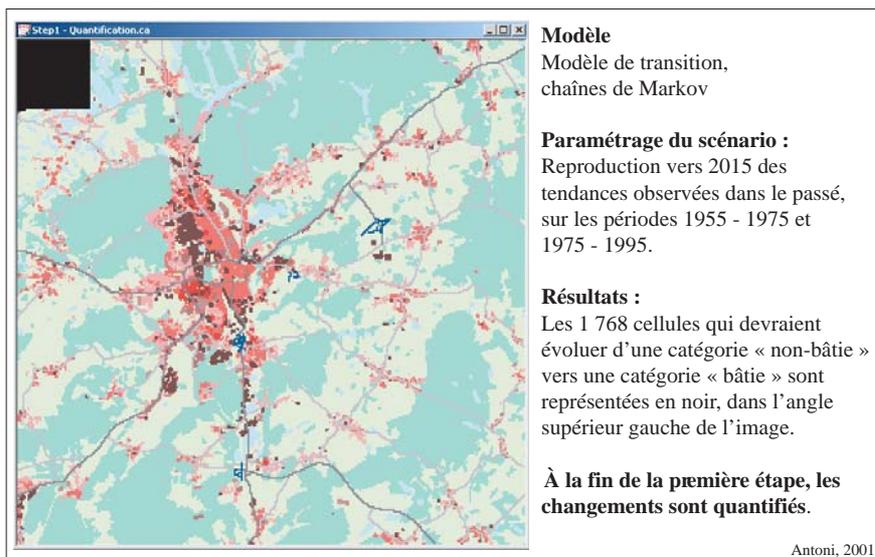
tales. Il implique également des modifications sociales qui marquent des différences de plus en plus grandes entre le centre et ses périphéries, contribuant parfois à l'homogénéisation de certains secteurs et aux phénomènes de ségrégation qui l'accompagnent. Dans ce contexte, les méthodes traditionnelles de l'urbanisme peuvent apparaître obsolètes. Appuyée sur la notion de développement durable, la loi SRU (Solidarité et renouvellement urbain), les PLU (Plans locaux d'urbanisme qui remplacent les anciens POS, Plans d'occupation des sols) et les SCOT (Schémas de cohérence territoriaux) qu'elle propose, s'imposent alors comme une nouvelle manière d'appréhender et de gérer les territoires urbains. La loi envisage des alternatives à l'étalement : elle insiste particulièrement

sur la notion de mixité sociale et de renouvellement urbain. Toutefois, ces alternatives ne peuvent pas se mettre en place « à l'aveugle » : elles nécessitent au contraire d'être considérées dans un cadre prospectif, et envisagées concrètement par des simulations. La question qui se pose est alors la suivante : comment simuler le devenir possible des territoires urbains en fonction de différentes options politiques et d'actions d'aménagement afin d'anticiper des situations comparables à celles qu'a pu engendrer l'étalement urbain ? La modélisation apparaît comme une solution intéressante.

Une modélisation prospective en trois étapes

La modélisation est généralement assimilée à une simplification de la réalité, qui vise à la représenter et à mieux en connaître certains aspects. Pour modéliser l'étalement de la ville, et avec lui la dynamique des systèmes urbains, il est nécessaire de tenir compte de cette

Fig. 2 - Les cellules en noir dans le coin supérieur gauche de l'image représentent l'espace qui devrait être construit entre 1995 et 2015 si les tendances de l'urbanisation restent identiques. Elles représentent une surface supérieure à celle du centre historique de la ville.



simplification, en proposant par exemple de décomposer l'évolution urbaine en trois questions simples et opérationnelles : « combien ? », « où ? » et « quoi ? ». La démarche prospective et la modélisation présentées ici reprennent ces questions en trois étapes distinctes et complémentaires.

La première étape répond à la question « combien ? » : combien d'hectares sont susceptibles d'évoluer dans le futur ? À partir du carroyage, la modélisation commence alors par une quantification de l'étalement urbain. Elle s'appuie sur les chaînes de Markov pour produire un modèle mathématique, qui fournit une fonction permettant de passer d'une image de la ville à une autre, relevant les probabilités que chaque catégorie d'occupation en devienne une autre entre le temps t et le temps $t+1$. Ces probabilités sont regroupées dans des matrices de transition qui permettent de visualiser comment l'on est passé de l'image de 1955 à celle de 1975, et de celle de 1975 à celle de 1995. Elles peuvent être reproduites pour simuler une nouvelle image de l'occupation du sol, simulée à moyen terme (en 2015 par exemple). Mais elles peuvent également être modifiées, pour correspondre, non plus à une réalité observée, mais à une réalité voulue, construite à travers un scénario prospectif. À la fin de cette première étape, les changements sont quantifiés (fig. 2).

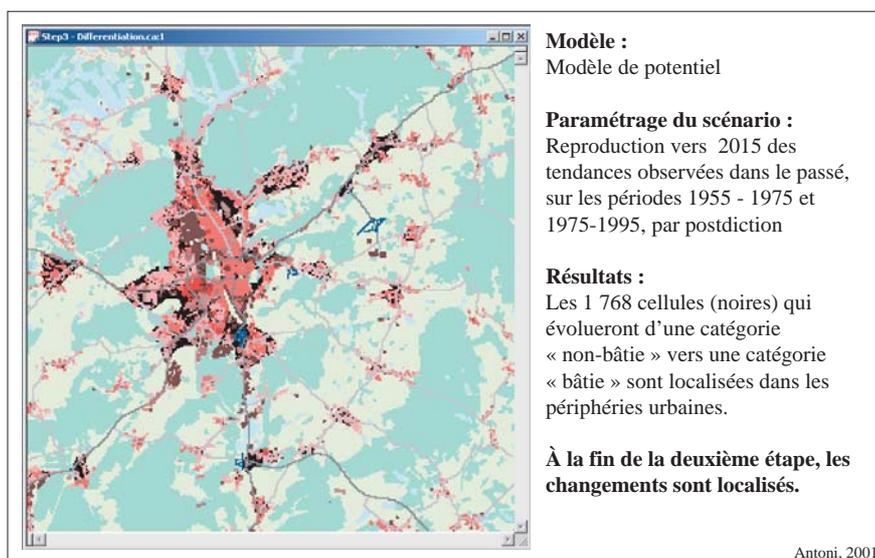


Fig. 3 - Si les tendances restent identiques d'ici 2015, la ville s'étendra en partie le long des réseaux routiers : les digitations autour des grands axes seront renforcées. Plus loin, l'urbanisation atteint les noyers villageois, et confirme la ruralisation aujourd'hui amorcée.

Pour répondre à la deuxième question, « où ? » (où se situent les surfaces identifiées à la première étape ?), on considère que l'étalement et les changements urbains se répartissent inégalement dans l'espace en suivant une logique liée à la forme de la ville et à ses réseaux. Cette deuxième étape relève alors des principes de l'interaction spatiale : les cellules prendront place à l'endroit où elles seront complémentaires de celles qui les entourent, en minimisant les distances qui les en séparent. Un modèle de potentiel permet alors d'intégrer la multitude de variables nécessaires pour simuler ces localisations. Mais son paramétrage peut être adapté pour mieux répondre à la problématique de l'étalement et des dynamiques urbaines. Pour cela, on propose d'ajouter deux paramètres supplémentaires au modèle de potentiel, qui tiennent respectivement compte d'éventuels cas particuliers, et de la réglementation en vigueur en matière de construction, notamment du code de l'urbanisme et des contraintes fixées dans les PLU. À la fin de la deuxième étape, les changements sont quantifiés

et localisés (fig. 3).

À la troisième étape, on considère que les cellules ainsi déterminées se différencient par un changement de leur occupation du sol. La méthode s'appuie sur les automates cellulaires. Issus de l'intelligence artificielle distribuée, ces outils d'une nouvelle génération ont en effet le double avantage de permettre la détermination de la catégorie d'occupation du sol de certaines cellules en fonction de leur voisinage (c'est-à-dire de différencier les cellules précédemment quantifiées et localisées), et de disposer de la souplesse nécessaire pour intégrer les deux précédents modèles. On contraint alors les automates cellulaires avec les résultats du modèle de transition (étape 1) et du modèle de potentiel (étape 2), pour produire *in fine* une modélisation (étape 3) qui combine les deux premières (fig. 4).

De la co-construction de scénarios à la gestion urbaine.

À partir de la modélisation et de l'outil opérationnel¹ qui en découle, il est

aujourd'hui aisé d'effectuer de nombreuses simulations concernant le développement futur possible de Belfort ou de toute autre ville. Par l'intermédiaire de scénarios, il est en effet possible de tester les conséquences de telle ou telle action politique, ou encore celles d'une nouvelle innovation technique, qui modifierait par exemple les pratiques de mobilité, ce qui correspond à une forme pratique de gestion urbaine. La modélisation et les simulations associées contribuent également à une meilleure connaissance et à une meilleure compréhension de l'étalement urbain ; elles confirment le caractère villageois de l'urbanisation actuelle, et annoncent une sorte de renouveau rural, ou rurbain, issu directement de l'affaiblissement constant des densités urbaines, situées toujours plus loin du centre, mais avec une distance-temps toujours identique. Décomposée en trois questions concrètes et opérationnelles, la modélisation est plus facile à communiquer auprès de personnes peu familiarisées avec les outils mathématiques. Ceci contribue à ouvrir une passerelle entre les aspects conceptuels de l'urbanisation (qui intéressent le monde universitaire) et les aspects gestionnaires de l'étalement urbain (auxquels sont confrontés les acteurs du territoire) ■

1) La démarche de modélisation a donné lieu à la programmation d'un logiciel reproduisant les trois étapes de simulation : CamDeus (Cellular Automata Models to Design Environmental and Urban Systems, prog. G. Vuidel). Ce programme opérationnel a été mis au point pour permettre concrètement et facilement de simuler de façon simple et accessible aux non-initiés les possibilités d'évolutions futures des territoires, particulièrement du système urbain et de ses périphéries. Aujourd'hui, il rend possible de nombreuses simulations, qui peuvent accompagner une réflexion théorique et prospective comparable sur de nombreux terrains d'étude et de villes concernées par ces questions.

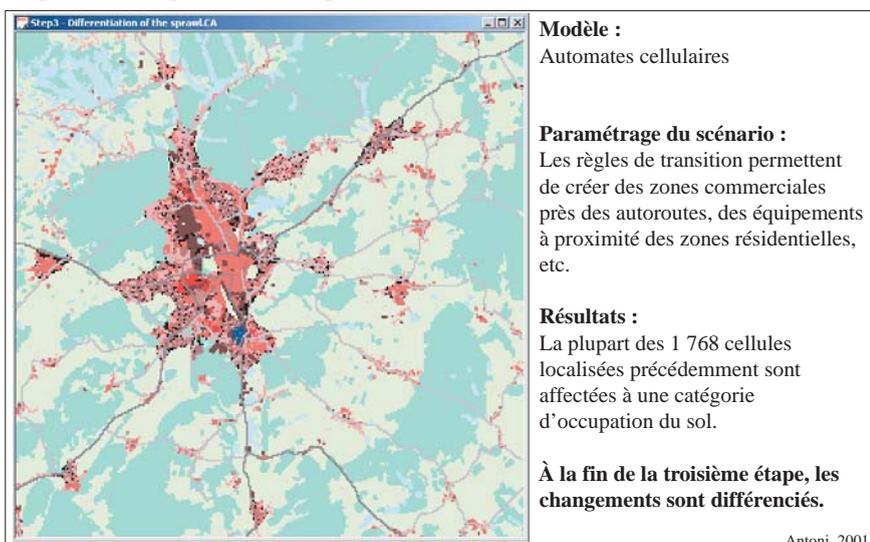


Fig. 4 - Pour réfléchir à l'aménagement des espaces de la ville, la modélisation offre un outil de simulation intéressant. Des scénarios émergent pour pallier les problèmes liés à l'étalement urbain et répondre à l'idée de mixité urbaine demandée par la loi SRU.