

Avignon, le 10 juillet 2019

Pré-rapport, rédigé par Cyrille Genre-Grandpierre, en vue de la soutenance de la thèse de Maxime Colomb, pour l'obtention du grade de docteur de l'Université Paris-Est, spécialité Sciences et Technologies de l'Information Géographique

Titre : *Simulation de formes réalistes de développement résidentiel, de l'échelle du bâtiment à celle de l'ensemble d'une région urbaine*

Le manuscrit comporte deux volumes. Un volume principal de 265 pages et un volume d'annexes de 160 pages. Au total, on compte 80 tableaux, 187 figures et 166 références citées.

Le volume principal comporte une longue introduction de 40 pages, puis trois parties assez déséquilibrées en taille (110, 90 et 30 pages). La troisième et dernière partie étant en réalité une conclusion. Ce déséquilibre dans les parties se retrouve aussi dans les chapitres dont la taille est très variable (ex chapitres 2 et 3).

La première partie présente les modèles SimPLU3D et MUP-City, dont il est fait pour ce dernier une importante étude de la variabilité des sorties.

La deuxième partie présente le simulateur ArtiScales, qui est un couplage des modèles MUP-City et SimPLU3D, réalisé notamment grâce à l'élaboration d'un modèle de gestion parcellaire (Parcel Manager), puis des simulations réalisées avec ArtiScales pour différents scénarios de développement résidentiel sur l'agglomération du Grand Besançon.

La dernière partie est une conclusion qui ouvre des perspectives d'amélioration ou des pistes de recherche.

Le texte est relativement bien écrit (mais pourrait être plus concis parfois) et la démarche est compréhensible, même s'il reste de trop nombreuses fautes d'orthographe et que les redites sont assez nombreuses.

Les illustrations sont bien faites, mais sans doute trop nombreuses. Plutôt que de vouloir présenter systématiquement presque tous résultats des analyses effectuées (même si certains ont été placés en annexe), il aurait fallu faire des choix et ne garder que ce qui concourt réellement à la démonstration, ou encore séparer ce qui est attendu logiquement (ex plus de cellules à urbaniser pour un Nmax plus important) de ce qui est plus surprenant. Le candidat a d'ailleurs lui-même ressenti ce besoin de prendre du recul en proposant des résumés en fin de chapitre, mais au-delà de ces résumés, c'est dans le développement et l'écriture qu'il aurait fallu être plus synthétique et affirmatif.

Par ailleurs, cet effort de synthèse et de hiérarchisation des informations aurait aussi pu s'appliquer à la présentation des résultats eux même, par exemple dans les tableaux en utilisant du gras ou de la couleur pour souligner le plus important ou en ordonnant les informations différemment (plutôt que toujours par scénario A,B,C,D, choix qui laisse au lecteur le soin de trouver les éventuelles valeurs dissonantes).

En termes de construction le document pose problème. Tout d'abord, le report de beaucoup d'éléments en annexes rend la lecture fastidieuse avec des renvois incessants vers des paragraphes qui auraient dû figurer dans le volume principal (globalement les

annexes ABCD). Mais surtout, le principal problème du document tient à la pourtant très longue introduction, au statut mal défini, qui peine à bien poser la problématique. Elle mélange objectifs, état de l'art, méthode sans jamais aller au fond des choses... Le document aurait gagné à avoir une vraie introduction (plus courte) et une partie 1 qui pose bien l'objectif, fait un état de l'art critique qui explique le bienfondé de la démarche par rapport à l'existant, la pertinence des choix méthodologiques, etc. En l'état, la revue de littérature est très insuffisante pour bien positionner le travail. Rien ou presque sur Waddel, Porta, Arentze ou Gheniaux. Le modèle Urbansimul (<https://www.urbansimul.fr/>), pourtant en plein dans la problématique, et qui s'impose assez largement aujourd'hui auprès de nombreux opérateurs, fait par exemple l'objet de deux lignes « bien que les résultats produits puissent être utiles à notre modèle, le fonctionnement opaque de la plateforme ne nous permet pas de comprendre les mécanismes utilisés ni de réemployer ses algorithmes ». On peut ici s'interroger pour savoir si le candidat a réellement cherché à connaître Urbansimul (cf les publications, les possibilités de tests, etc.).

En raison de cette problématique mal posée, on ne sait pas vraiment tout au long du document si l'objectif est de « proposer un modèle de simulation du développement résidentiel d'une agglomération urbaine » (cf résumé), de tester la variabilité respective des résultats de Mup-City et de SimpPLU3D et la variabilité (robustesse) du couplage de ces deux modèles, de parvenir à coupler techniquement ces deux modèles travaillant à deux échelles différentes (via la création de Parcel Manager), mais sans avoir l'intention de les discuter individuellement dans leurs fondements, d'élaborer un nouveau modèle « ArtiScale » permettant de tester la cohérence – compatibilité et/ou les effets d'orientations stratégiques d'aménagement définies à des échelles différentes en mobilisant Mup-City et SimpPLU3D, mais en « se donnant le droit » de les modifier, de faire un modèle d'aide à la décision pour le développement résidentiel prenant en compte toutes les contraintes possibles (avec une étude de cas à la clé), ou de faire un modèle exploratoire du champ des possibles en termes de configurations de développement résidentiel sous contraintes, etc. Il est souvent dit que l'objectif « n'est pas de prédire, mais de simuler des options de proposer des configurations spatiales intéressantes des variantes intéressantes à simuler », mais intéressantes pour qui, pour quoi, dans quelle perspective ?

La page (258) sur la simulation et l'aménagement aurait sans doute eu plus sa place au départ et aurait gagné à être très étoffée pour mieux cadrer le travail : veut-on aider à la décision en se basant sur des choix déjà établis (ex on veut une urbanisation « fractale » sans en discuter le bienfondé), voir les effets de différentes règles et choix (aux différentes échelles) sur l'espace des possibles (logique plus exploratoire), orienter la conception d'un document pour qu'il mène à une situation jugée souhaitable et pour cela trouver les choix conséquents, tester la robustesse d'un modèle (ArtiScale) dans une perspective plus méthodologique... ? Selon l'objectif (ou les objectifs) les choix de modélisation varieront, ainsi que les travaux à effectuer pendant la thèse aussi.

Si l'objectif est de proposer un modèle de simulation du développement résidentiel d'une agglomération urbaine, on ne peut par exemple pas se contenter d'affirmer (p 214) que « la simulation de logements d'ArtiScale n'est pas adaptée à un milieu trop urbain » car sinon l'objectif n'est pas atteint. Si tester la variabilité des résultats d'ArtiScale est l'objectif principal, alors mobiliser des configurations théoriques ou différents terrains d'étude est nécessaire. Si on est dans l'aide à la décision pratique, on ne peut pas faire comme si l'aménagement n'avait pas une dimension politique et stratégique. Par exemple p 187 « afin d'estimer un objectif de création de logements, nous répartissons l'objectif total de création au prorata de la surface totale bâtie des communes », est-ce politiquement recevable pour les petites et les grandes communes ? Ou encore p 217 « certaines communes ... voient leur densité quadrupler avec le scénario c ». Est-ce acceptable ? Si tel n'est pas le cas comment adapter le modèle ? Si l'approche est purement méthodologique, que faire face aux blocages méthodologiques (ex p 201 ?).

En bref, le document présenté a nécessité un important travail d'appropriation des modèles, de développements informatiques (très pertinents souvent par exemple pour Parcel Manager), de tests (étude de variabilité des résultats) que l'on ne peut que saluer, mais il manque un fil conducteur clair qui dise clairement quel était l'objectif, quels moyens ont été mis au service de cet objectif, pour quels résultats, avec quelles limites, etc.

Ce commentaire constitue la principale réserve sur ce travail et le candidat devra être en capacité de mieux expliquer les tenants et aboutissants de sa démarche lors de sa soutenance.

Plus dans le détail, une discussion critique du modèle Mup-City et de ses présupposés aurait été nécessaire (plus ou moins développé selon l'objectif principal visé de la thèse) : le modèle ne fait pas référence à l'emploi, est-ce un problème pour orienter les stratégies de développement résidentiel ? Il se base sur l'accessibilité à la première amenité d'un type donné, est-ce discutable ? P 285 « nous ne retenons pas les mairies, administrations publiques, médecins ... car cela produirait de trop nombreuses entrées » cela doit-il conduire à remettre en question la modélisation (cf approche KISS) ? Au-delà des agrégations des valeurs d'évaluation par somme pondérée ou méthode de Yager (P48) quelles autres méthodes multicritères sont mobilisables ?

En ce qui concerne l'analyse de la variabilité des résultats de Mup-City, conduite avec rigueur dans la première partie notamment en séparant bien ce qui relève de la variabilité provenant des scénarios et celle qui provient des mécanismes internes aux modèles, il manque des références théoriques à la notion de Robustesse (cf. en français cf. les travaux de Didier Josselin par exemple).

En complément des indicateurs choisis (ex réplcation des cellules) une approche plus globale (notamment via des traitements SIG) aurait permis une vision plus générale et synthétique de la variabilité des résultats : obtient-on toujours le même type de forme (comme c'est esquissé p 106 par une approche visuelle), où sont les cellules répliquées et celles qui ne le sont pas (ex proximité aux infrastructures de transport), « l'enveloppe dilatée » des cellules « choisies » varie-t-elle beaucoup d'une simulation à l'autre (il peut y avoir peu de réplcation, mais les cellules choisies peuvent néanmoins être proches), quelles caractéristiques pour les cellules choisies systématiquement et celles qui ne le sont pas ? Le calcul des dimensions fractales des formes obtenues (p 122) va dans le sens d'une approche globale des formes obtenues, mais il manque du recul sur la validité de la mesure (cf p 123 quelle significativité et signification de différence de 0,02 des dimensions fractales ?).

Enfin, dans le registre méthodologique, p 112 « cette étude nous semble être novatrice dans l'analyse de la sensibilité des modèles de simulation spatiale ». Expliquer en quoi par rapport à l'existant.

Au final, si l'étude de la variabilité des résultats de Mup-City a été effectuée de façon très systématique, il manque une conclusion qui borne les limites d'utilisation du modèle, qui donne ses conditions de validité.

Concernant le chapitre 3, le modèle SIMPLU3D y est présenté de façon claire, même si parfois la présentation est un peu elliptique pour qui ne connaît pas le modèle. Une synthèse de la variabilité des résultats aurait été utile, plutôt qu'un simple renvoi bibliographique.

La partie 2 qui présente ArtiScales et plus particulièrement le modèle de Parcel Manager est bien présentée et très pédagogique avec des figures très claires. On sent le candidat dans son élément. Peut-être aurait-il fallu passer plus de temps sur cette partie qui est un des apports personnels les plus importants du candidat (en tentant par exemple de valider le modèle à partir de cadastres réels que l'on reconstituerait).

Le chapitre 5 souffre enfin des problèmes mentionnés au départ. On ne sait pas vraiment quels est l'objectif de ces simulations entre tests, opérationnalité, etc. **Quelle validation des scénarios et des résultats par les techniciens ?**

Le paragraphe 5.6.2. est une approche intéressante qui vise à voir dans quelle mesure il est possible de mettre en compatibilité les simulations ArtiScales avec les objectifs de créations de logements. Ce paragraphe illustre la question du statut de la modélisation proposée et de ses possibles usages.

Pour conclure, cette thèse fait l'état d'un travail très lourd et parfois ingrat en termes de programmation et tests informatiques. Le travail original fait sur Parcel Manager aurait pu être plus exploité, au-delà même de son rôle pour le couplage des modèles Mup-City et SimPLU3D. Malheureusement, on a un peu l'impression que le candidat c'est « un peu perdu » dans la multitude des tests de variabilité à effectuer et des innombrables possibilités de simulations et qu'il a eu du mal à trouver un fil conducteur à ses travaux, à produire un discours au-delà de la présentation de résultats, ou à tout le moins à les présenter en fonction d'un fil conducteur.

Néanmoins, le travail conduit l'a été fait avec une grande rigueur et de l'originalité **parfois**. Les résultats produits sont intéressants pour les utilisateurs des modèles Mup-City et SimPLU3D et ArtiScale peut être vu comme un premier essai, qui reste à valider partiellement, dans une très louable tentative d'articuler des modèles travaillant à des échelles différentes pour voir la cohérence et les effets de directives de planifications décidées à des échelles variables.

En conséquence, je suis favorable à la soutenance de la thèse de Maxime Colomb.

Cyrille Genre-Grandpierre, Professeur de Géographie Aménagement

UMR ESPACE 7300, Avignon Université, 74, rue Louis Pasteur 84000 AVIGNON
Cyrille.genre-grandpierre@uni-avignon.fr +33 (0)490162694