

GeOpenSim

Tâche 1

RT1.2

Dynamique du système GeOpenSim

Version	Date	Description
0	mars 2008	Description de la modélisation initiale.
1	décembre 2009	Description de la dynamique.
2	juin 2011	Version finale.

Julien Perret & Florence Curie

Résumé

Ce document présente la dynamique du système GeOpenSim, basé sur GeOxygene, incluant la gestion des états, le système multi-agents et le déclenchement d'une simulation.

Table des matières

1 Agents et représentations	2
2 Configuration du processus de simulation	2
3 Scénarios, règles d'évolution et stratégies	3
4 Cycle de vie des agents	4

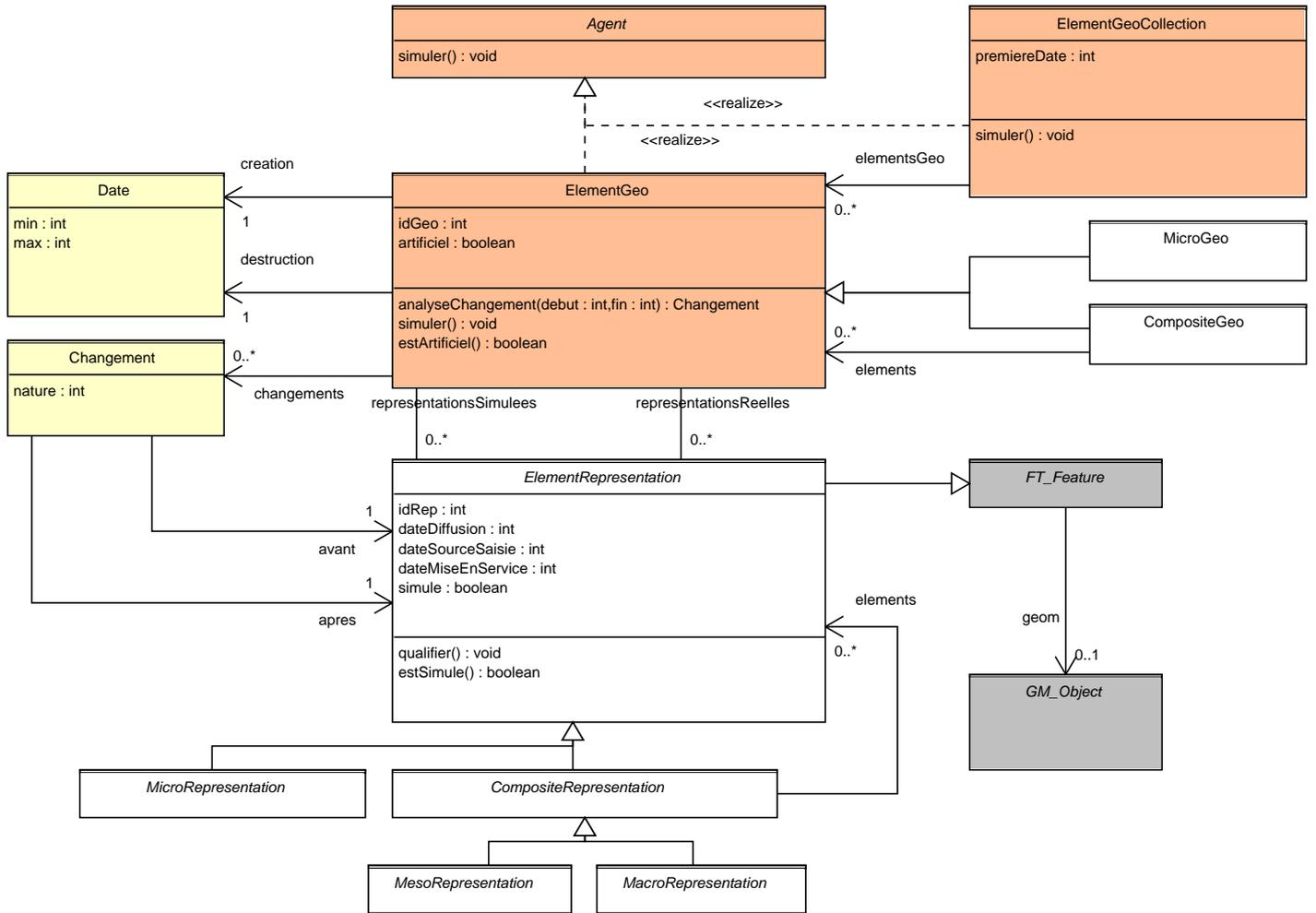


FIGURE 1 – Diagramme des classes principales de GeOpenSim.

1 Agents et représentations

Une description plus détaillée des classes *Agent*, *Representation*, *MicroRepresentation*, etc. est disponible dans le rapport RT1.1 [Per08] (cf. figure 1).

2 Configuration du processus de simulation

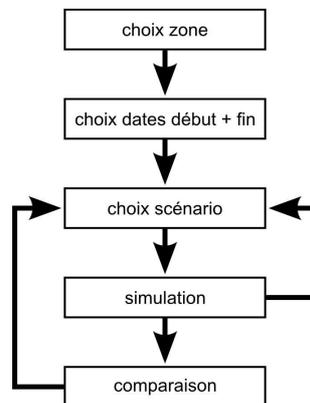


FIGURE 2 – Configuration du processus de simulation GeOpenSim.

Une simulation est configurée à l'aide d'une zone géographique (la zone simulée), des dates de début et de fin de simulation et d'un scénario (cf. figure 2). Un scénario contient, quant à lui, un ensemble d'hypothèses sous la forme de règles d'évolution, de paramètres exogènes, de méthodes de densification et de comportements. Les paramètres exogènes sont des paramètres de haut niveau qui peuvent être utilisés à tout moment lors de la simulation : à l'intérieur des règles d'évolution, des méthodes de densification, des contraintes, des comportements, etc. Ces paramètres peuvent être utilisés pour configurer de façon fine les processus (vitesse de construction, etc.).

Une fois tous les paramètres globaux de la simulation fixés, les agents sont sélectionnés (à l'aide de la zone géographique simulée) et ajoutés à l'ordonnanceur qui va activer les agents.

3 Scénarios, règles d'évolution et stratégies

Afin d'affecter des objectifs appropriés aux agents, des règles d'évolutions sont définies, soit par analyse de données historiques, soit par des experts. Ces règles sont en principe similaires aux règles de transition des automates cellulaires et peuvent prendre en compte le voisinage des agents ainsi que leurs différents attributs (pour les îlots : la densité, le type d'îlot, la localisation de l'îlot par rapport à la ville, etc.). Ces règles peuvent par ailleurs changer en fonction de la période à laquelle l'évolution simulée a lieu, permettant ainsi d'implémenter des évolutions spécifiques à une période donnée. Ces évolutions peuvent différer en vitesse (la croissance d'une ville n'est pas un processus régulier) et en nature. Les méthodes de densification sont définies afin de modéliser les différentes stratégies que les agents peuvent utiliser pendant leur évolution. De telles méthodes peuvent, par exemple, spécifier la façon dont les îlots se densifient en reproduisant leur structure interne, en se restructurant ou en diversifiant leur structure [CPR10, PCGR10, CMP+10].

Dans le cadre du projet, un ensemble de règles d'évolution ont ainsi été définies. L'exemple ci-dessous illustre un ensemble de règles créées à partir des statistiques analysées dans les données spatio-temporelles constituées dans le cadre du projet (les règles indiquent les probabilités de densification d'un îlot).

Changement de densité entre 1956 et 1976 :

Emprise Spécialisée peu bâtie

$densite \in [0.00, 0.05] \rightarrow 85\% [0.05, 0.10]$

$densite \in [0.05, 0.10] \rightarrow 4.5\% [0.10, 0.15]$

etc.

Emprise Spécialisée bâtie

etc.

De même, des règles ont été définies pour le changement de classe des îlots (cf. figure 3). Finalement, un scénario regroupe une combinaison de telles règles.

	Centre Ville	Habitat Collectif	Habitat Pavillonnaire	Habitat Mixte	Emprise Spécialisée bâtie	Emprise Spécialisée peu bâtie	Tissu Urbain Mixte
Centre Ville	100	0	0	0	0	0	0
Habitat Collectif	0	80	0	20	0	0	0
Habitat Pavillonnaire	0	0	81,7	16,3	0	0	2
Habitat Mixte	0	0	0	97,2	0	0	2,8
Emprise Spécialisée bâtie	0	0	0	0	94,1	0	5,9
Emprise Spécialisée peu bâtie	0	0,5	0,9	0,6	0,5	97,5	0
Tissu Urbain Mixte	0	0	0	0	0	0	100

FIGURE 3 – Exemple de règles de changement de classe des îlots.

4 Cycle de vie des agents

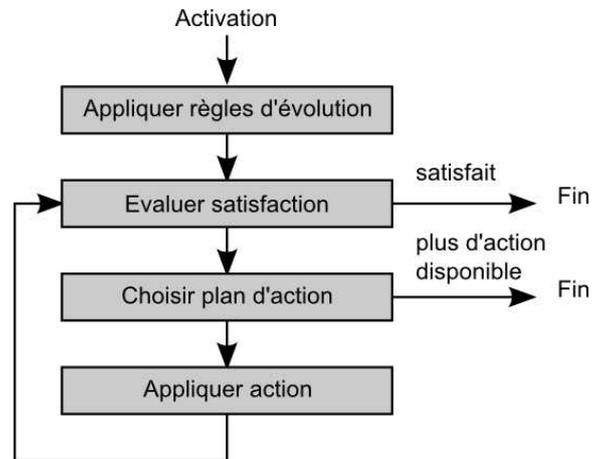


FIGURE 4 – Cycle de vie d'un agent GeOpenSim.

Une fois activés, les agents appliquent les règles d'évolution qui vont leur permettre de se fixer des objectifs (changement de classe et densité pour les îlots par exemple). Ensuite, lors d'une phase d'auto-analyse, ils évaluent leurs mesures et la satisfaction de leurs contraintes. En fonction des contraintes non satisfaites, un agent va pouvoir alors rechercher des actions potentielles. Une action est alors choisie, appliquée et son résultat évalué. En cas de mauvais résultat, une nouvelle recherche d'action est effectuée et une nouvelle action appliquée jusqu'à satisfaction. Un tel processus est similaire à la méthode du backtracking en programmation par contraintes [RvBW06]. En cas d'échec, l'agent n'évolue pas : il reste stable. La figure 4 illustre ce processus.

Références

- [CMP⁺10] Florence Curie, Annabelle Mas, Julien Perret, Anne Puissant, and Anne Ruas. Simuler la densification du tissu urbain au moyen d'un processus de peuplement. In Claude Monteil and Martin Paegelow, editors, *Conférence internationale de Géomatique et Analyse Spatiale SAGEO'10 (Spatial Analysis and GEomatics 2010) "Outils, Méthodes et Modèles en Géomatique pour la production de connaissances sur les territoires et le paysage"*, 2010.
- [CPR10] Florence Curie, Julien Perret, and Anne Ruas. Simulation of urban blocks densification. In 13th *AGILE International Conference on Geographic Information Science*, May 2010.
- [PCGR10] Julien Perret, Florence Curie, Julien Gaffuri, and Anne Ruas. Un système multi-agents pour la simulation des dynamiques urbaines. In *actes des 18èmes Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents (JFSMA'10)*, october 2010.
- [Per08] Julien Perret. Rt1.1 - modélisation des agents. Technical report, IGN, juin 2008.
- [RvBW06] F. Rossi, P. van Beek, and T. Walsh, editors. *Handbook of Constraint Programming*. Elsevier, 2006.