

JOURNÉES
SCIENTIFIQUES
DE L'UNIVERSITÉ
DE NANTES

12 JUN 2015

La Cité, Le Centre des
Congrès de NANTES

10^{ème} Atelier Thématique de
l'Axe Vectorisation & Radiothérapies
du Cancéropôle Grand Ouest

MODÉLISATION MULTIPARAMÉTRIQUE EN CANCÉROLOGIE DE L'ATOME AU PATIENT



POUR AMÉLIORER
LES TRAITEMENTS
EN RADIOTHÉRAPIE
ET LES PROTOCOLES
D'IMAGERIE



UNIVERSITÉ DE NANTES



www.univ-nantes.fr/js2015

« Modélisation multi-agents et aide à la compréhension de phénomènes physiologiques »

Vincent Rodin, Lab-STICC, Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance, UMR CNRS 6285, UBO, Brest

La recherche en biologie utilise depuis fort longtemps l'expérimentation *in vivo* et *in vitro*. Plus récemment, l'expérimentation *in silico* a fait son apparition. Il est ainsi possible de modéliser et de simuler sur ordinateur un certain nombre de phénomènes biologiques. Depuis peu, la possibilité d'interagir avec une simulation en cours d'exécution a ouvert la voie à un nouveau type d'expérimentation : l'expérimentation *in virtuo*. Nous sommes alors très proches des conditions expérimentales des approches *in vivo* et *in vitro* où le biologiste peut, par exemple, introduire de nouvelles molécules, modifier une concentration, ajouter ou détruire des cellules.

Dans nos travaux, nous utilisons l'approche multi-agents afin de développer un véritable laboratoire d'expérimentation *in virtuo* en biologie. Rappelons qu'un système multi-agents est composé d'agents autonomes qui évoluent toujours selon un cycle à trois temps : perception, décision, action.

Nous avons recours à cette approche car les systèmes multi-agents et les systèmes biologiques ont bon nombre de caractéristiques communes. Citons, par exemple, la robustesse, l'émergence, l'auto-organisation et l'adaptabilité. Nous présentons plusieurs niveaux de modélisation multi-agents et nous décrivons plusieurs applications dans les domaines de l'hématologie et de la cancérologie.

En terme de démarche de modélisation, l'analogie entre un agent et une cellule se fait naturellement. Nous parlerons alors d'agents-cellules. La première étape dans la conception d'un agent-cellule consiste à choisir la forme géométrique qui constituera la membrane cellulaire. Il faut ensuite placer sur cette membrane des récepteurs qui permettront à l'agent de percevoir l'environnement. Enfin, il est nécessaire de définir le comportement de cet agent-cellule. Ce comportement peut être régi de différentes manières. Citons, par exemple, les algorithmes "classiques", les

équations différentielles, les outils de l'intelligence artificielle (réseaux de neurones, cartes cognitives,...), ou encore les diagrammes d'états transitions.

Lorsque le nombre d'agents devient trop important, il faut trouver un moyen pour réduire les temps de calcul. Nous avons alors proposé la notion d'agents-réactions, agents très proches des réactions chimiques entre espèces moléculaires en solution dans un milieu (réactions enzymatiques, oxydo-réduction, dimérisation, ...). Lorsque l'on désire modéliser un phénomène complexe (cellule, organe, ...), il peut être nécessaire de regrouper les différentes entités qui composent un mécanisme particulier. Nous proposons pour cela d'utiliser des agents-phénomènes qui représentent des organisations au sens systémique.

Grâce à nos travaux, nous avons montré que la modélisation et la simulation multi-agents peut intervenir dans l'étude préliminaire de fabrication d'un médicament. En effet, selon le type de maladie, il est possible de tester *in virtuo* divers médicaments virtuels. Le pharmacologue, désirant trouver à la fois le levier moléculaire sur lequel agir pour compenser une insuffisance due à une maladie et estimer la dose de médicament à injecter, pourra être fortement aidé par la simulation. Le chercheur en biologie peut, quant à lui, utiliser l'expérimentation *in virtuo* pour construire son modèle de façon incrémentale et l'évaluer sur ordinateur, tout en interagissant avec lui.

NOTES :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....