

Propagation d'une tumeur

BONNET Ai-Ling, HAMICH Ibtissam, BALLU Romain, LE BRUN Victor

Nous avons construit notre projet à partir de la thèse de Marine AUBERT : « Modélisation de la migration de cellules tumorales : évolution in vitro de sphéroïdes de cellules issues de glioblastomes »

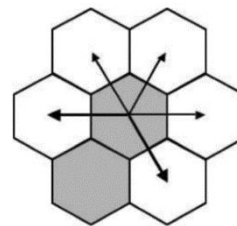
On considère donc un automate cellulaire représentant les cellules de l'organisme, dont certaines sont des cellules tumorales. Nous avons choisi de travailler avec des **cellules hexagonales**. En effet, le pavage hexagonal est plus adapté que le carré car il n'y a pas de voisins par sommet qui sont irréalistes dans les contacts entre cellules.

Principe de l'automate cellulaire : à chaque itération, seules les cellules tumorales possédant un site voisin libre peuvent se déplacer. On définit le centre de la tumeur : c'est une zone qui fournit infiniment des cellules tumorales. Il y a donc 3 règles :

1. A chaque itération, les cellules éjectées du centre migrent les unes après les autres, dans un ordre aléatoire.
2. Régénération du centre : si une cellule de la périphérie du centre migre, le site laissé vacant est comblé par une nouvelle cellule tumorale.
3. Parmi les sites voisins libres d'une cellule tumorale étudiée, on en choisit un selon une règle de déplacement prédéfinie.

Quelle règle de déplacement (3) choisir ?

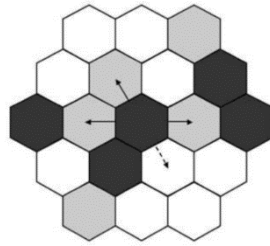
- a) Choix uniforme : on choisit au hasard un site parmi ceux disponibles (inconvenient : ce n'est pas vraiment réaliste)
- b) Déplacement homotype : on introduit la probabilité p , probabilité que la cellule tumorale reste en contact avec ses cellules tumorales voisines. Le déplacement selon les flèches en gras de la figure ci-dessus s'effectue avec une probabilité p :



On a donc une attraction/répulsion entre les cellules tumorales selon la valeur de p . Ici, les cellules saines sont toutes identiques, ce qui peut être modifié.

- c) Déplacement hétérotype : les cellules tumorales sont sur un substrat de cellules de deux types : des cellules comportant un astrocyte sain et d'autres non. On introduit la probabilité q , probabilité que la cellule tumorale choisisse un site comportant un astrocyte. Ici, on prend en compte l'environnement autour de la tumeur pour les déplacements, mais pas la forme actuelle de la tumeur

- d) Couplage homotype/hétérotype : on allie les deux règles, la cellule se déplace si l'une des deux conditions est vérifiée, ainsi pour $p=q=1$ on a les déplacements suivants possibles :



Le MVP de notre modélisation de la propagation d'une tumeur :

- Permet à un utilisateur de choisir les différents paramètres du jeu : la taille de l'univers, la taille et le placement du centre de la tumeur, le nombre d'itérations...
- Permet la simulation de la propagation de la tumeur en fonction des paramètres (p , q) choisis par l'utilisateur, et en fonction des règles choisies par celui-ci (homotype, hétérotype, couplage, uniforme...)
- Affiche la simulation sous la forme d'une animation à l'aide du module animation de matplotlib.
- Permet de mettre en avant les différents comportements possibles d'une tumeur.

Conventions choisies :

Pour désigner le pavage hexagonal, on parlera d'**univers**, qui sera représenté par un tableau numpy. Cet univers contient des **cellules**, désignées par leurs coordonnées. Le **centre** de la tumeur est une zone paramétrée par l'utilisateur, où les sites seront toujours occupés par des cellules tumorales. On désigne par **groupe** un ensemble de cellules de même type, qui sont adjacentes.

On manipulera des **environnements** (env) : $env[0]$ désignera l'univers étudié, composé de 0 pour les cellules saines, 1 pour les cellules tumorales, 2 pour les astrocytes.

$env[1]$ contient une indexation des différents groupes de cellules de l'univers.

Découpage du projet :

| | |
|--------------------------------|--|
| Sprint 0 : | |
| Préliminaires | Création dépôt GitLab, canal teams : socle technique |
| | Structure du README |
| | Elaboration du planning |
| | Création fonctions utilitaires essentielles |
| Sprint 1 : | |
| Mise en place | Représentation de l'univers, fonctions d'initialisations |
| | Paramétrage du centre, régénération |
| | Affichage de l'univers : affichage cellules hexagonales |
| | Règle du choix uniforme |
| | Fonctions utilitaires annexes |
| Sprint 2 : | |
| Simulation de la modélisation | Gestion des groupes |
| | Règle de déplacement homotype |
| | Règle de déplacement hétérotype |
| | Affichage d'une animation |
| Sprint 3 : | |
| Fin du MVP | Règle de couplage déplacement homotype/hétérotype |
| | Enregistrement des simulations |
| Sprint 4 : | |
| Fonctionnalités additionnelles | Interface graphique : utilisation de tkinter |
| | Etude statistique des simulations |
| | Affichage étude statistique |
| | Règle d'inertie |