

Propagation d'un cancer :

Victor LE BRUN

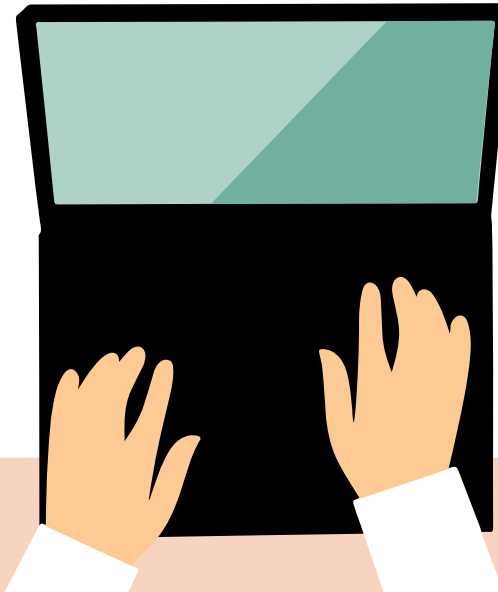
Romain BALLU

Ibtissam HAMICH

Ai-Ling BONNET

<https://gitlab-cw5.centralesupelec.fr/victor.lebrun/propagationcancer>

Groupe 5



A decorative graphic on the left side of the slide consisting of five vertical bars of equal height and width, colored from left to right: red, orange, yellow, green, and blue.

Sommaire :

01 **Présentation générale**

- Quoi ? Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?
- Travail en groupe.

02 **Modélisation**

- Pavage hexagonal
- Présentation des règles
- Algorithme cellulaire

03 **Programme**

- Découpage du travail
- Modules du code

04 **Simulation**

- RDV sur Vscode

Présentation générale :

Quoi ?

Modélisation de la propagation d'un cancer donc des cellules tumorales dans différents types de sites.

Utilité ?

Malgré avancées technologiques, le taux de survie stagne. Nouvelle piste pour comprendre les mécanismes

Comment ?

Automates cellulaires avec un pavage hexagonal. Travail en groupe.

Pourquoi ?

Le cancer touche actuellement 12% de la population mondiale .

Pour qui ?

Institut de recherche en cancérologie.

Présentation générale :

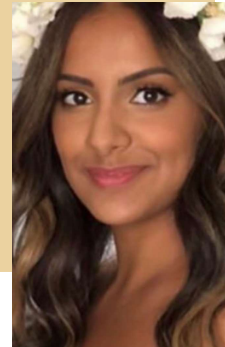
Ai-Ling BONNET



Romain BALLU



Ibtissam HAMICH



Victor LEBRUN



- Répartition des tâches le premier jour sur un document Excel
- Travail en parallèle
- Réunion TEAMS toute la journée pour s'aider dans les différents problèmes rencontrés
- Mise en commun souvent en fin de journée

MODELISATION AUTOMATES CELLULAIRES

VOCABULAIRE, TYPES DE « CELLULES »

Justification du choix de pavage hexagonal :

- ❖ Système de coordonnées plus compliqué
- ❖ Affichage plus difficile
- ❖ BEAUCOUP plus réaliste

Univers : composé de sites hexagonaux

Cellules : occupent les sites, 3 types :

- cellules saines
- cellules tumorales
- astrocytes sains

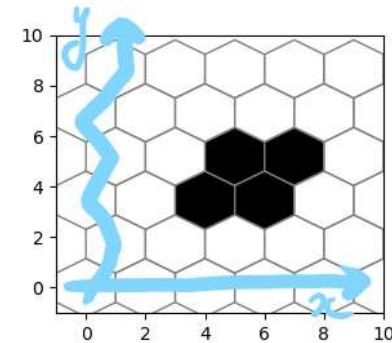
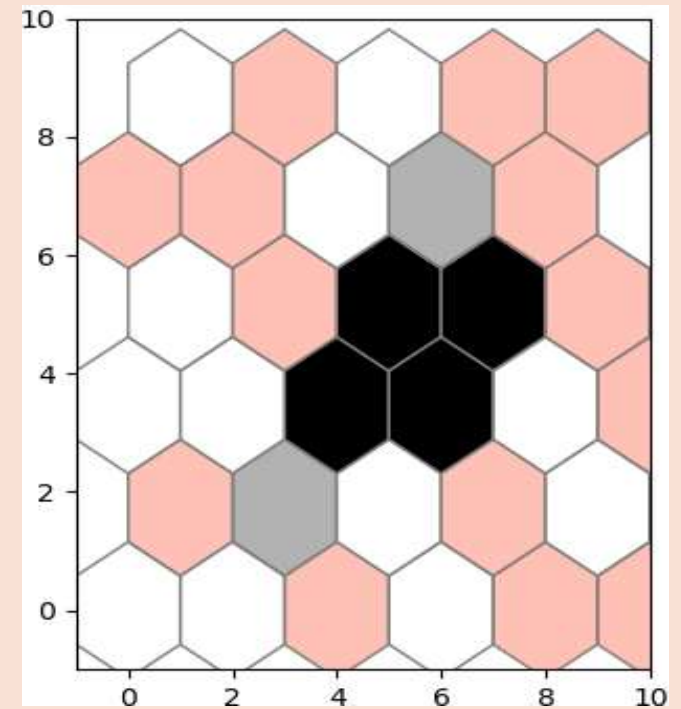
Centre : zone où il n'y a que des cellules tumorales, qui se régénèrent.

Cellule
saine

Astrocyte
(saine)

Cellule
tumorale

Centre
(tumorale)



MODELISATION

REGLES DE DEPLACEMENT

C H O I X U N I F O R M E

Choix uniforme :

Pour chaque cellule tumorale :

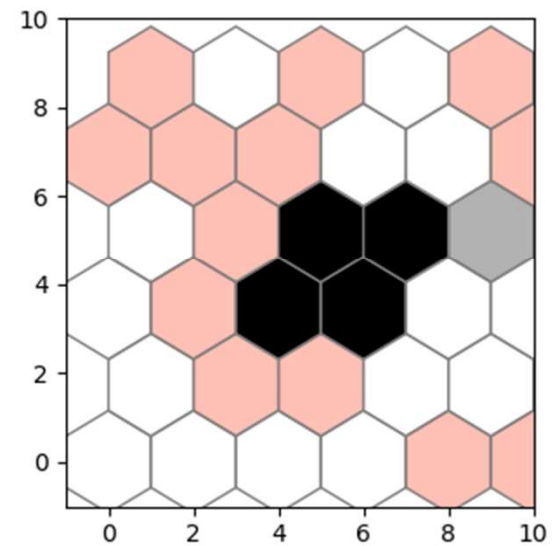
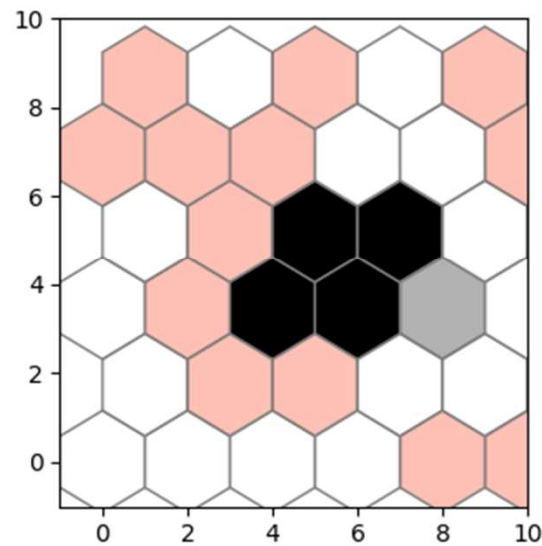
1. On choisit un voisin aléatoirement
2. Si c'est une cellule saine, la cellule tumorale migre dessus
3. Le site initial est laissé vide s'il n'est pas dans le centre

Cellule
saine

Astrocyte
(saine)

Cellule
tumorale

Centre
(tumorale)



MODELISATION

REGLES DE DEPLACEMENT

JONCTION HOMOTYPE

1. Deux types de voisins :

- A) ayant une autre cellule tumorale voisine
- B) n'en n'ayant pas

P : probabilité de choisir une cellule de type A

2. On tire un nombre t entre 0 et 1.

Si $t \leq p$: choix type A

Si $t > p$: choix type B

3. Déplacement cellule, régénération du centre si besoin

$P > 0.5$: attraction

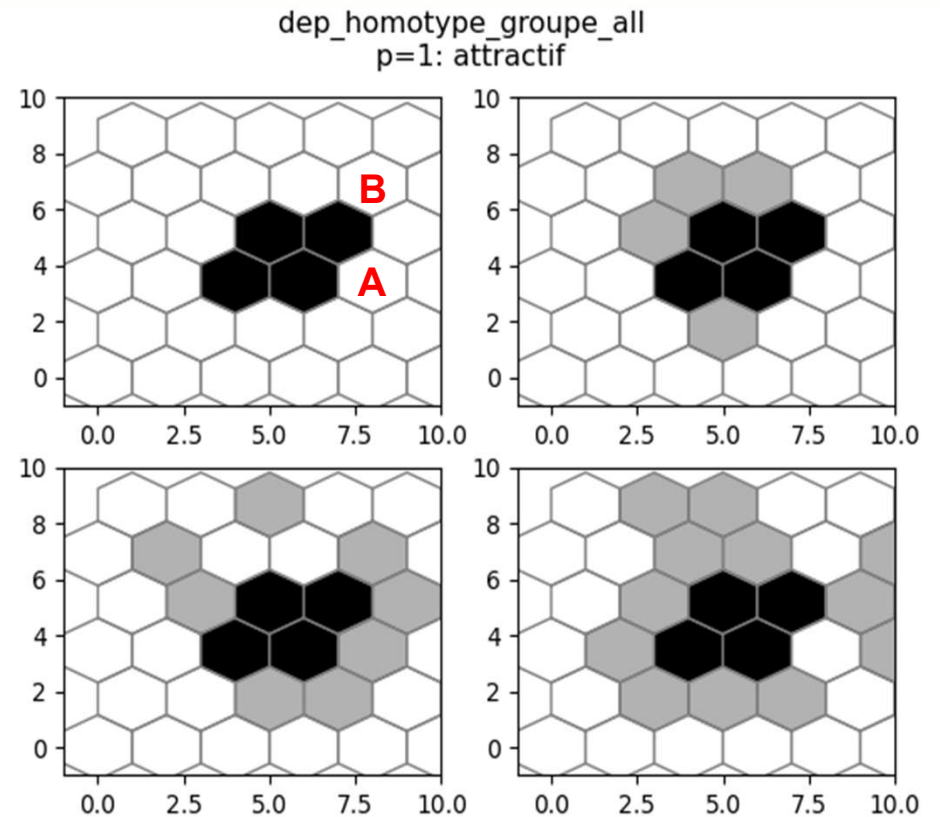
$P < 0.5$: répulsion

Cellule
saine

Astrocyte
(saine)

Cellule
tumorale

Centre
(tumorale)



MODELISATION

REGLES DE DEPLACEMENT

JONCTION HOMOTYPE PAR GOUPE

Logique de **groupes** de cellules tumorales

P : probabilité de rester au contact de ses voisines tumorales.

Même algorithme que règle précédente.

$P > 0.5$: attraction par le centre de la tumeur

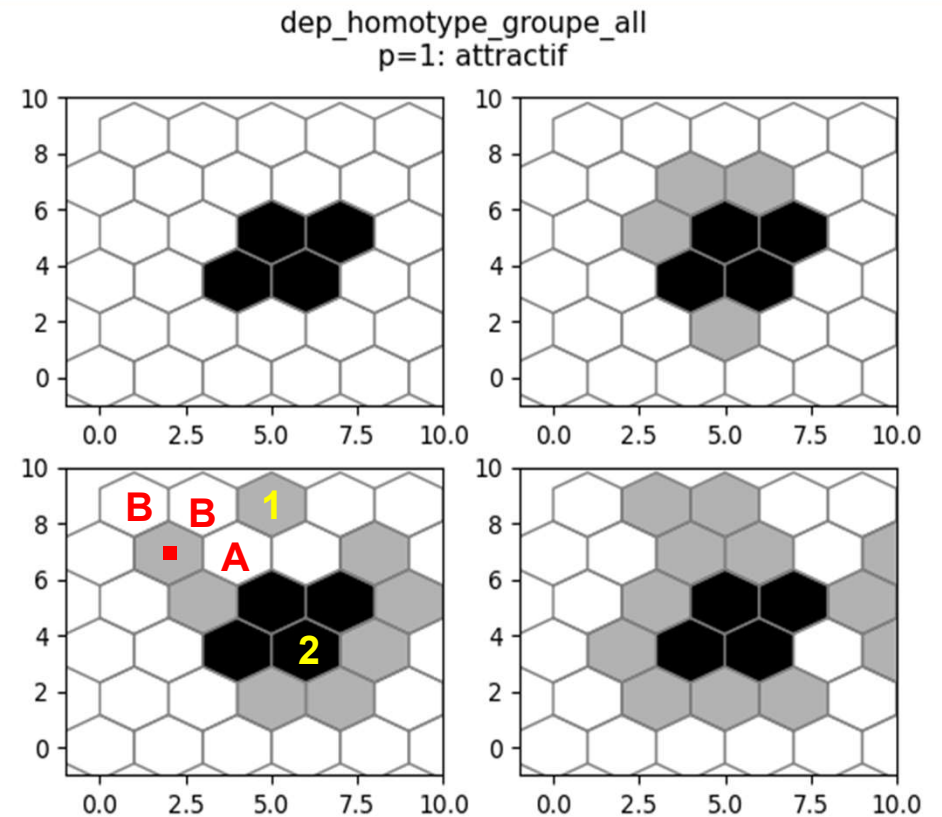
Inconvénient déplacement homotype : pas de prise en compte des particularités de l'organisme

Cellule
saine

Astrocyte
(saine)

Cellule
tumorale

Centre
(tumorale)



MODELISATION

REGLES DE DEPLACEMENT

JONCTION HETEROTYPE

Probabilité q de se déplacer sur un astrocyte

Pour chaque cellule tumorale :

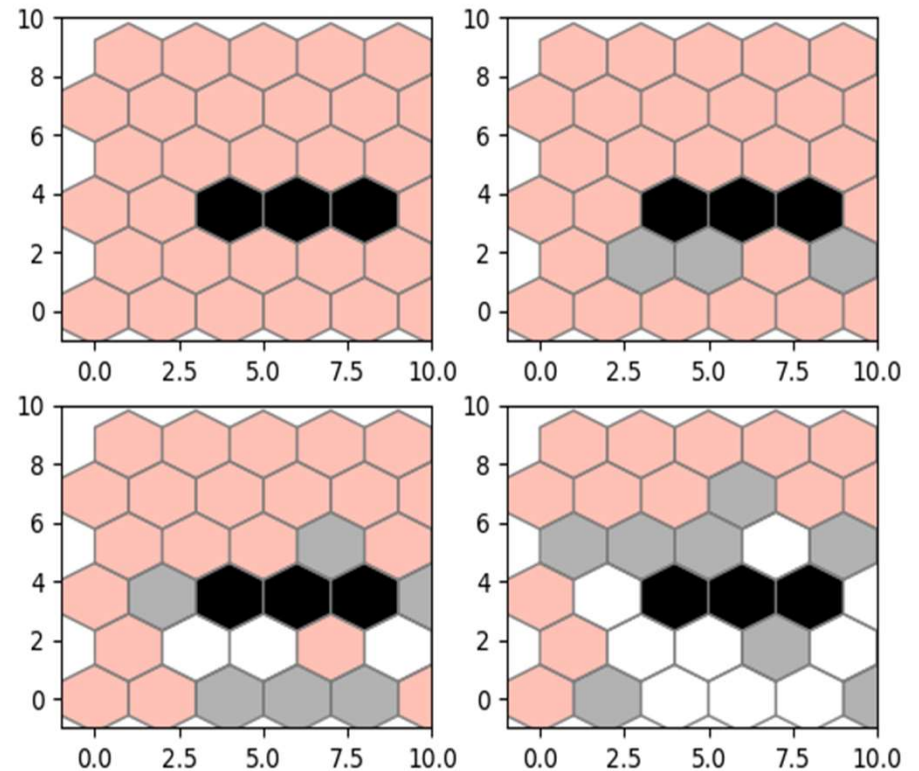
1. On choisit aléatoirement si la cellule se déplace sur un astrocyte ou pas.
2. Parmi les voisins vérifiant la condition choisie, le choix final est aléatoire
3. Le site initial est laissé vide (mais représenté comme une cellule saine)

Cellule
saine

Astrocyte
(saine)

Cellule
tumorale

Centre
(tumorale)



MODELISATION

REGLES DE DEPLACEMENT

COUPLAGE JONCTION HETEROTYPE ET HOMOTYPE

On tient compte des deux probabilités p et q

Pour chaque cellule tumorale:

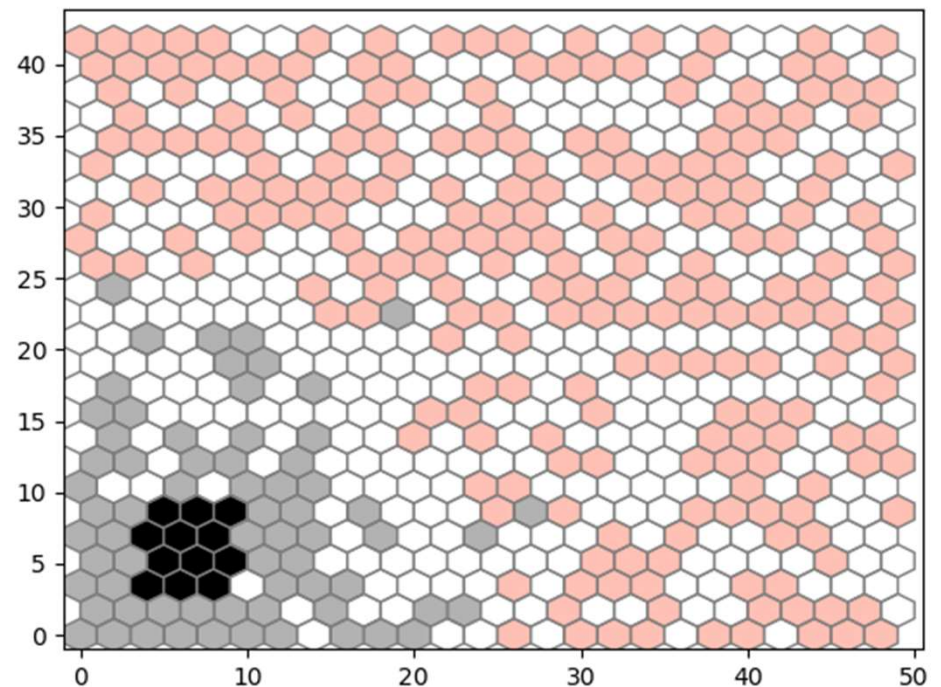
1. Nombre aléatoire t dans $[0,1]$
2. Selon la valeur de t , on choisit les conditions:
 1. Homotype: la cellule reste à côté des ses voisins ou pas
 2. Hétérotype: la cellule migre sur un astrocyte ou pas
3. On détermine les sites vérifiant l'un ou l'autre des conditions
4. Parmi ces site, le choix final est aléatoire

Cellule
saine

Astrocyte
(saine)

Cellule
tumorale

Centre
(tumorale)



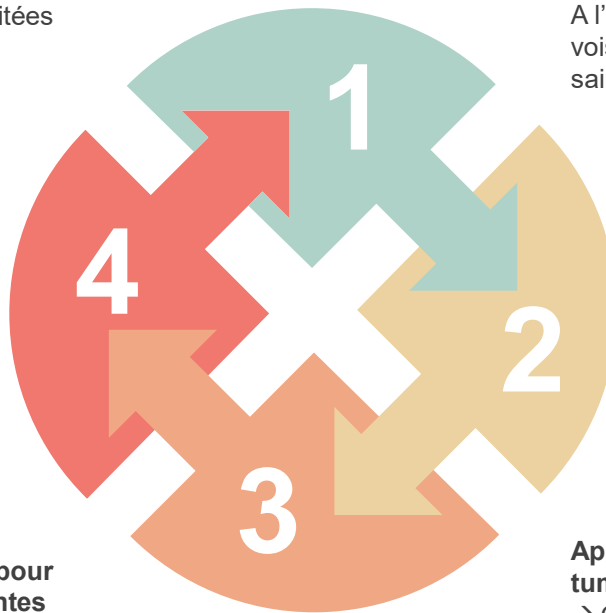
Algorithme cellulaire

Actualisation environnement

Animation avec le nombre d'itérations souhaitées

Analyse environnement cellules tumorales

A l'aide de fonctions simples, on détermine la liste des voisins mais aussi les voisins qui sont des astrocytes, saines ou des cellules tumorales;

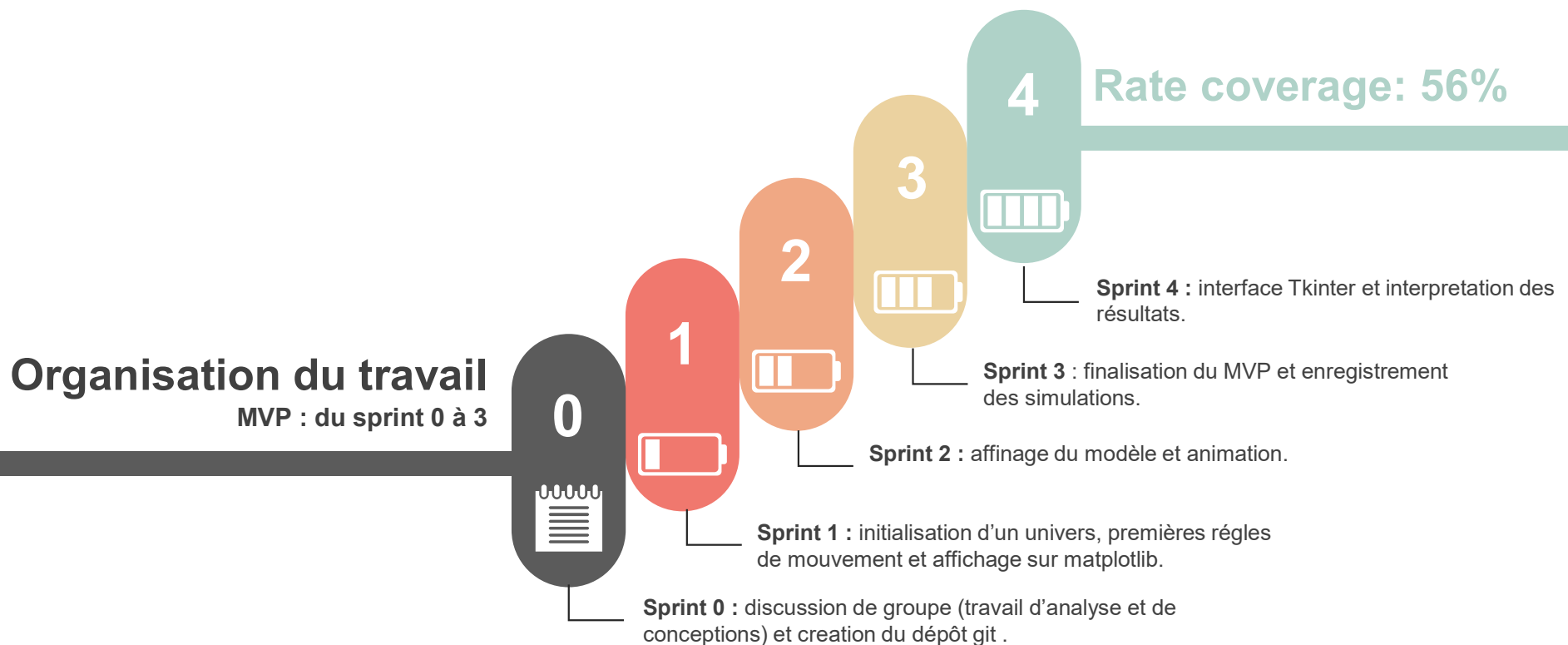


Parcours de toutes les cellules tumorales pour appliquer fonctions précédentes

Application règle de mouvement à une cellule tumorales

- Choix uniforme
- Jonction homotype
- Jonction hétérotype
- Couplage jonction homotype et hétérotype

Découpage du travail :



Modules

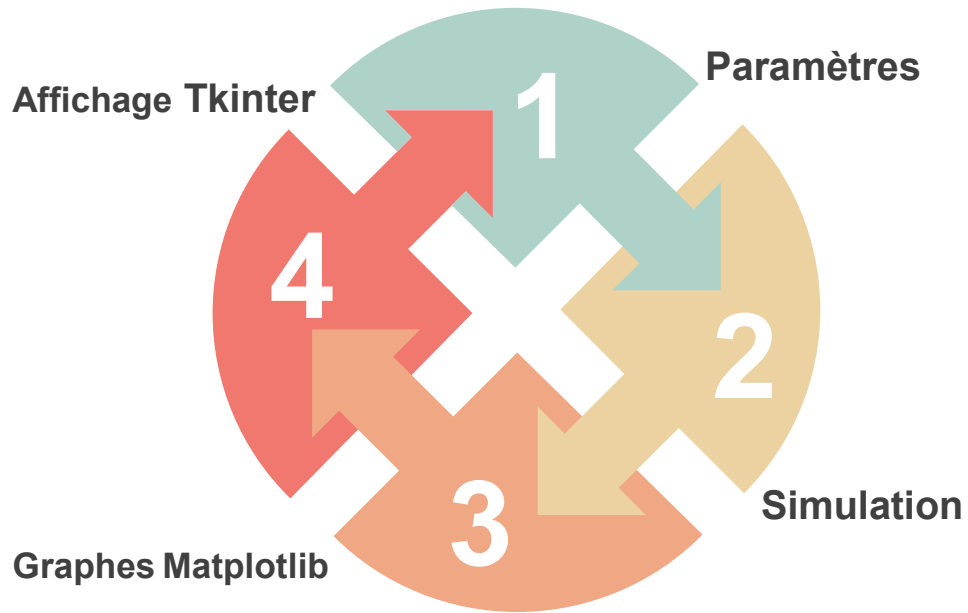
Modèle
Fichiers data_*.py

Vue
Fichiers vue_*.py

Controlleur
Fichiers
controlleur_*.py

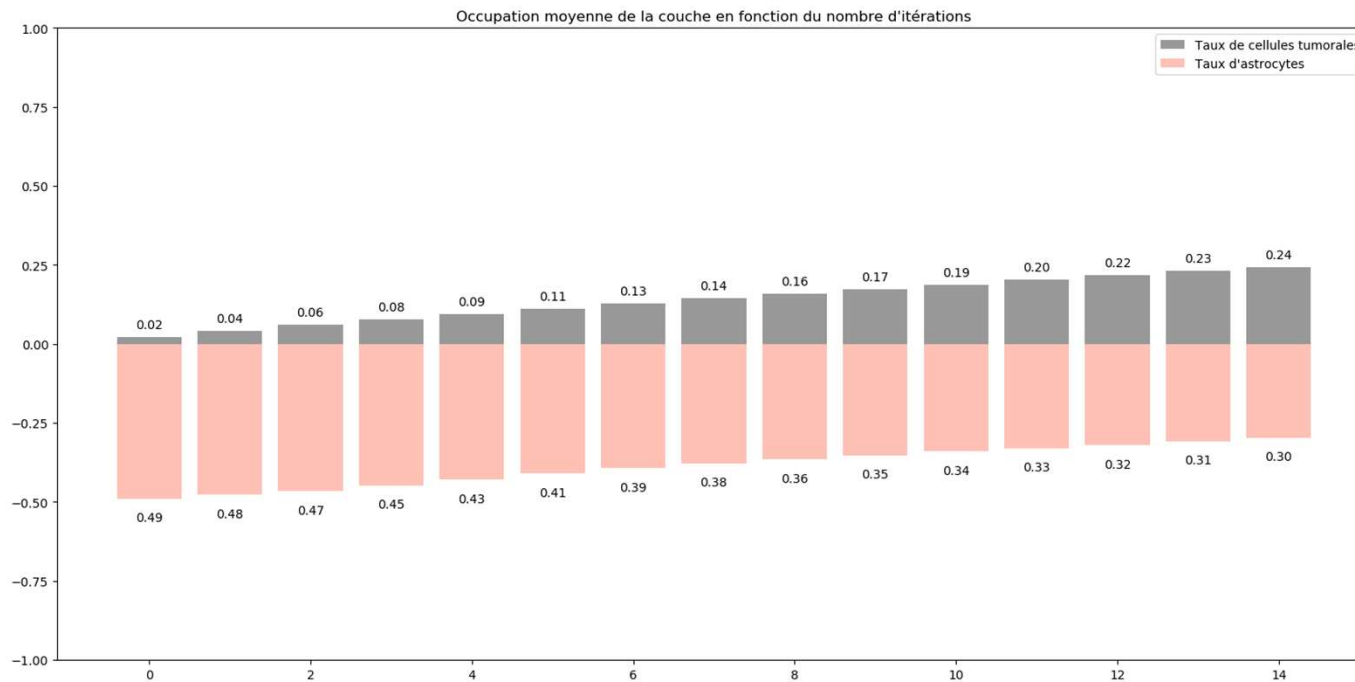
Tests
Fichiers test_*.py
Coverage : 56%

Programme :



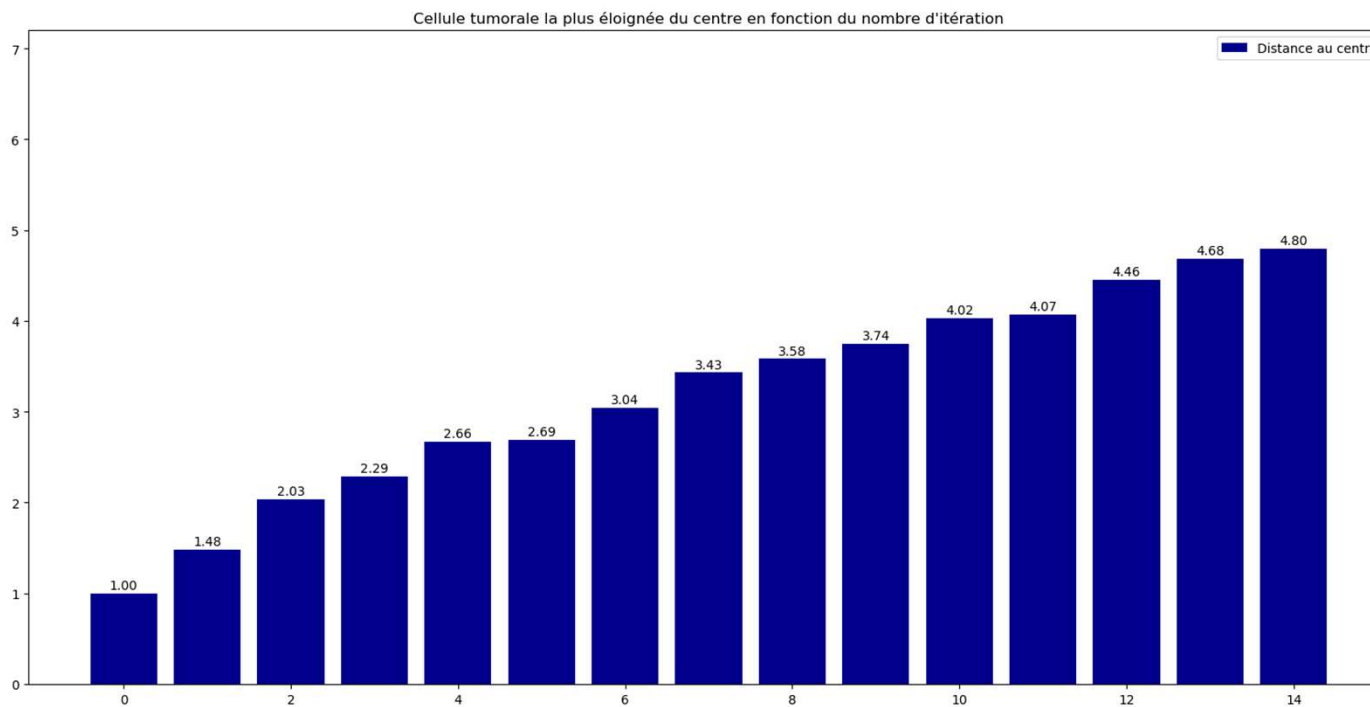
Itérations :	20	
Modèle :	Homotype	
P :	0.00	
Q :	0.00	
Interv :	100	
Centre (coord) :	0	0
Taille centre :	1	1
Univers		
Taille stat :	50	

Etude Statistique



- Traduction de l'avancée de la tumeur
- Disparition des astrocytes
- Corrélation
- Permet de voir à partir de quelle date on n'a plus d'astrocytes

Etude Statistique



- Etalement de la tumeur au cours du temps

- Premier pas vers l'évaluation de la surface occupée par la tumeur

- Quels organes touchés ?

Fonctionnalités à venir :



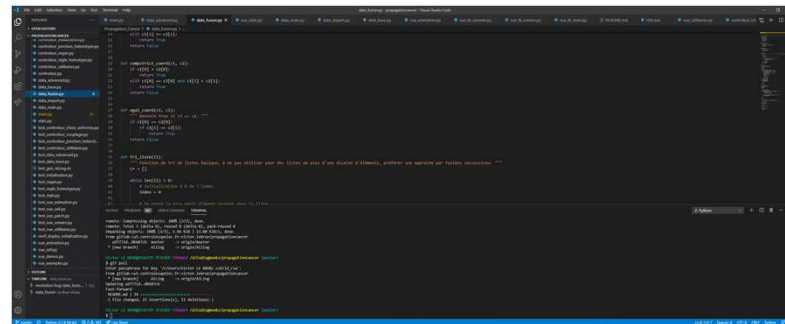
Affiner le modèle avec notamment des interactions chimiques

Optimiser le modèle de données

Optimiser le temps de calcul pour les statistiques

Exploiter davantage notre programme avec plus d'interprétations statistique.

Annexe : Performances



- Complexité des simulation proportionnelle au nombre d'itération et au nombre de cellules
- Complexité des stats également proportionnelle au nombre d'échantillon
- Optimisation au moyen de liste triées pour permettre des fusions rapides

Annexe : problèmes rencontrés

- Problèmes liés à Gitlab
- Plantages spécifiques à des configurations spécifiques
- Lenteur sur certaines versions
- Compatibilité entre matplotlib et tkinter
- Compatibilité entre les différentes règles
- Système de coordonnées

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

Passons à la simulation sur Vscodé