

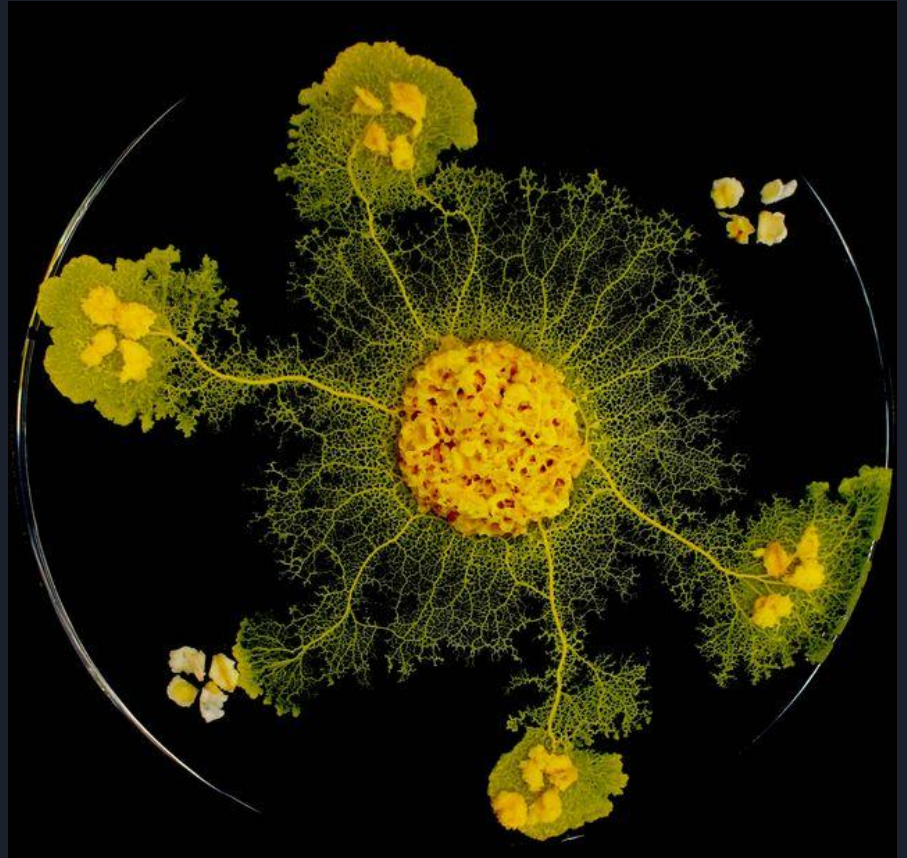
Conception d'outils bioinformatiques :

Modélisation du déplacement de *Physarum polycephalum*

Peter Bock, Ninon De Mequenem, Vincent Dejonghe, Cécilia
Ostertag, Ophélie Thierry, Rodolphe Tworek

Plan

1. *Physarum polycephalum* et modélisation
2. Objectif
3. Cahier des charges
4. Outils utilisés
5. Implémentation
6. Démonstration
7. Limites
8. Améliorations



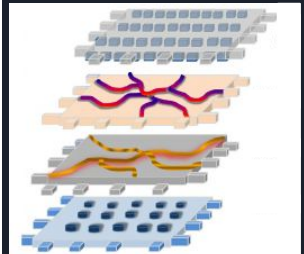
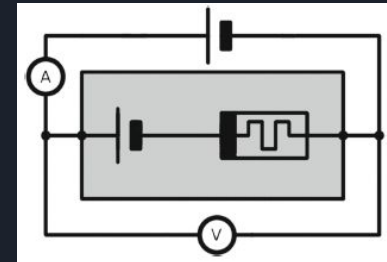
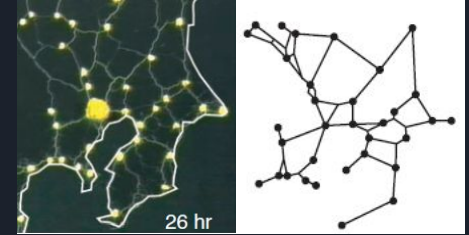
Physarum polycephalum ou Blob

- Organisme unicellulaire polynuclé
- Déplacement par chimiotactisme
 - *“Phénomène d’attraction/répulsion exercée par une substance chimique sur une cellule vivante”*
- Formation de réseaux en graphe planaire optimisé



Physarum polycephalum ou Blob

- Nombreuses applications pratiques :
 - Problématiques de Recherche de Chemin
 - Résolution problématique et conception d'outils de "bio-computing" :
 - Micropuces
 - Memrésistance
 - Ordinateurs à Physarum





Objectif

- ➔ **Implémenter une solution de modélisation dynamique du déplacement du Blob dans un environnement contrôlé**



Modélisation

- Logiciels spécialisés dans la modélisation

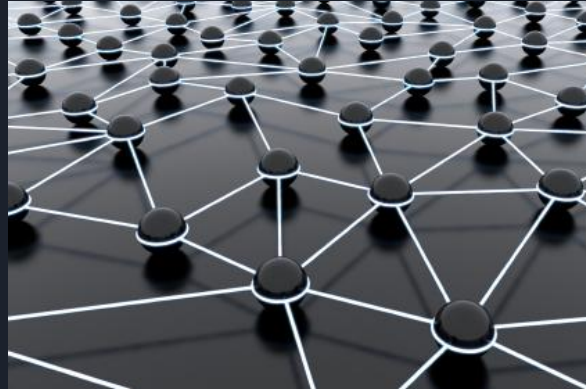
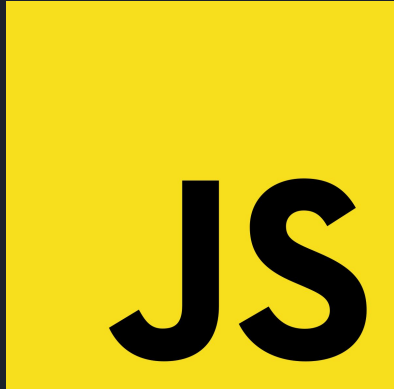
Logiciel	AIOMAS	SPADE	RePast	MASS	MASON	JADE
Langage	Python	Python	Java, C++	Java, C++	Java	Java
Agents		réactifs				
Logiciel	MaDKit	JACK	js-simulator	NetLogo	SPARK	MADP
Langage	Java	Java	JavaScript	propre	propre	C++
Agents		BDI			multi-niveaux	



Outils utilisés

- Langage JavaScript
- Modélisation multi-agents
- Bibliothèque js-simulator

 [chen0040 / js-simulator](#)





Modélisation Multi-agents

- Système multi-agent :
 - Système composé d'un ensemble d'agents évoluant dans un environnement virtuel aux propriétés et règles d'interactions définies par le programmeur
- Agents :
 - Réactifs, BDI (Belief, Desire, Intention), multi-niveaux
- Modèle :
 - Synchrones, Asynchrones



Cahier des charges

- **Besoins fonctionnels primaires**
 - Choisir et répéter une expérience au sein d'un même environnement
 - Visualiser le comportement d'expansion du Blob
 - Visualisation sur la plate-forme en ligne
 - Position des chimio-attractants paramétrable
- **Besoins fonctionnels secondaires**
 - Script simple d'utilisation
 - Rendu visuel ergonomique sur la plate-forme
- **Besoins non fonctionnels**
 - Exploiter le moins de ressources possibles de la plate-forme



Implémentation

Environnement : surface 2D

Agents :

- Phospholipides membranaires du Blob
- Chimio-attractants (nourriture)

Règles :

- Attraction entre les phospholipides
- Attraction des phospholipides par le centre du Blob
- Attraction des phospholipides par les chimio-attractants

Affichage :

- Rendu dans un canvas HTML, actualisation par pas de temps



Implémentation

Paramètres des agents :

- identifiant
- environnement
- vitesse
- vecteur déplacement
- type d'agent (phospholipide ou non)

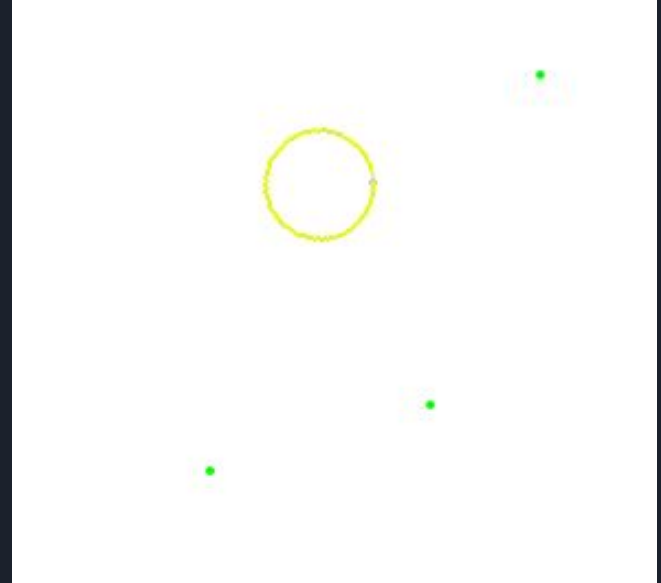
Adaptation d'un modèle proies/prédateurs :

- “proies” = chimio-attractants (capacité d'attraction)
- “prédateurs” = phospholipides (capacité de déplacement dans une direction spécifique)

Implémentation

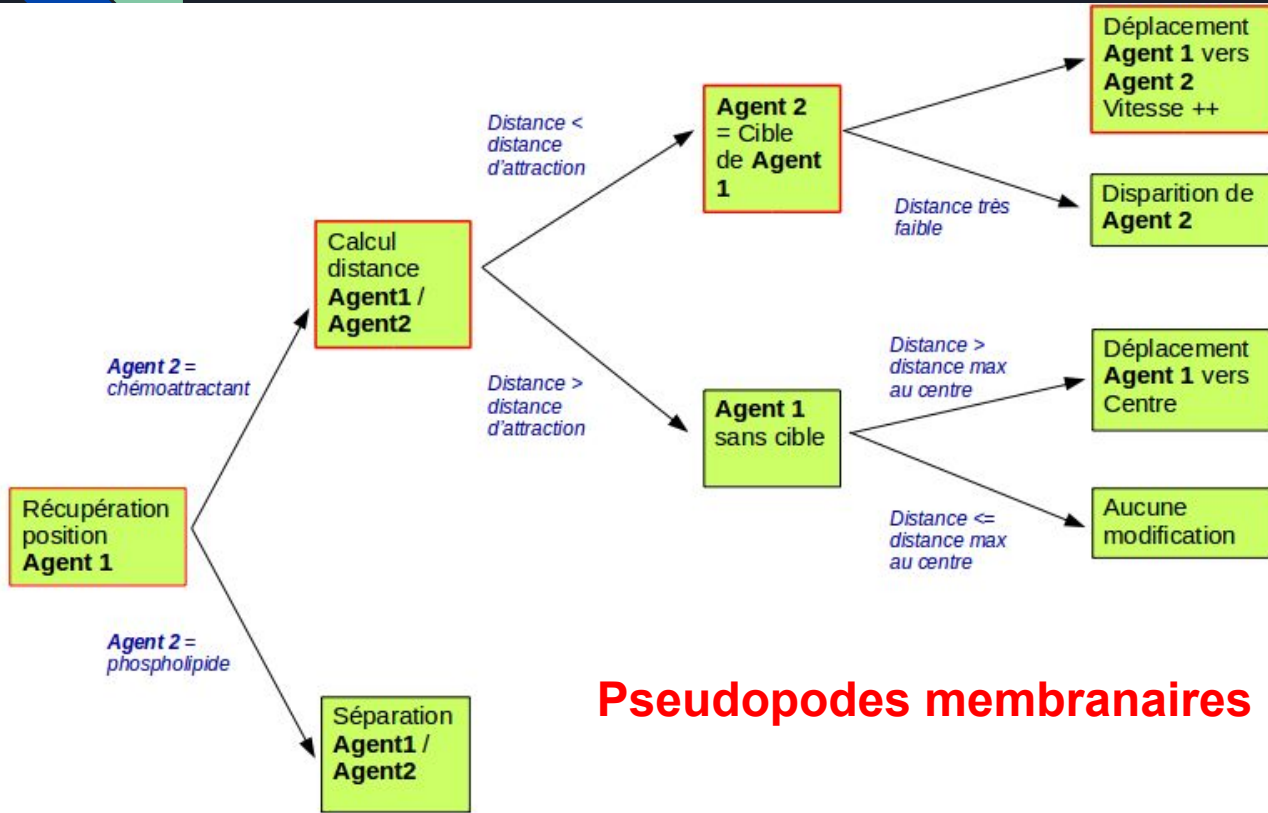
Initialisation du modèle :

- Création des agents (nombre défini)
- Phospholipides placés sur un cercle à partir de la position du centre du Blob (en jaune)
- Phospholipides liés entre eux
- Chimio-attractants placés dans l'environnement (en vert)

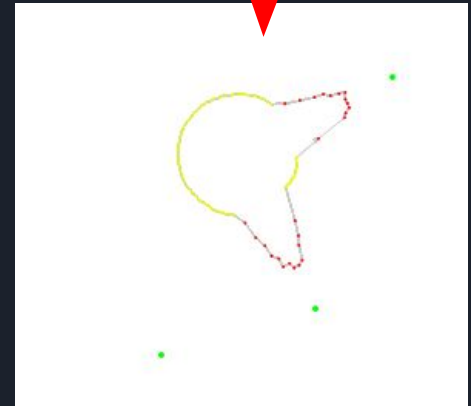
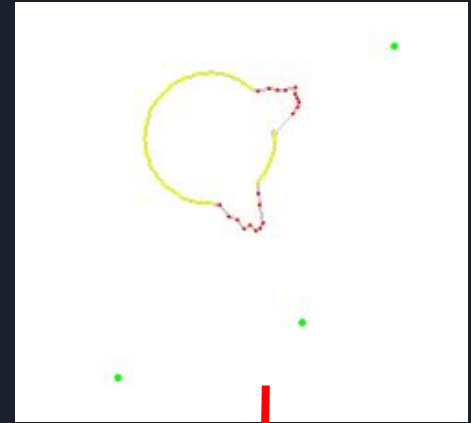


Implémentation

Actualisation du modèle (concerne les phospholipides):

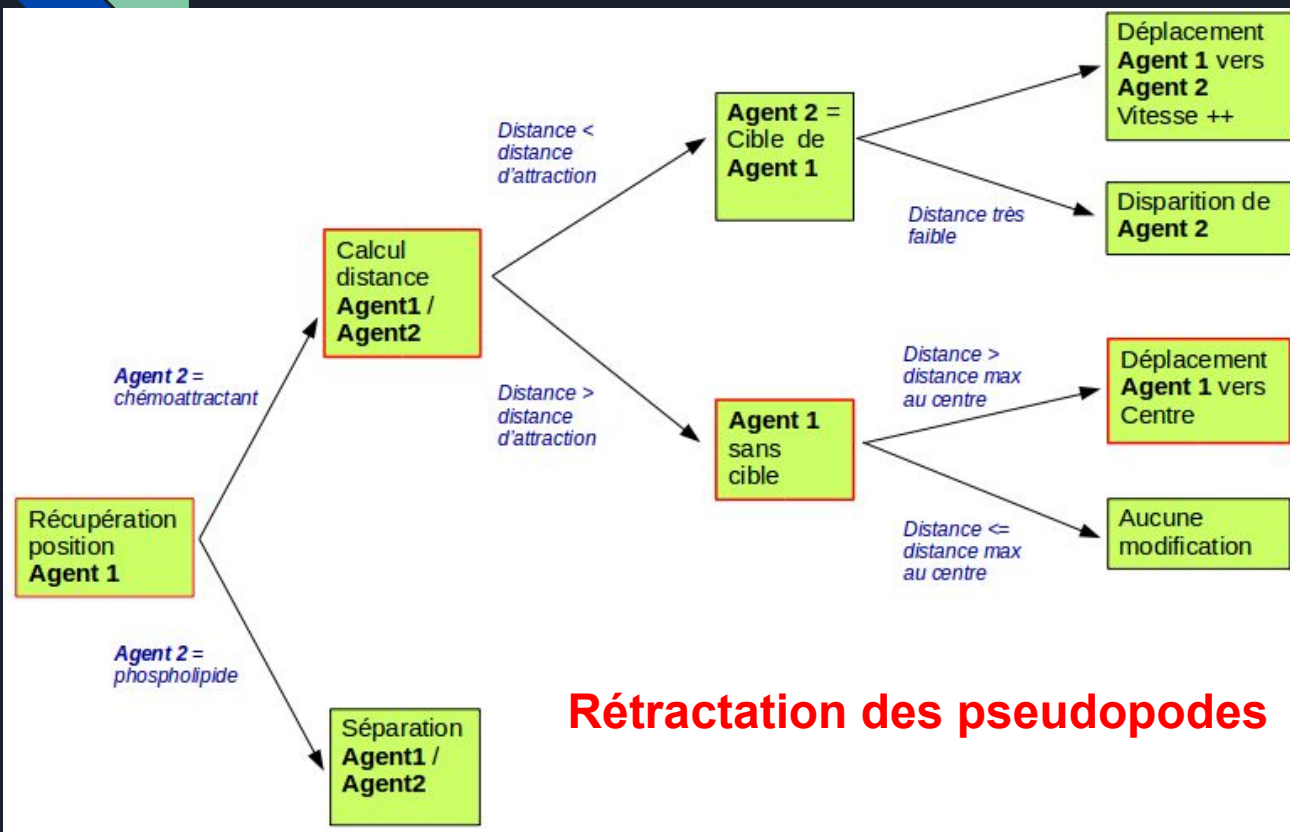


Pseudopodes membranaires

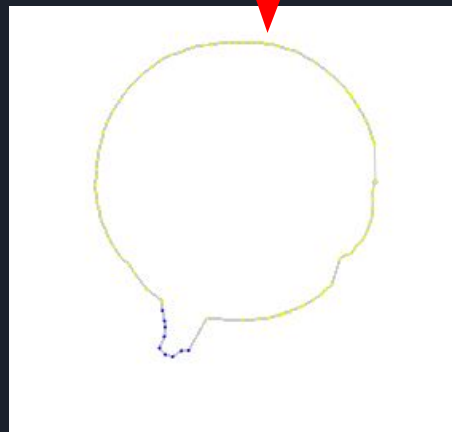
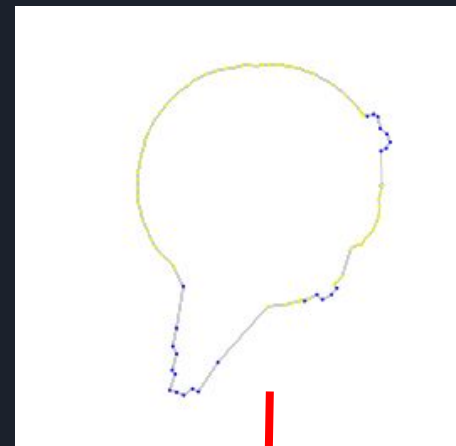


Implémentation

Actualisation du modèle (concerne les phospholipides):

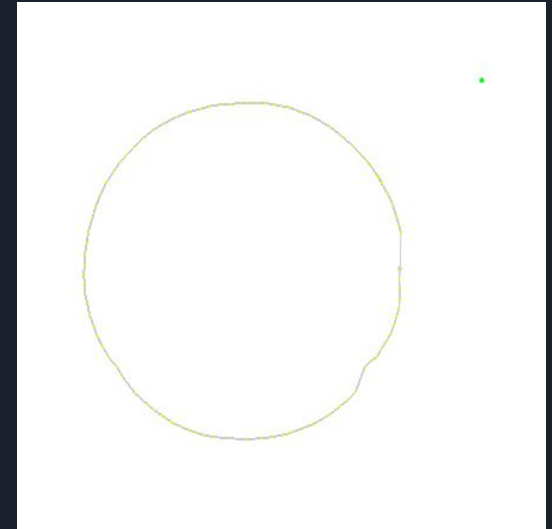
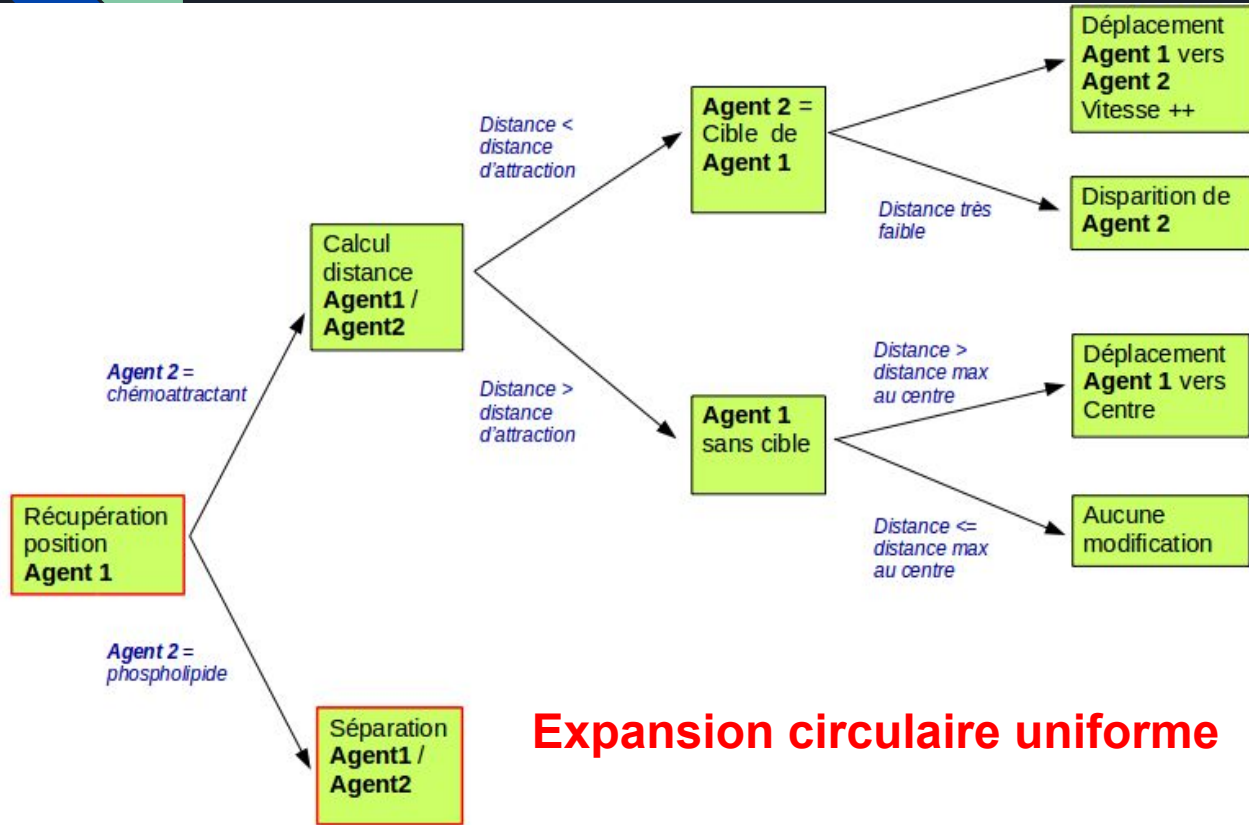


Rétractation des pseudopodes



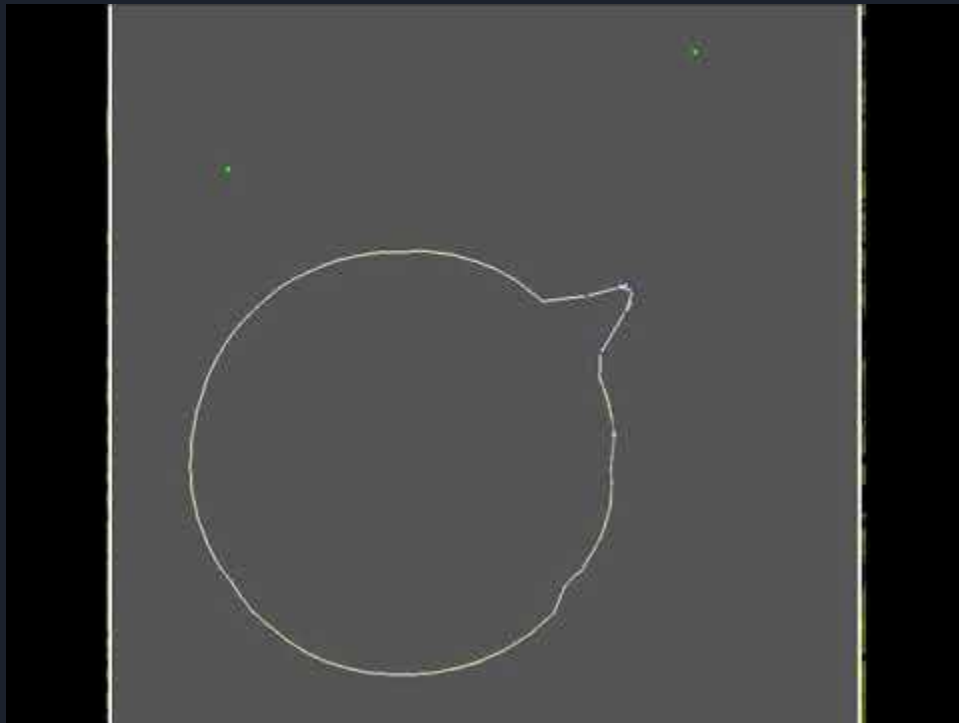
Implémentation

Actualisation du modèle (concerne les phospholipides):



Expansion circulaire uniforme

Démonstration





Limites

- Position des attractants fait varier le succès de la simulation
- Choix de fixer la position des attractants à l'initialisation
- Pas de prise en compte de la synthèse de nouveaux phospholipides lors de l'expansion



Améliorations

- Permettre de définir la position des chimio-attractants
- Définir une zone où les chimio-attractant ne peuvent être matérialisés
- Inclure des facteurs environnementaux influençant le déplacement du Blob
- Ajout de phospholipides pour la membrane du Blob
- Détermination d'une durée de vie pour les agents composant le Blob

Merci de votre
attention ...



Références images

1. <https://www.franceinter.fr/emissions/une-journee-particuliere/une-journee-particuliere-31-decembre-2017>
2. <http://lagrandeserre.com/carnet-dexperts/le-blob/>
3. <https://github.com/voodootikigod/logo.js/blob/master/js.svg>
4. <http://mjomgt11.blogspot.fr/2012/01/property-management-system-and-multi.html>
5. Atsushi Tero et al. 'Rules for biologically inspired adaptive network design'. In: Science 327.5964 (2010), pp. 439–442.
6. <http://blogs.plymouth.ac.uk/artsinstitute/2016/07/22/feature-forging-the-future-of-classical-computer-music/>
7. <http://www.phychip.eu/objectives/about-physarum-polycephalum/>