

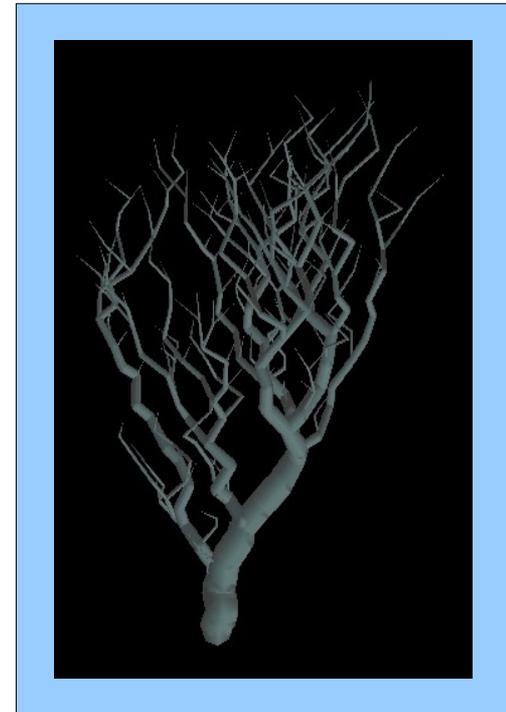
Laboratoire Bordelais de
Recherche en Informatique

Rendu tridimensionnel réaliste de structures arborescentes végétales

15 décembre 2005

Mathieu Lagrange

Séminaire IS



Certaines images sont issues de <http://algorithmicbotany.org/>

Modèles visuel pour la morphogénèse

« If a natural object or organism demonstrates consistency of form [...], such symmetry is the consequence of Something rather than Nothing. »

Adrian D. Bell [Bel1985]



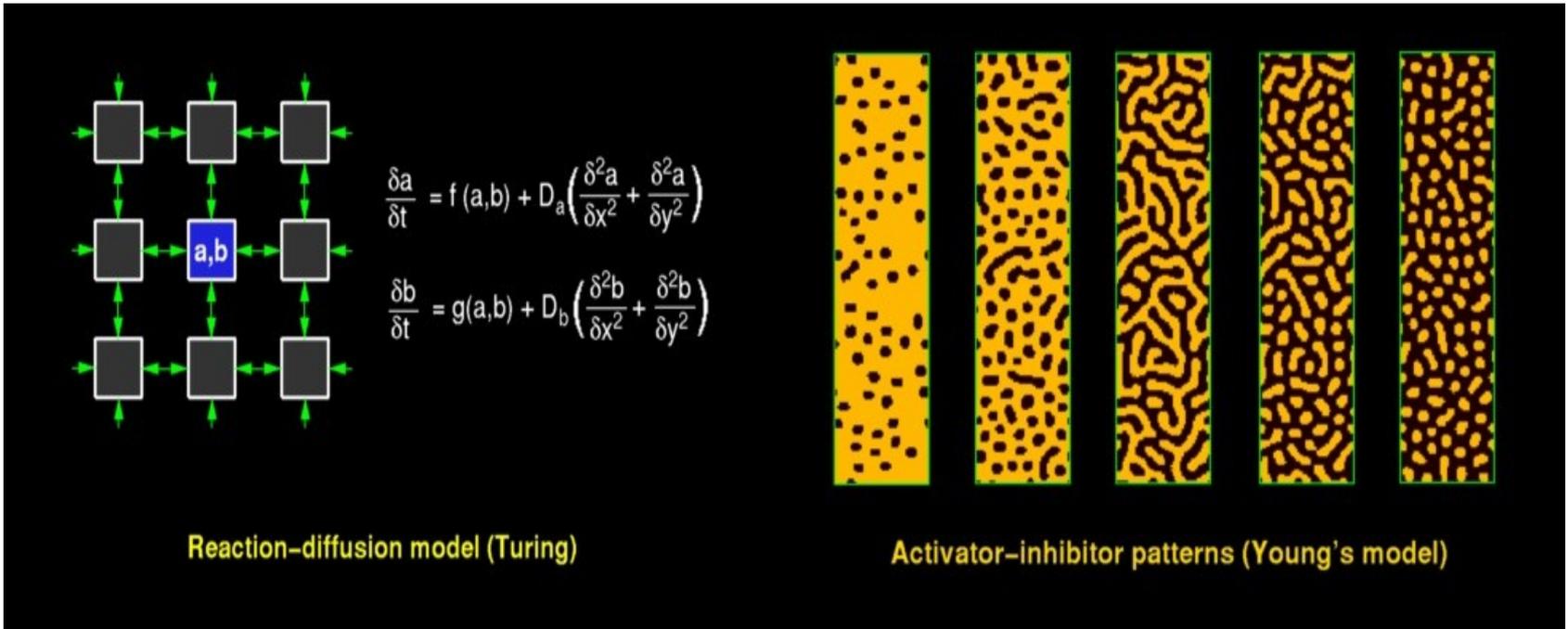
Introduction

Les structures biologiques sont intéressantes à modéliser pour plusieurs raisons :

- Amplification de données : création d'images complexes à partir de petits ensembles de données;
- Emergence : un système dans son ensemble acquiert des propriétés complexes par le biais d'interactions, dans l'espace et dans le temps, entre les différents modules à priori simples.



Exemple d'amplification





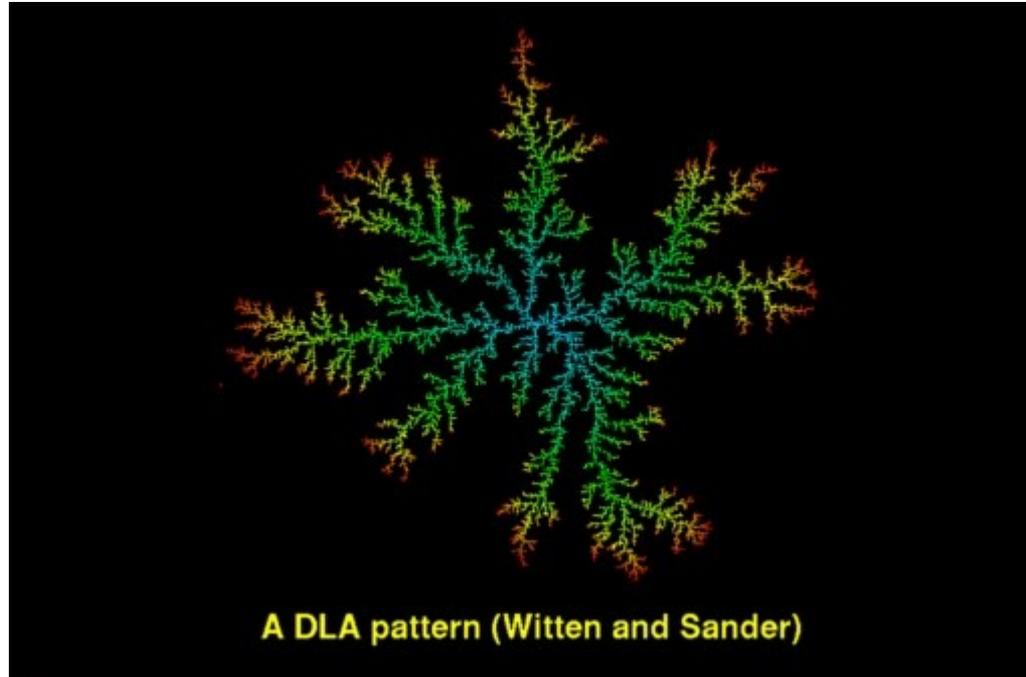
Exemple d'émergence

L'agglutination à diffusion limitée :

- Une particule initiale est placée au centre d'une grille 2D;
- D'autres particules « nutriments » sont positionnées aux bords de la grille et se déplacent aléatoirement.



Exemple d'émergence





Modélisation de plantes

Constat de la communauté « modélisation biologique » : La croissance de structures végétales est en grande partie déterminée par des facteurs génétiques.

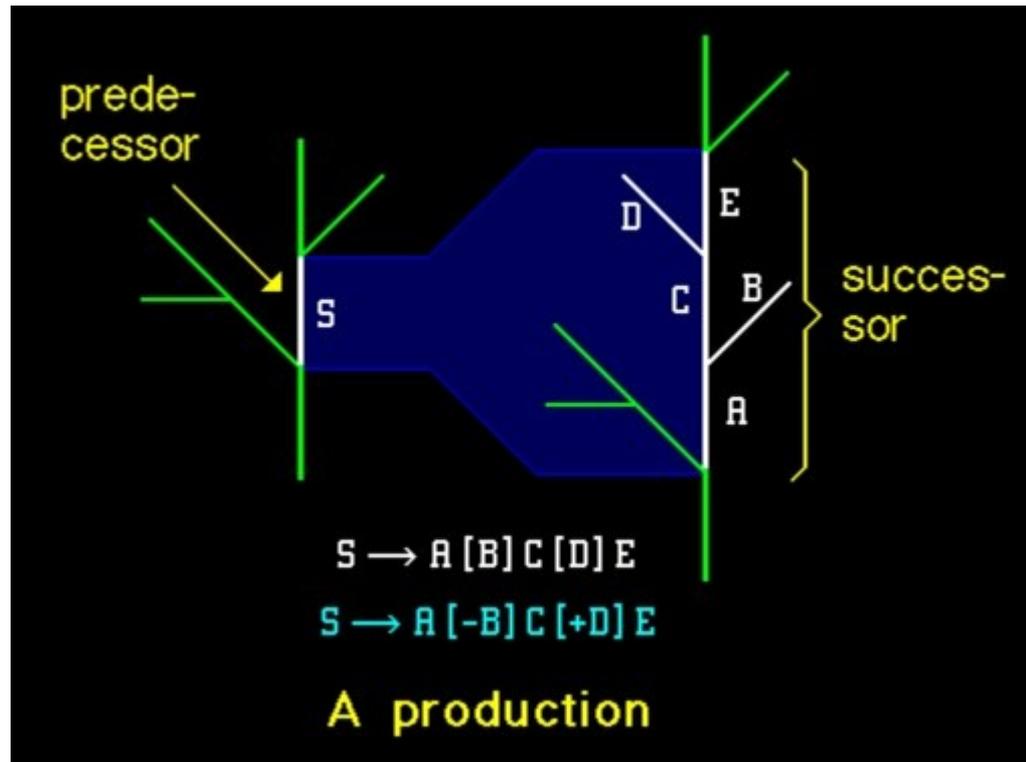
Les modèles agglutinatifs sont trop opportunistes, trop liés à l'environnement pour être réalistes.

Utilisation des L-systèmes :

- Vocabulaire simple décrivant les différentes parties de la structure;
- Règles de réécriture appliquées selon plusieurs types de contrôles.

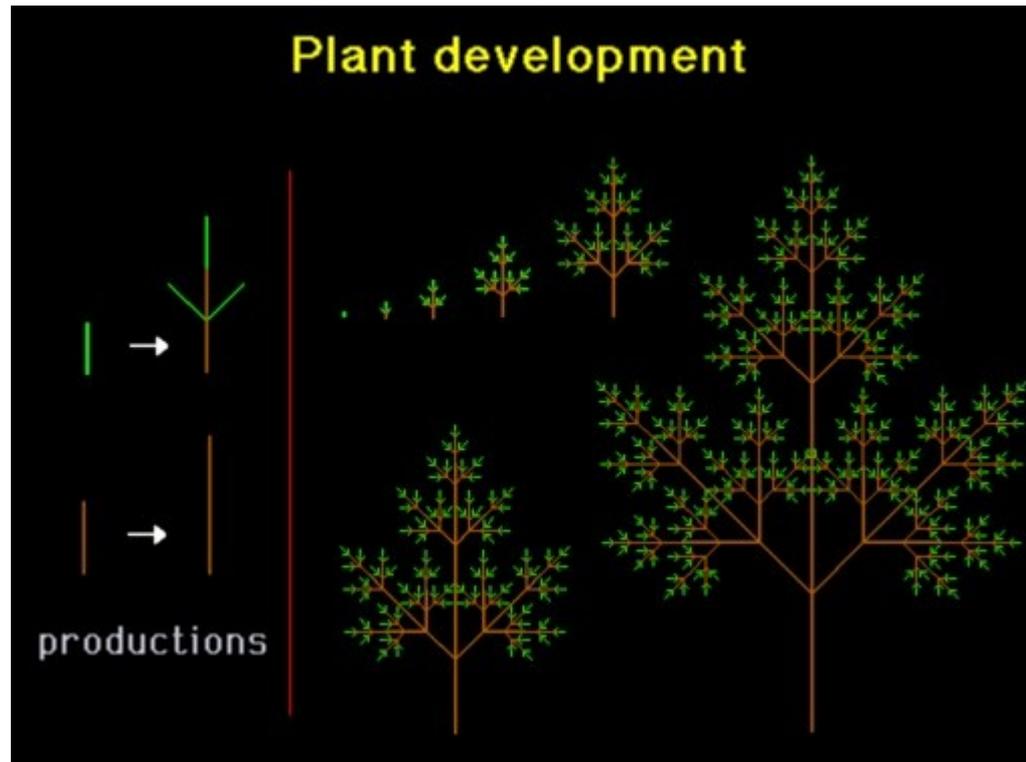


L-Systemes





Résultat avec deux règles





En pratique

La principale problématique est donc de déterminer quelle règle appliquer en fonction de nombreux paramètres :

- Biologiques, internes à la plante (phase de croissances, de floraison, etc)
- Environnementaux, présence d'obstacles, de concurrents, etc

Deux logiciels sont proposés :

- Amap : Cirrad;
- Vlab : Université de Calgary.

Ces logiciels sont réservés à des professionnels (biologistes).



Notre approche : émergence

De nombreuses applications ne nécessitent pas un niveau élevé de « compatibilité » entre les processus biologiques et la structure modélisée.

Dans des applications de type population de scènes comme des logiciels de paysagisme ou des jeux vidéos, on cherche plutôt :

- une souplesse d'utilisation
- une variété de formes contrôlées par un nombre de paramètres faibles.



Modèle agglutinatif amélioré

Le système se compose de deux parties :

- Les branches : cylindres avec deux zones de contact;
- Les gouttes : sphères aux déplacements pseudo-aléatoires.

Règle : une goutte qui touche une zone de contact disparaît et génère une branche dont :

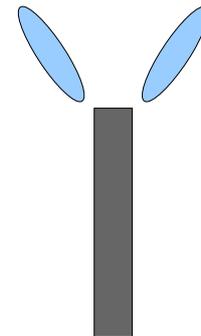


la **taille** dépend de la vitesse de la chute de la goutte;

l'**orientation** dépend de l'orientation :

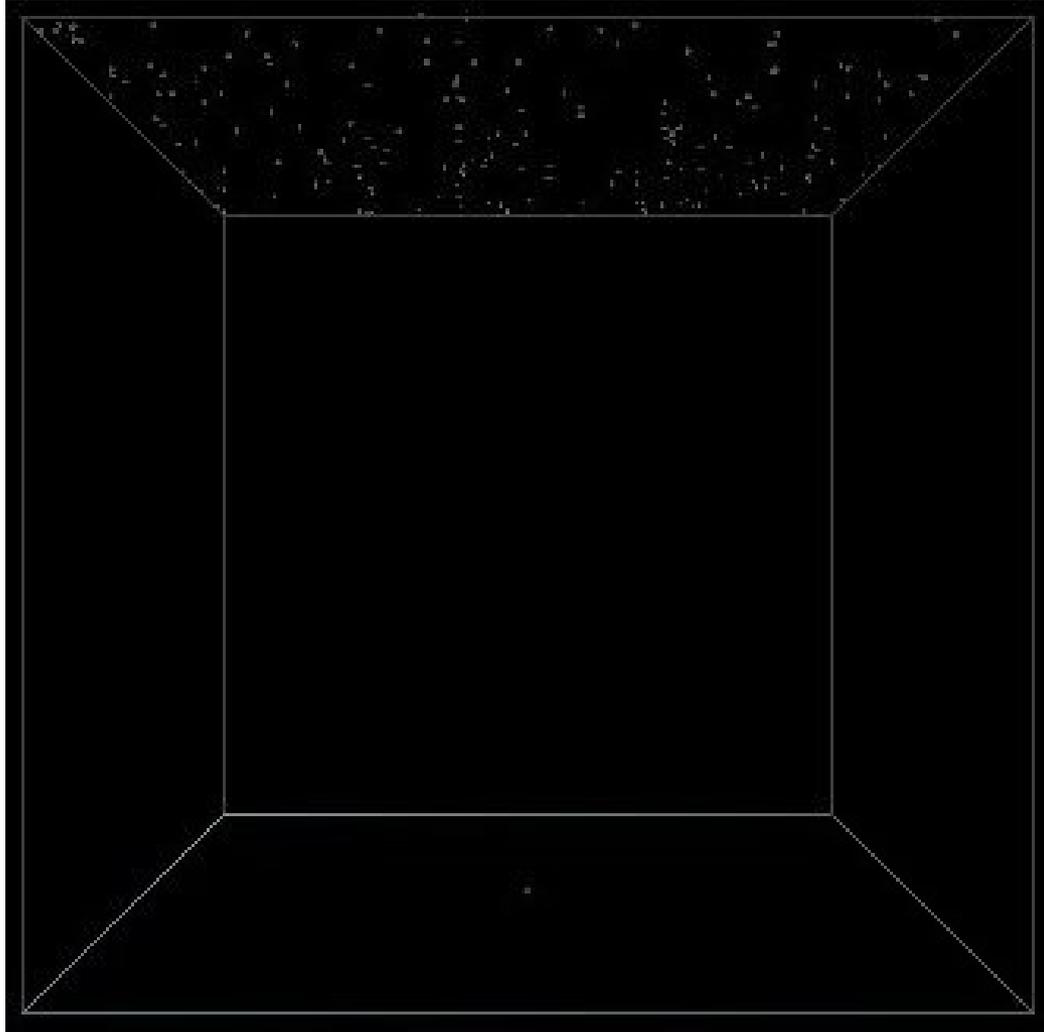
de la chute de la goutte;

de la zone d'attraction concernée



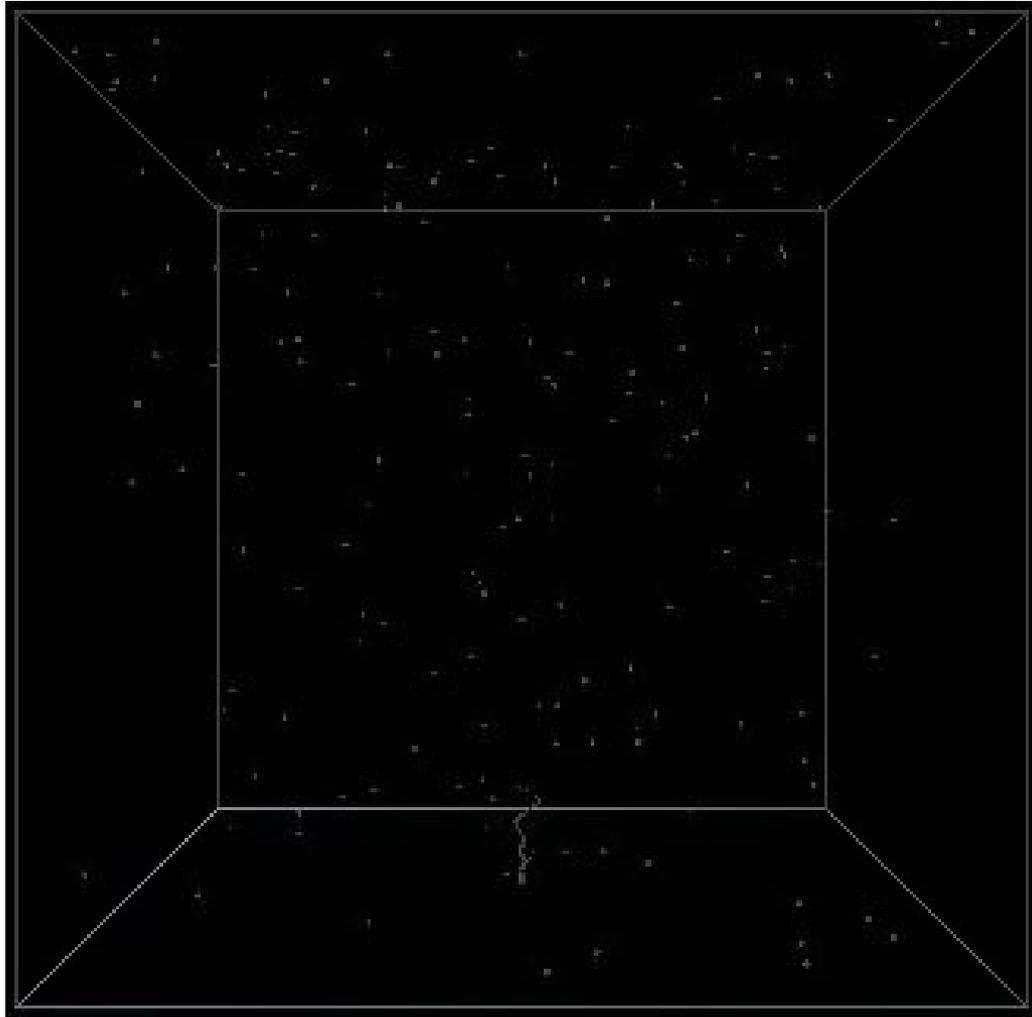


Exemple (1/3)



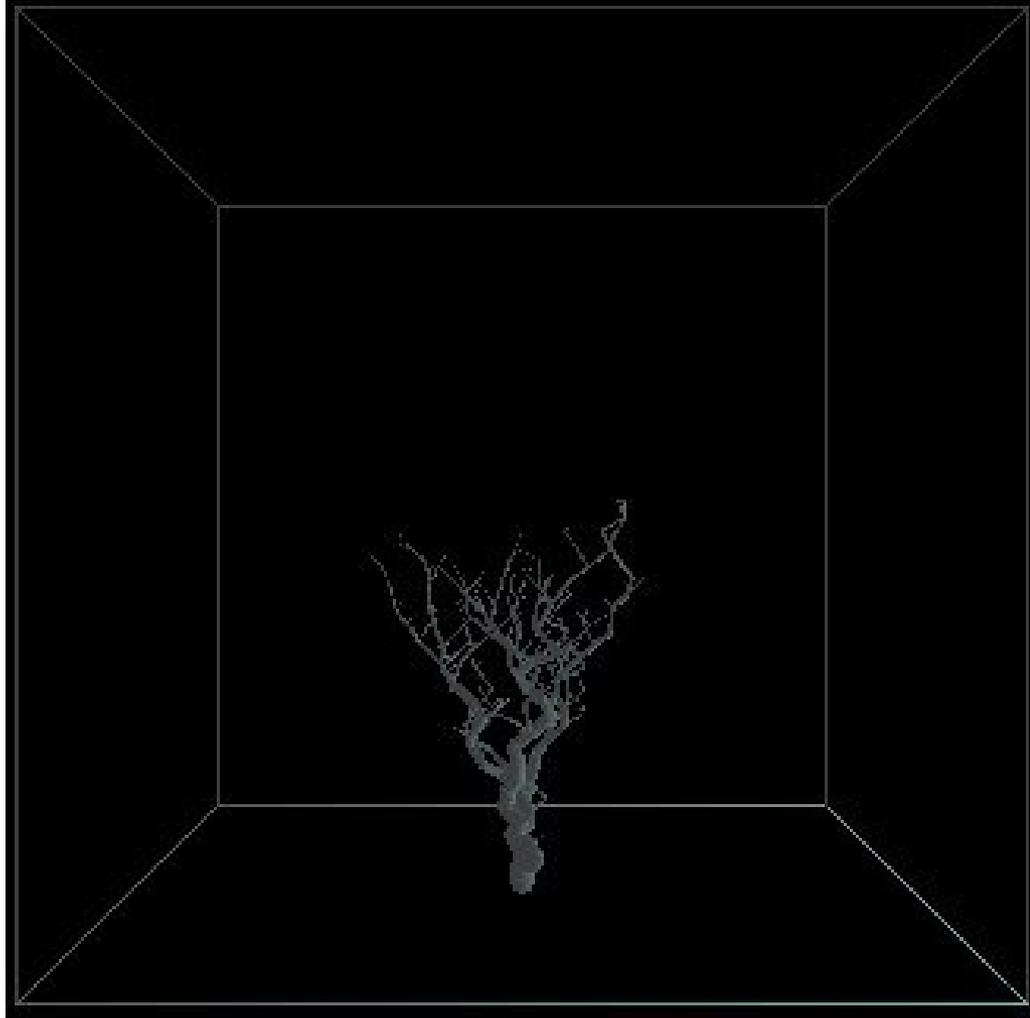


Exemple (2/3)





Exemple (3/3)





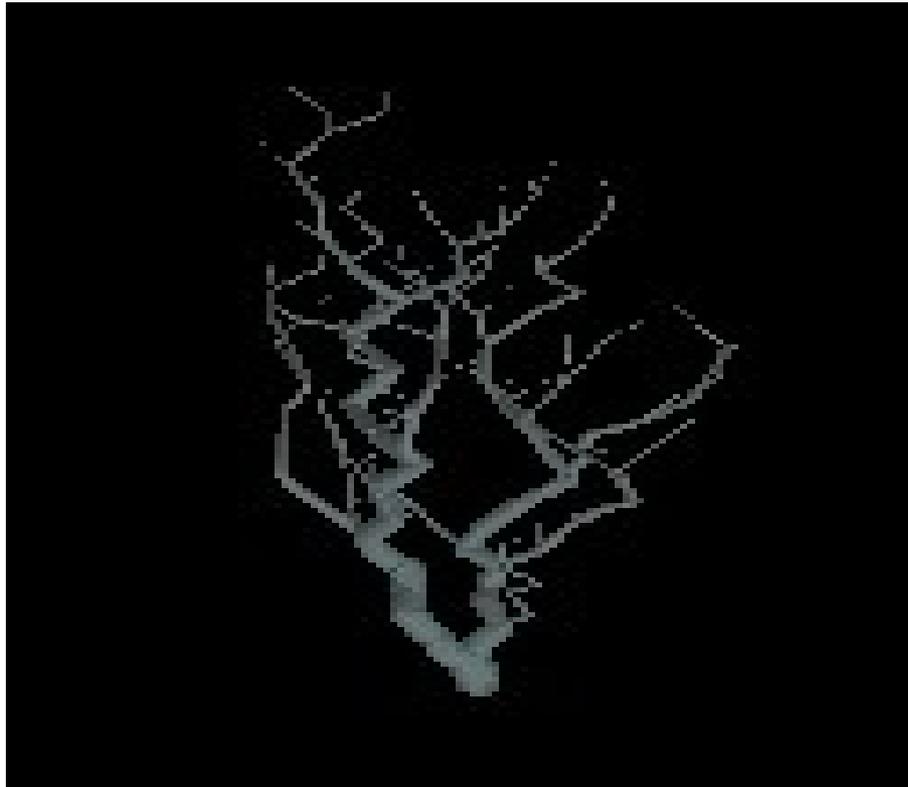
Intérêts

- Il est simple de générer des plantes qui se ressemblent sans être identiques.
- Les paramètres sont simples et « intuitifs » :
 - Orientation et tailles des zones d'attractions des branches;
 - Orientation moyenne de la marche aléatoire des gouttes;
- La gestion de l'influence de l'environnement est implicite :
 - Contrôle exogène;
 - Concurrence entre plantes.



Variété (1/4)

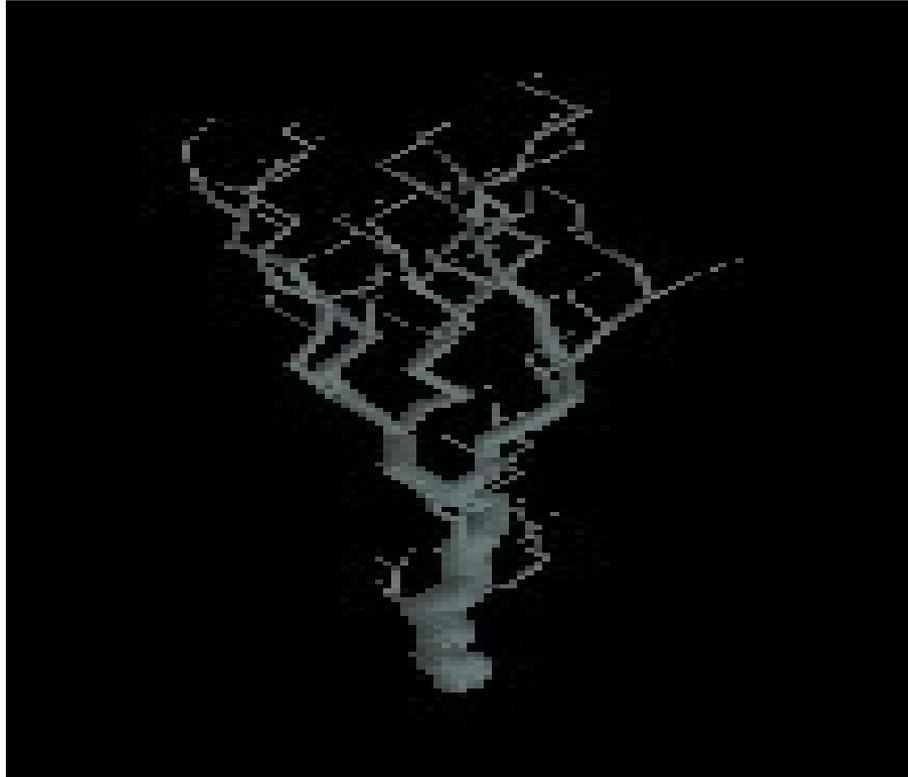
Il est simple de générer de nombreuses plantes qui se ressemblent sans être identiques.





Variété (2/4)

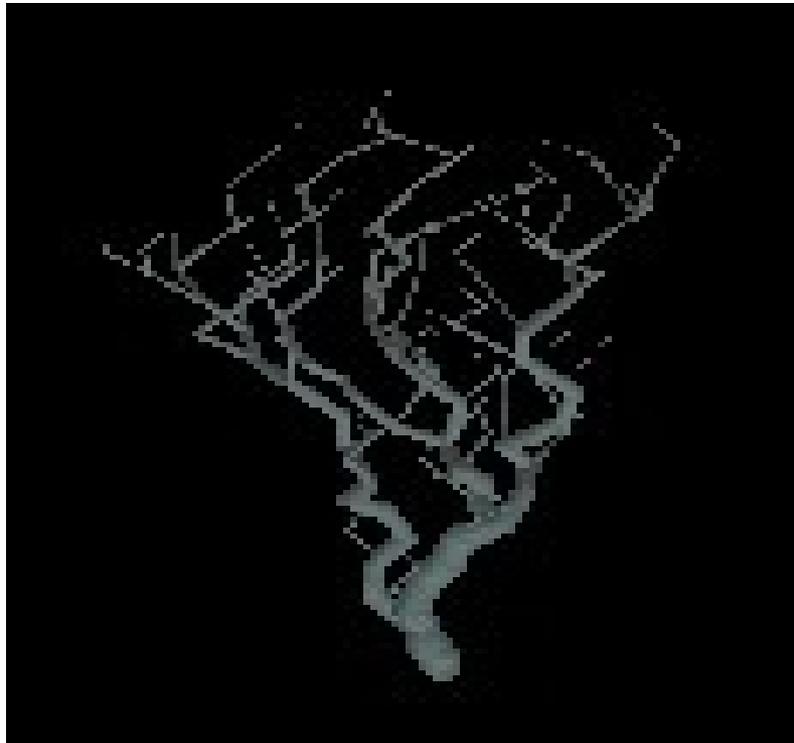
Il est simple de générer de nombreuses plantes qui se ressemblent sans être identiques.





Variété (3/4)

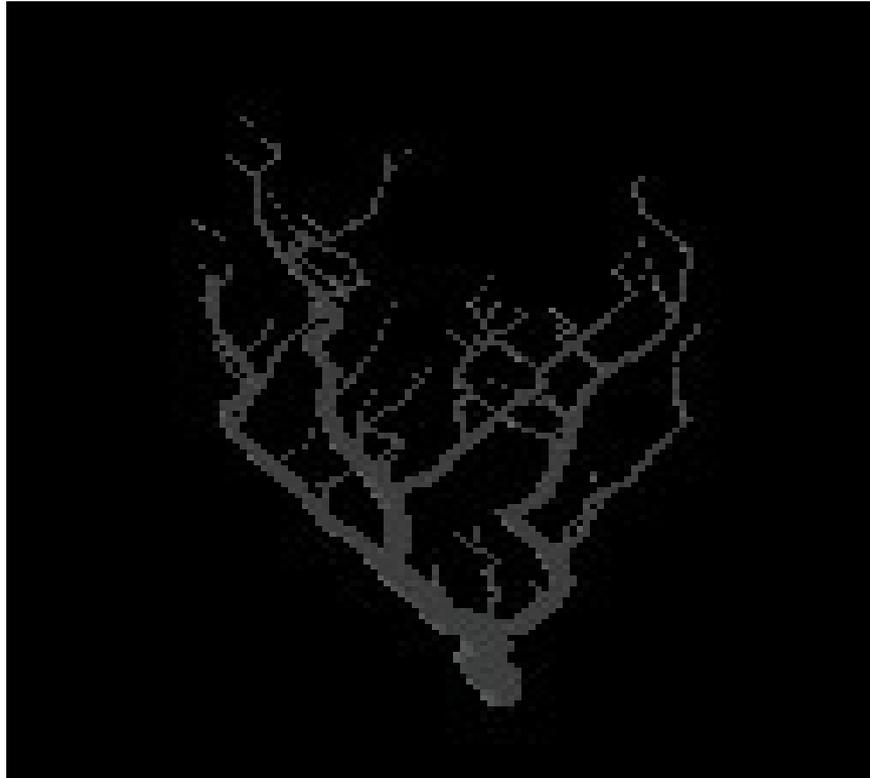
Il est simple de générer de nombreuses plantes qui se ressemblent sans être identiques.





Variété (4/4)

Il est simple de générer de nombreuses plantes qui se ressemblent sans être identiques.

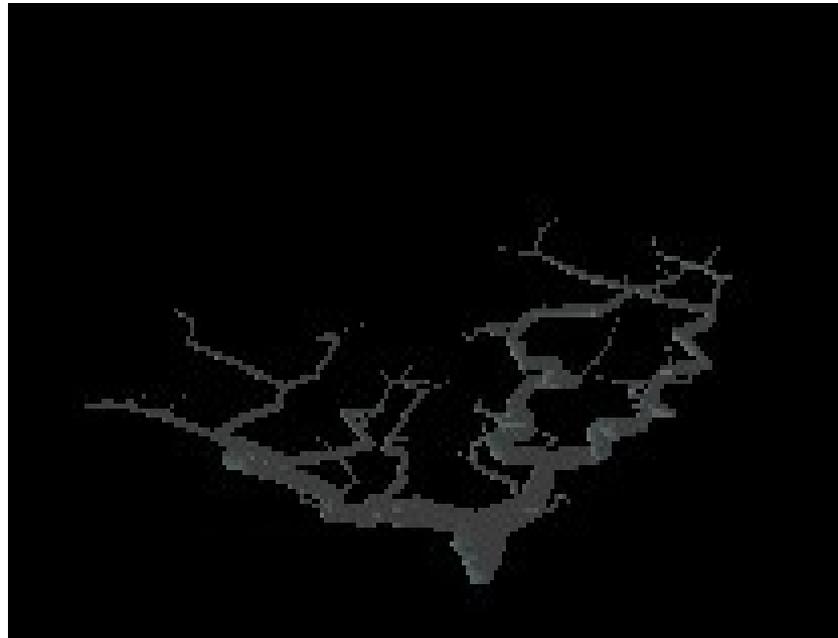
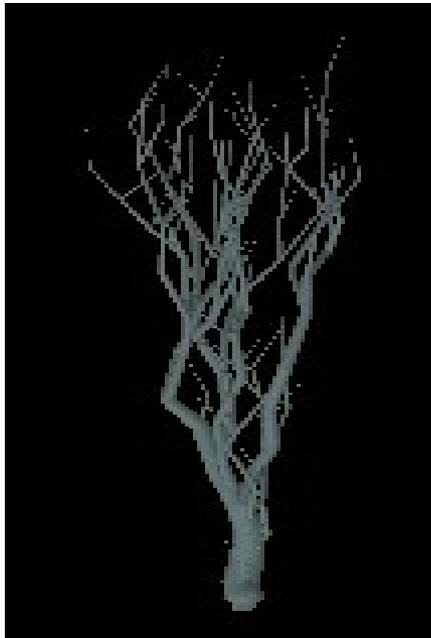




Paramétrage

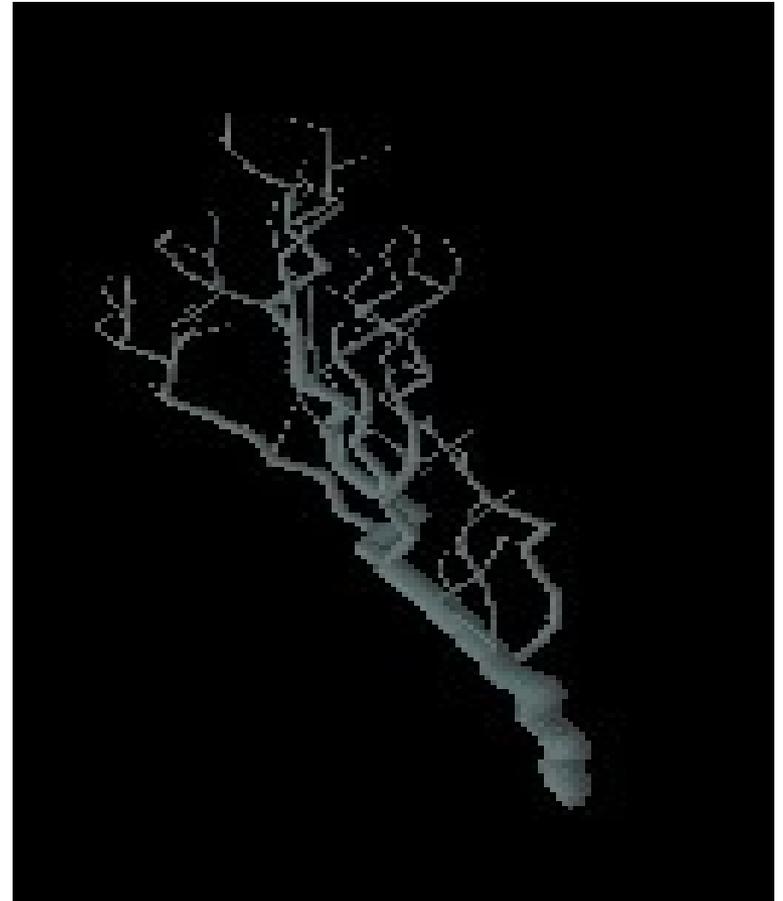
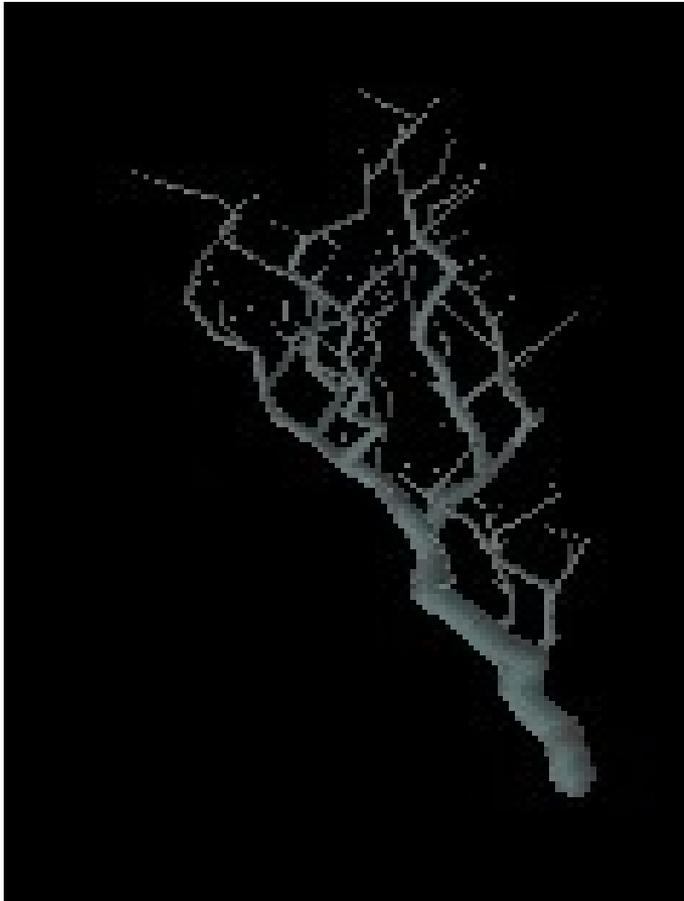
Les paramètres sont simples et « intuitifs » :

- Orientation et tailles des zones d'attractions des branches;
- Orientation moyenne de la marche aléatoire des gouttes.





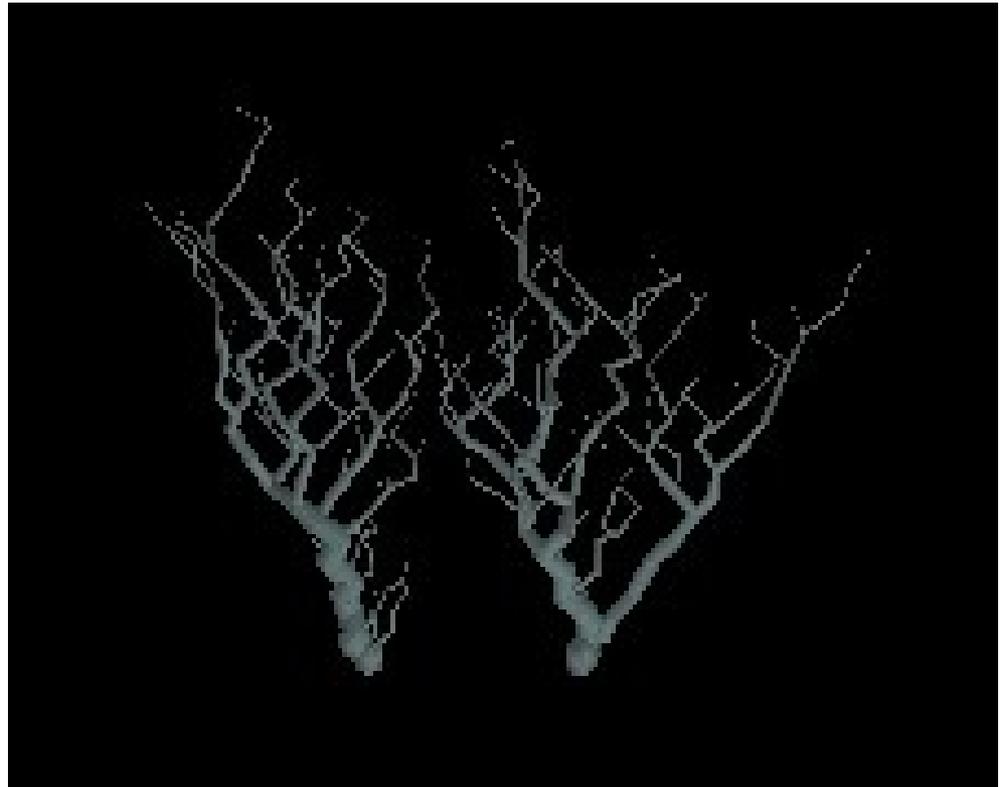
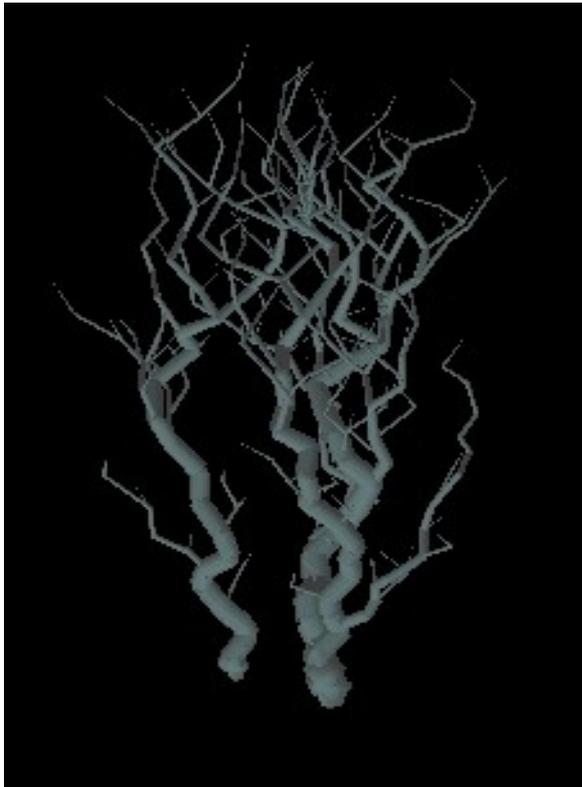
Contrôle exogène





Concurrence

L'environnement est géré de manière implicite grâce au modèle agglutinatif.





Limitations

Plusieurs problèmes se posent, d'un point de vue modélisation :

- Croissance exclusivement;
- Pas de prise en compte des aspects génétiques (rythmes de croissance, etc);

D'un point de vue rendu graphique :

- Calcul d'intersection coûteux quand le nombre de gouttes est élevé;
- Nouveau formalisme qui ne nécessite pas une simulation complète.