

Intérêt des modèles de simulation comme outil de recherche : PARIS, interaction entre une prairie et le troupeau qui la pâture.

P.Carrère – Unité d’Agronomie - FGEP



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT





Pour pouvoir proposer des éléments d'aide à la décision pertinents aux éleveurs ou aux décideurs, il est nécessaire de **comprendre le fonctionnement du système biologique**

↳ *étudier précisément chacun des mécanismes impliqués.*



Or, les systèmes biologiques ont ceci de particulier que **les caractéristiques de l'ensemble ne peuvent être déduites de celles des parties**



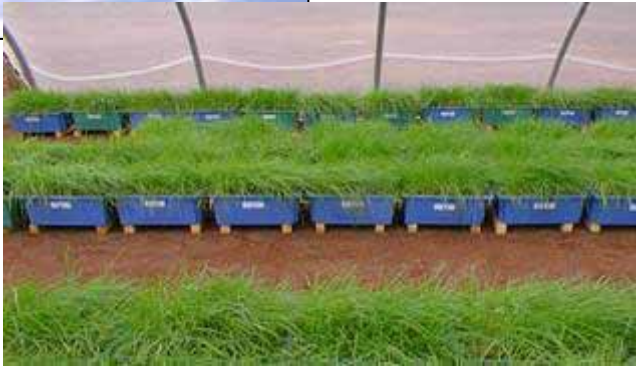
↳ *difficile d'appréhender le fonctionnement global du système à partir de la seule étude des éléments qui le compose.*



Donc on développe deux approches complémentaires :

Une **approche analytique** (expérimentale)

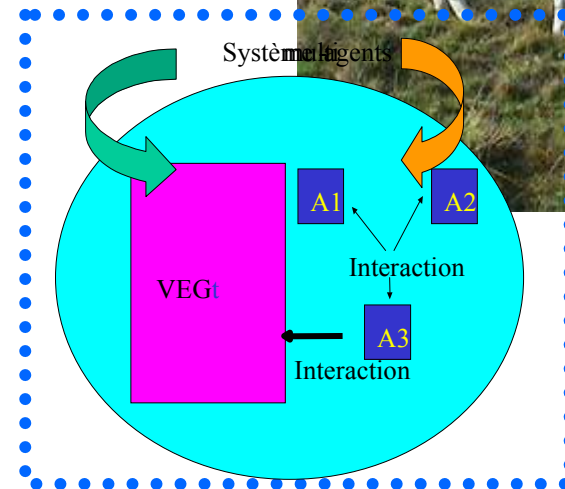
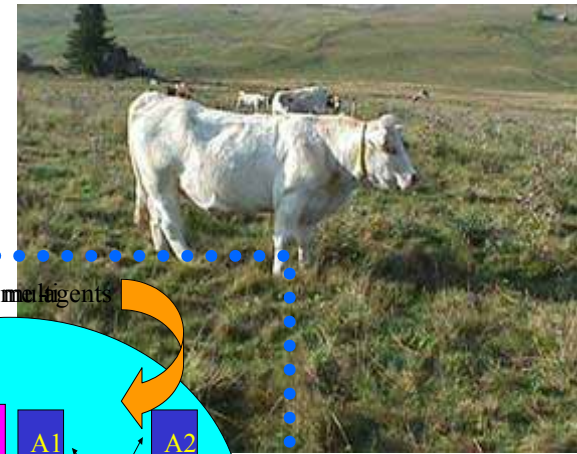
- Permet d'étudier un à un les mécanismes et les facteurs composant le système;
ex : facteurs contrôlant la croissance d'une plante : température, lumière, eau, azote.



Une **approche modélisatrice** :

- Permet de mettre en lien les mécanismes et d'étudier leurs interactions pour simuler le fonctionnement global

ex : le croissance de la plante augmente avec la température si elle n'est pas limitée par l'azote ou par la sécheresse.



Caractéristiques des modèles

- ❖ Un modèle est **une simplification de la réalité**
 - ✓ Il doit avoir **un caractère de ressemblance** avec le système réel
 - ✓ Il doit être construit en fonction d'un ensemble **d'objectifs**
 - ✓ Il repose **sur un ensemble d'hypothèses** et **des faits expérimentaux**

- ❖ Un simulateur permet d'évaluer le comportement du système dans le temps = **approche dynamique.**
 - ✓ **outil de gestion** : tester des scénarios (décision ; prédiction).
 - ✓ **outil scientifique** : tester des hypothèses ; et d'évaluer le champ des possibles (prospective)

PARIS : simulateur spatialisé d'un troupeau de ruminants pâturant une prairie hétérogène



Acteurs actuellement impliqués

INRA, Unité d'Agronomie, 63039 Clermont-Ferrand

P. Carrère, F. Louault, B. Bachelet, J.F. Soussana,

INRA, Unité de Recherches sur les Herbivores, 63122 Theix

R. Baumont, B. Dumont, L. Pérochon

LIMOS - FRE CNRS 2239, ISIMA, 63175 Aubière

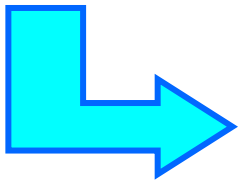
C. Force C. Mazel, D. Hill



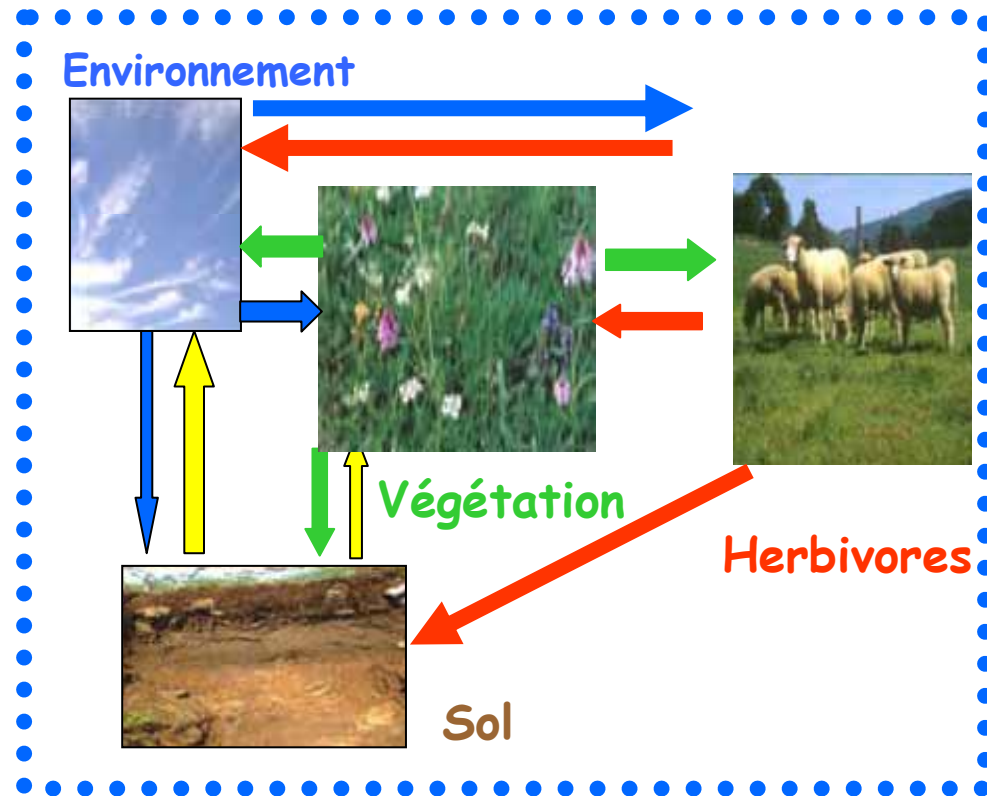
❖ Les enjeux et du modèle :

- Identifier les mécanismes clefs du système
- Intégrer des processus spatiaux

Le système biologique



Le système biologique
« conceptualisé »



❖ Objectifs finalisés :

➤ Evaluer la dynamique de la végétation et les performances des animaux selon les conditions de milieux et de gestion.

➤ *Ex : une diminution de l'intensité d'exploitation modifie de la diversité végétale et de la qualité du fourrage.*

Structure générale du modèle



Sous-modèle
Végétation



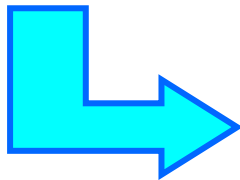
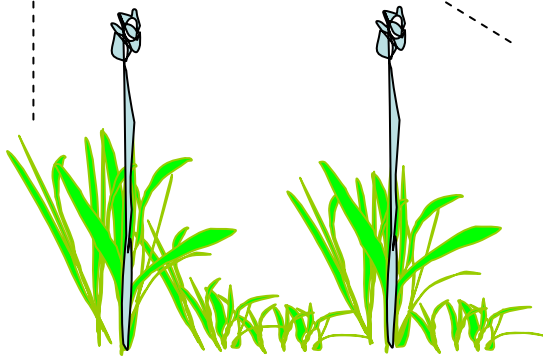
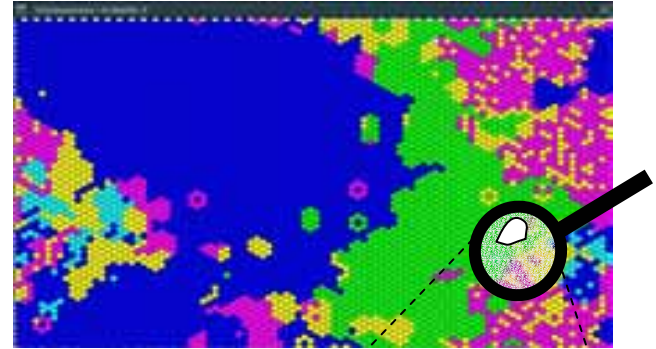
Sous-modèle
Animal



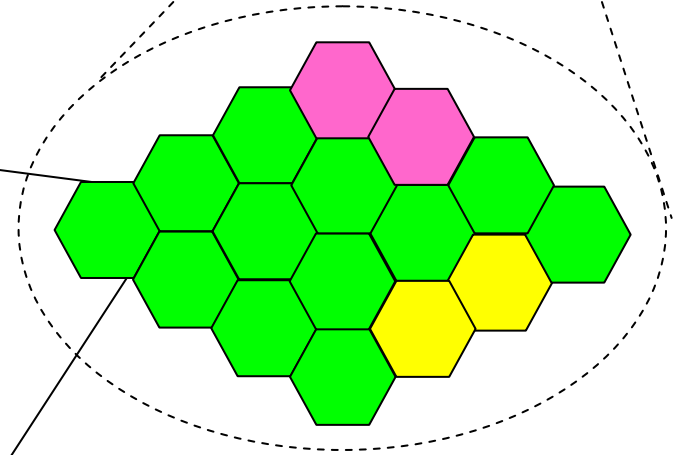
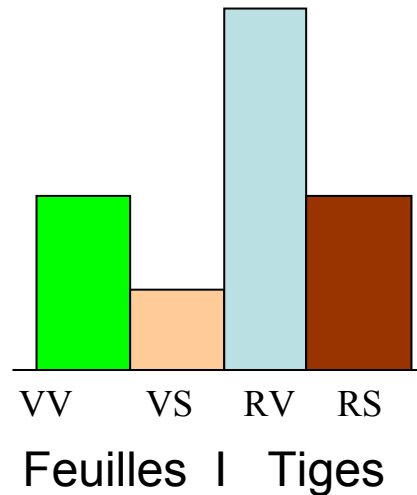
Sous-modèle Social

Le sous-modèle Végétal

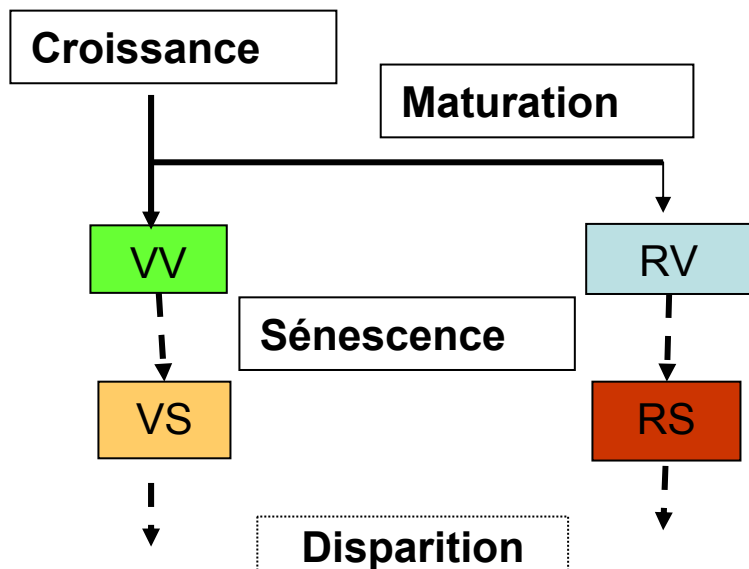
Cartes de végétation



Cellules Hexagonales
de 0.1 m^2



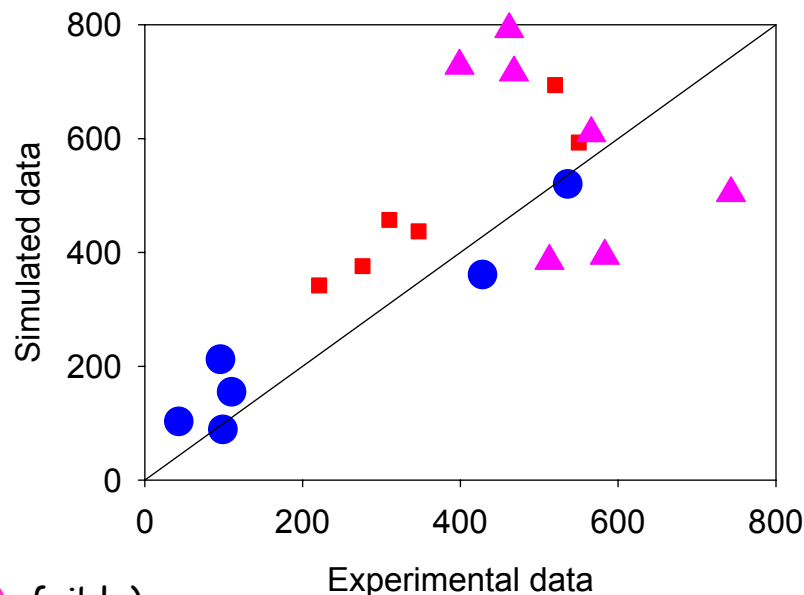
- Dans chaque cellule, le **fonctionnement** de la végétation est simulé par la **quantité de matière** qui le traverse.



✓ La croissance de la végétation intègre les variations saisonnières

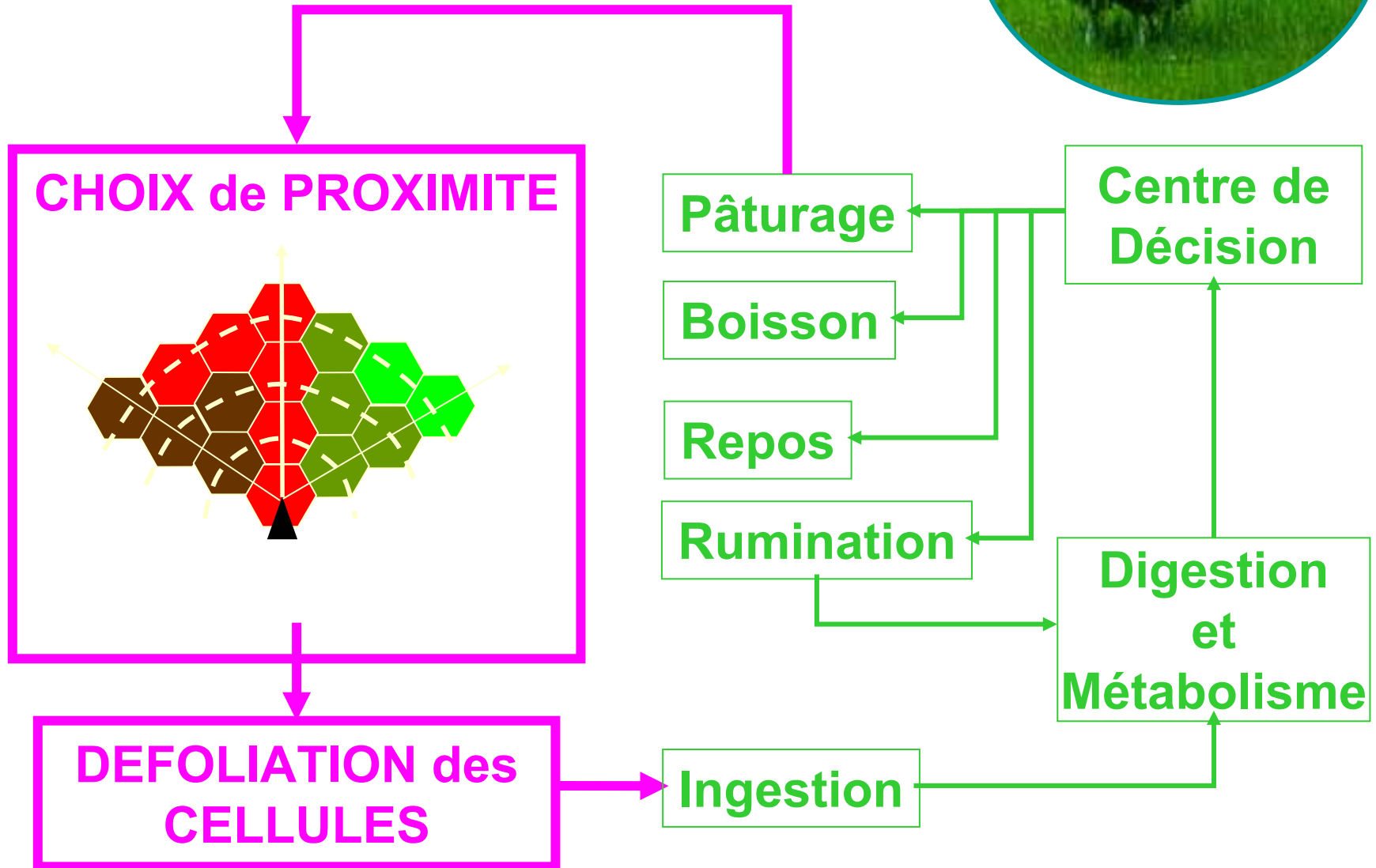
✓ Les sorties du modèle végétal (quantité et qualité) sont les entrées du modèle animal.

- **Validation du modèle** = comparaison avec des données mesurées sur le terrain.



Exploitation (● forte, ■ moyenne, ▲ faible)

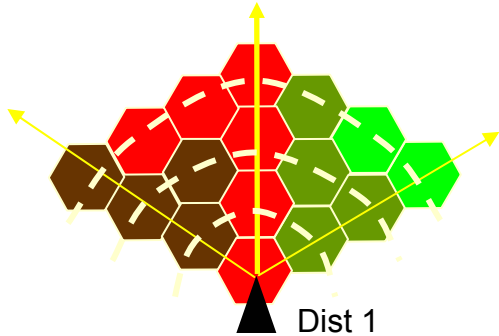
Le sous-modèle de l'animal



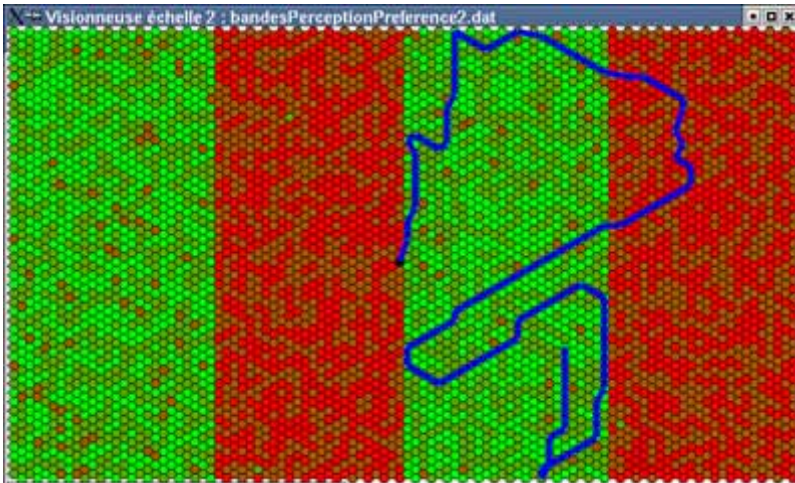
❖ Comprendre les mécanismes des choix des animaux au pâturage

➤ Simulation des choix de proximité

$$\text{Probab Choix} = \text{Qualité}^a * \text{Dist}^b * \text{Dir}^c$$

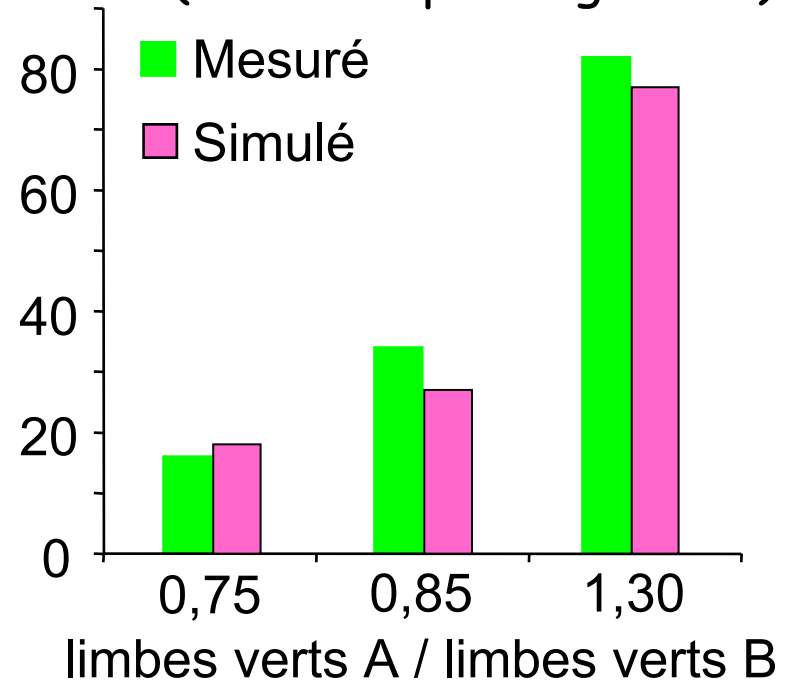


➤ Simulation d'un trajet



➤ Validation de la fonction choix.

Choix pour le couvert A
(% du temps d'ingestion)

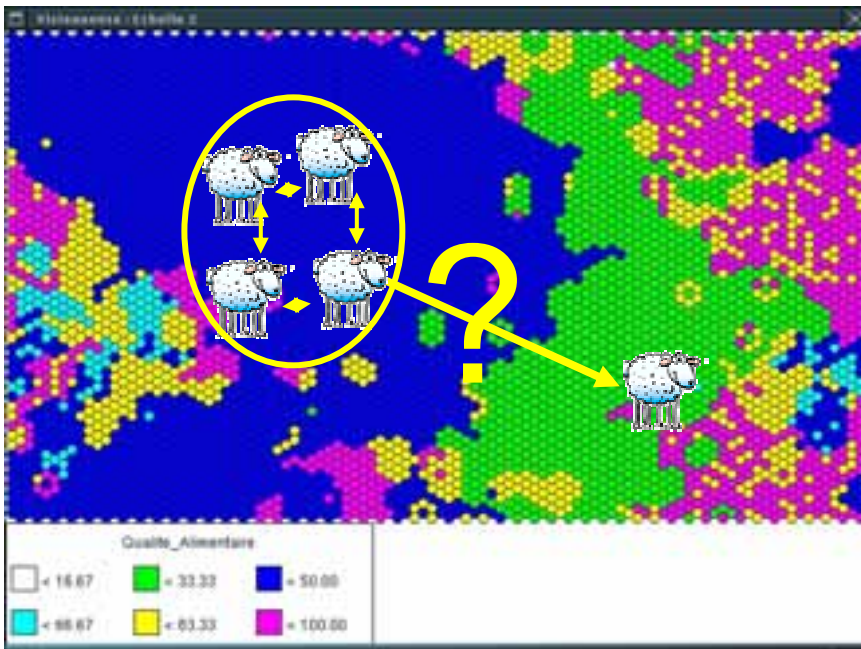
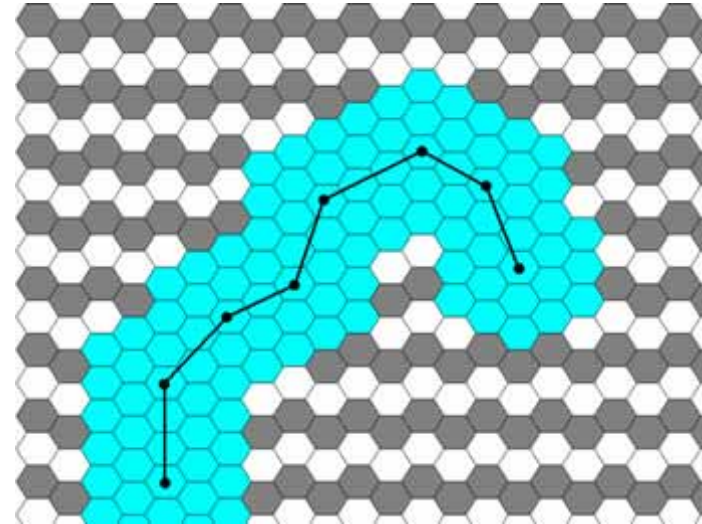


Baumont *et al.* (2004)

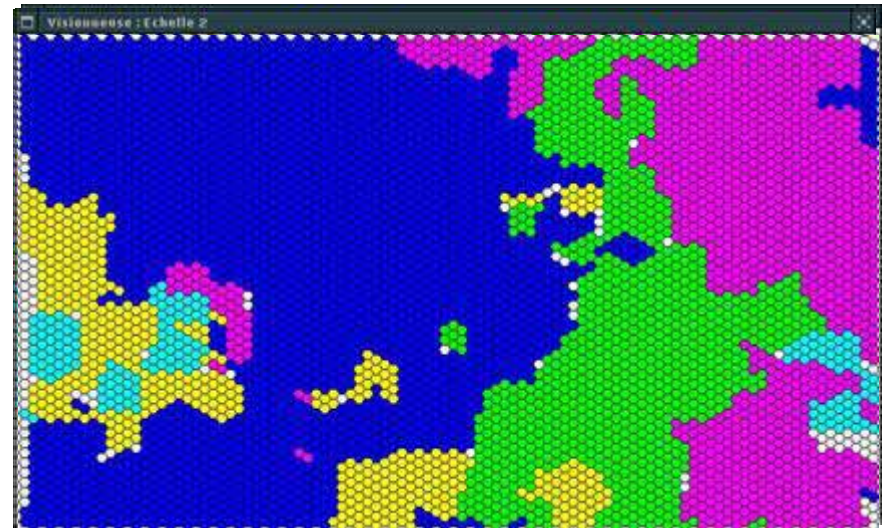


Le sous-modèle social

❖ Simulation de la mémoire spatiale de l'herbivore



❖ Simulation du comportement social (leadership)



Conclusions

Le modèle présenté est en cours de développement, il a permis :

1- de développer un projet pluri-disciplinaire faisant la **synthèse des connaissances** très diverses et débouchant sur un modèle conceptuel unique.

2- d'identifier les manques de connaissance et de développer des pistes de recherche :

Sur le rôle de l'hétérogénéité spatiale

Sur le rôle fonctionnel de la diversité

Sur l'importance des comportements sociaux.

3- d'identifier des mécanismes de régulation clef dans le fonctionnement long terme du système :

Sur le rôle de l'herbivore dans recyclage des nutriments

Sur le rôle de l'exploitation non homogène de la parcelle sur la dynamique de la végétation

4- de développer un outil de recherche pour tester de nouvelles hypothèses = « **expérimentation virtuelle** »

