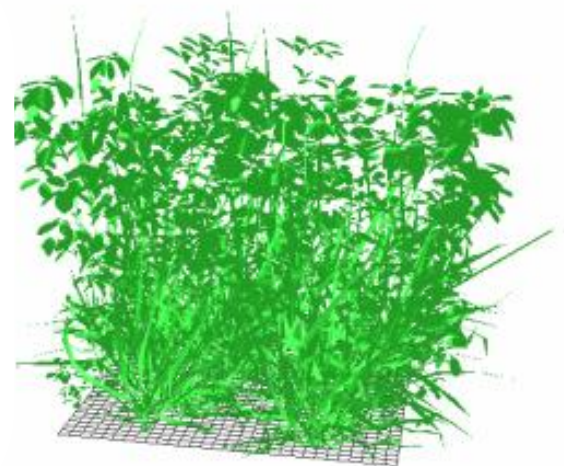


Modélisation individu-centrée des couverts multi-espèces: l'exemple de “*Virtual Grassland*” pour les communautés prairiales semées

G. Louarn, A. Escobar-Gutiérrez, V. Migault, L. Faverjon, D. Combes

INRA, URP3F, Lusignan, France



Contexte

- Agro-écologie et diversification :

-> Adapter les cultures pour faire face aux **nouveaux enjeux** de l'agriculture et au CC



Association de cultures / variétés

-> couverts complexes

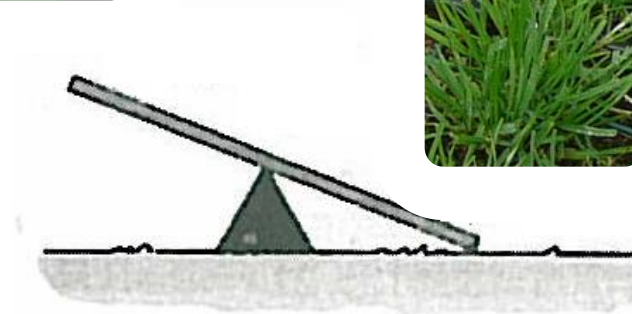
-> problématiques de
gestion / d'amélioration
variétale à revisiter

- Les prairies, permanentes et semées, hébergent une diversité **inter-** et **intra-spécifique importante**



Contexte

- Les **propriétés de l'écosystème prairial** et sa **valeur d'usage** sont liées à l'abondance et la persistance des différents constituants (e.g. %légumineuses et teneur en N / rendement, *Finn et al. 2013; Louarn et al. 2014*)
- Les caractéristiques des Graminées et des Légumineuses qui maximisent la valeur d'usage **changent en fonction du milieu** (disponibilité en eau: *Fayolle 2008; Bernard-Verdier et al. 2012*)



**Modéliser, un
complément à
l'expérimentation**

Objectifs du modèle Virtual grassland

- Les modèles individu-centrés (IBMs – collection d'individus en interaction) permettent de prédire la dynamique de communautés complexes (*Judson, 1994; Berger et al., 2008*) (*Schwinning & Parsons 1996a; Soussana et al. 2000*)



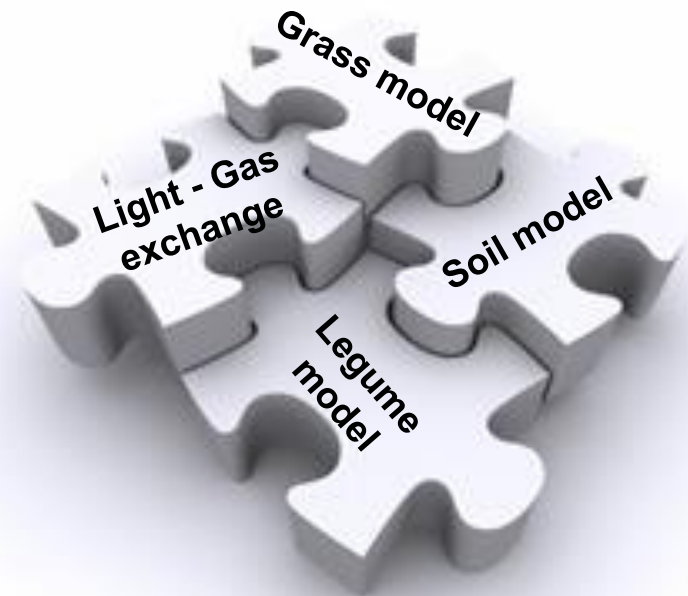
Virtual Grassland

- développer des IBMs simulant la le croissance et le développement des principales espèces de graminées et légumineuses
 - aérien/racinaire
 - en réponse à N / H₂O / rayonnement
-
- ➡ Prédire les effets des interactions entre composantes (competition / facilitation) et de la gestion sur la dynamique et la VA
 - ➡ Mieux comprendre les liens entre évolution génétique et évolution de la VA (rôle des diversités inter- / intra-)
 - ➡ Aider à la définition de nouveaux assemblages / nouveaux idéotypes

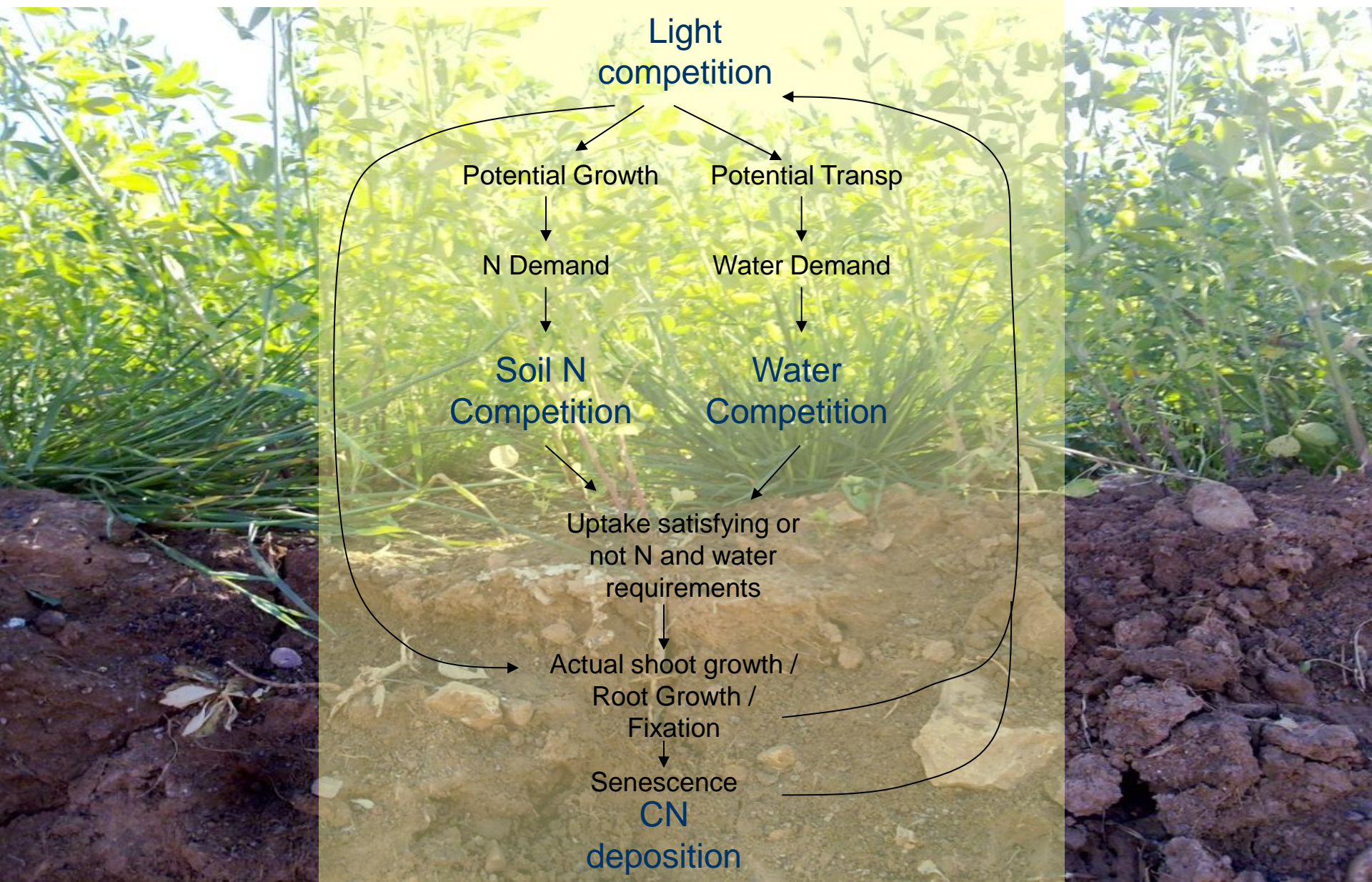
Structure du modèle Virtual grassland



- Deux modèles de morphogenèse génériques
(Verdenal et al. 2008; Louarn et al. 2010; Migault et al. 2014)
- Transfert Radiatif (RATP, Sinoquet et al. 2000)
- Un modèle de sol (Brisson et al. 2009)



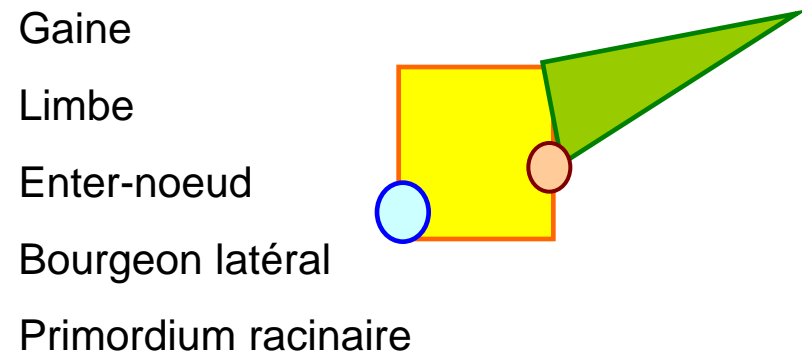
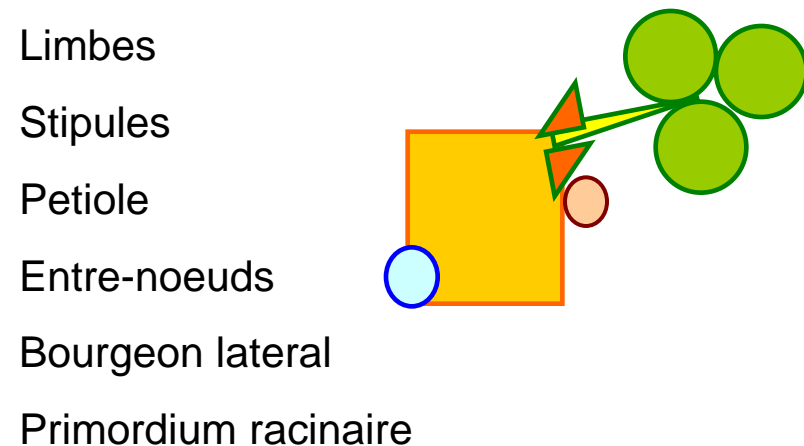
Structure du modèle Virtual grassland



Description du modèle : modules de Plante

- Basé sur le formalisme L-system (*Prusinkiewicz, 1990; L-py, Boudon et al. 2012*)
- La morphogenèse résulte du fonctionnement des apex et des zones de croissance en réponse à l'environnement local / au statut interne (INN, psib)
- Deux modèles distinctes pour rendre compte des spécificité morphogénétique des deux principaux groupes fonctionnels: graminées/légumineuses, mais un même modèle pour différentes espèces au sein d'un groupe

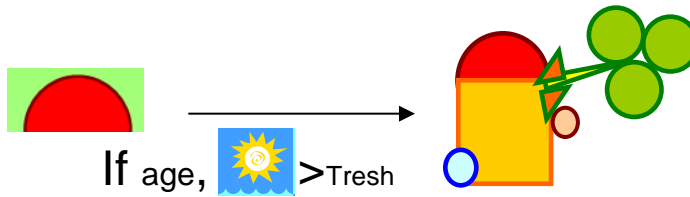
Unité structurelle de base = Le phytomère



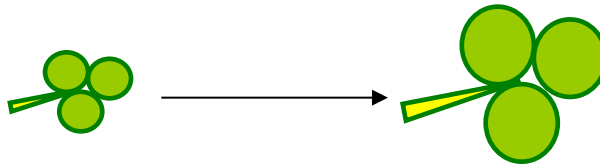
Description du modèle : modules de Plante

Règles de production

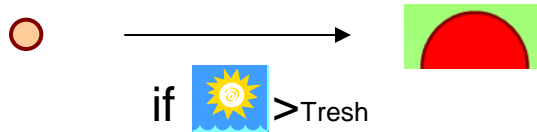
Organogenese



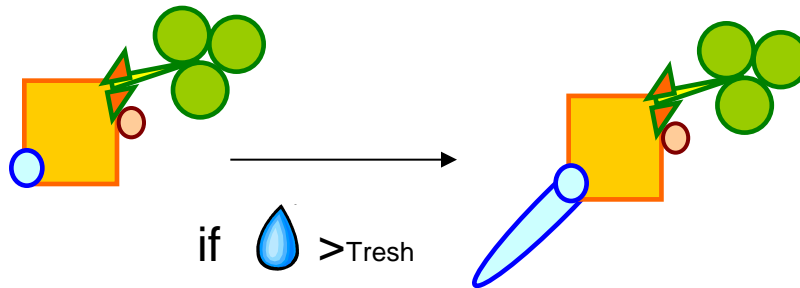
Croissance



Ramification

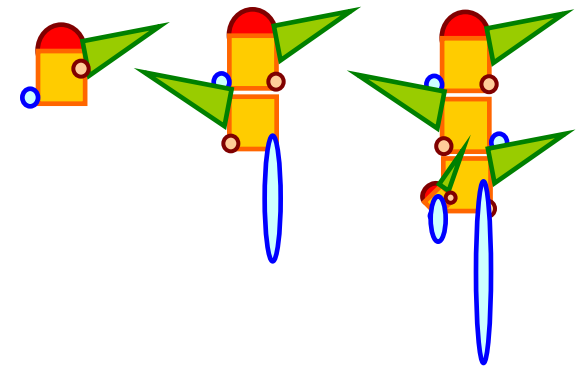


Racine nodales



...

topologie



+ géométrie



Description du modèle : modules de Plante

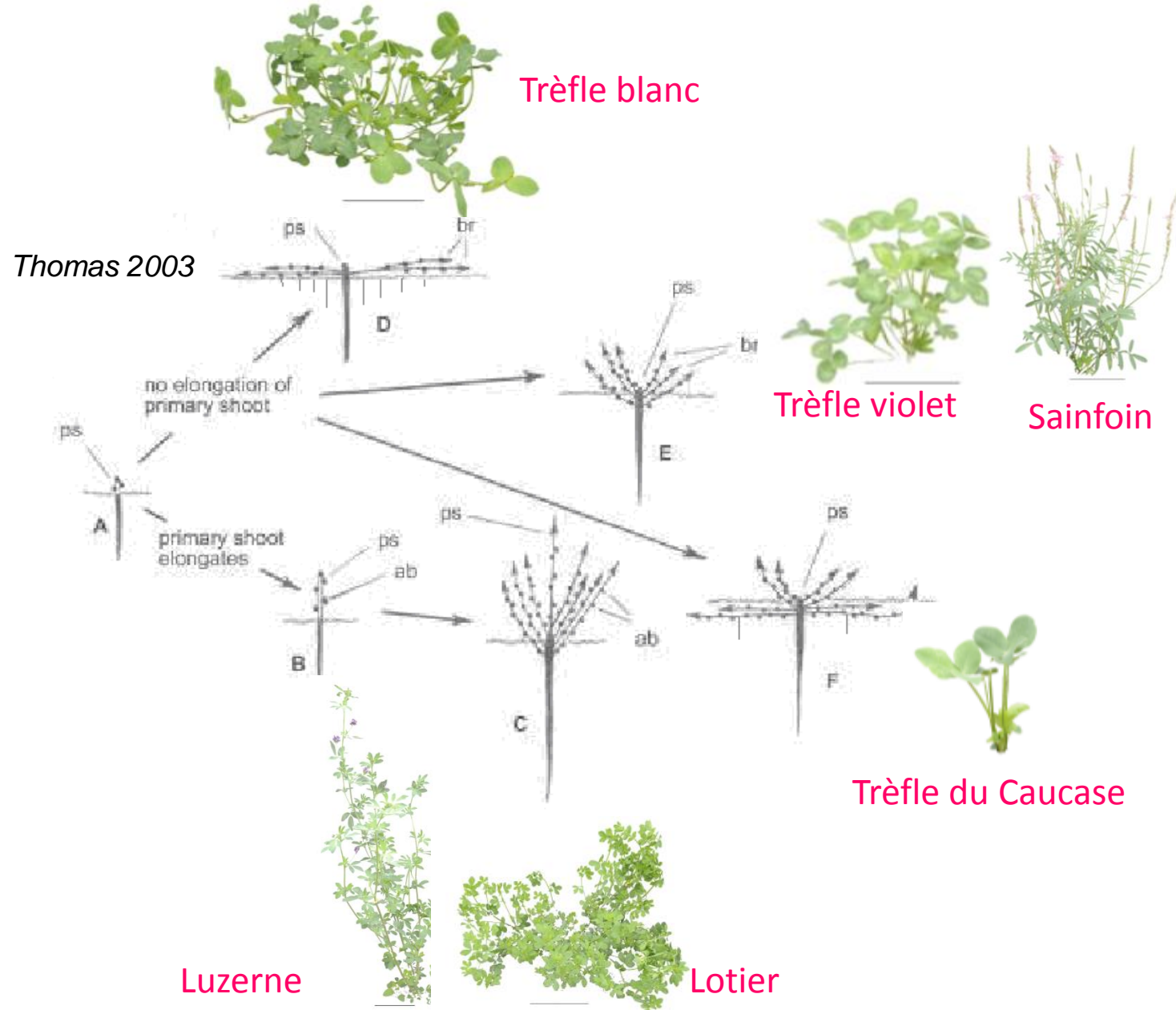
- Permet de générer des morphotypes de plantes contrastés



Diversité du
Ray-grass

Description du modèle : modules de Plante

- Permet de générer des morphotypes de plantes contrastés

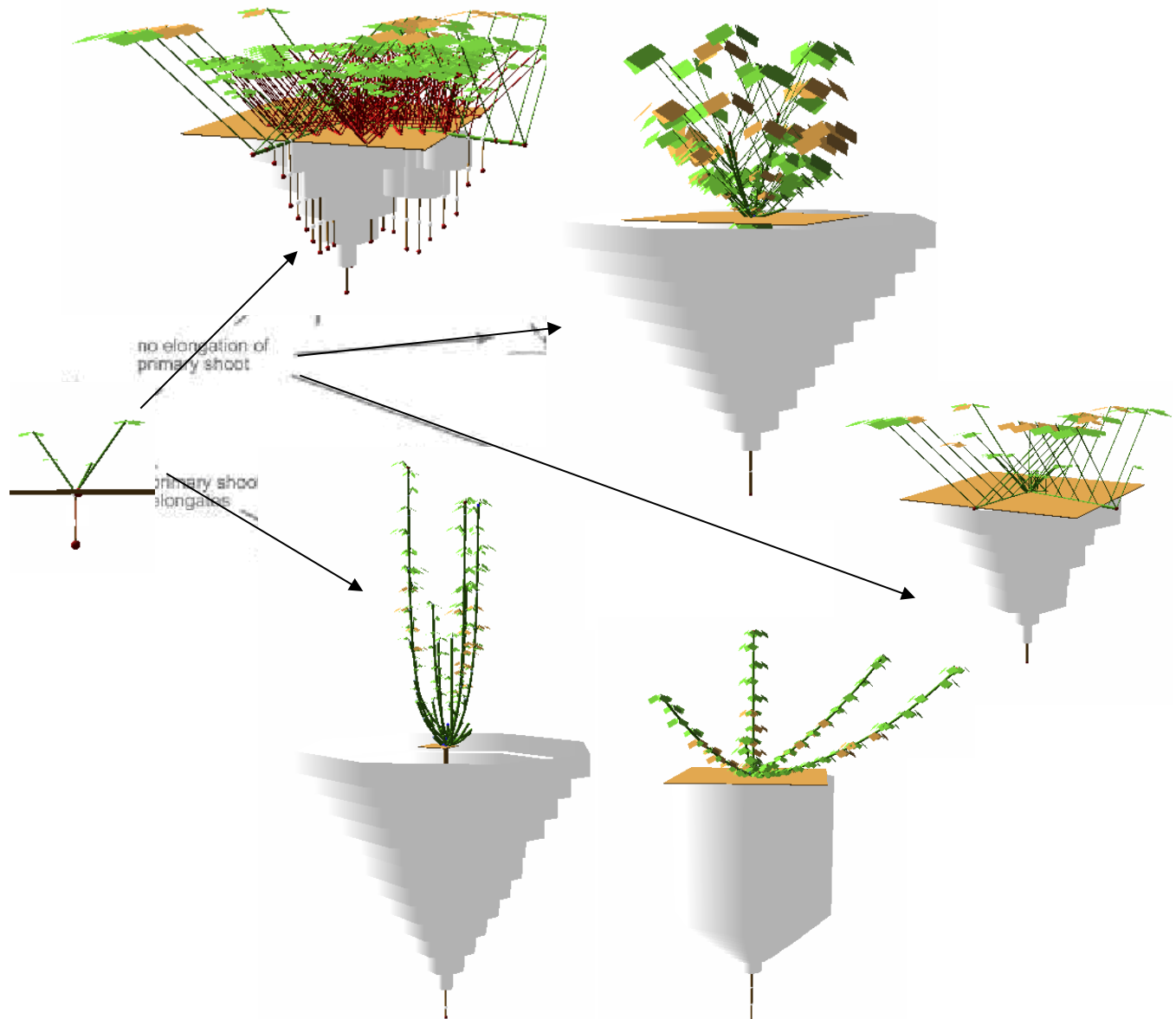


Diversité au
sein des
légumineuses
fourragères

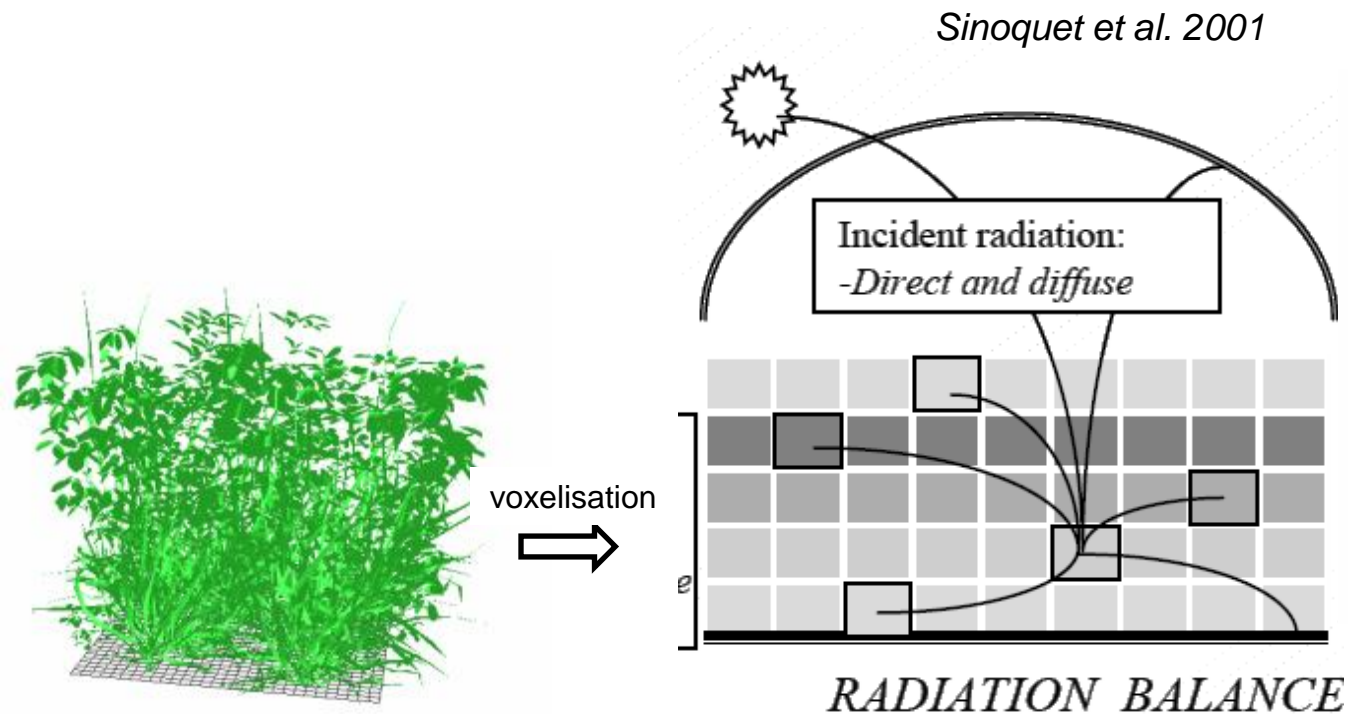
Description du modèle : modules de Plante

- Permet de générer des morphotypes de plantes contrastés

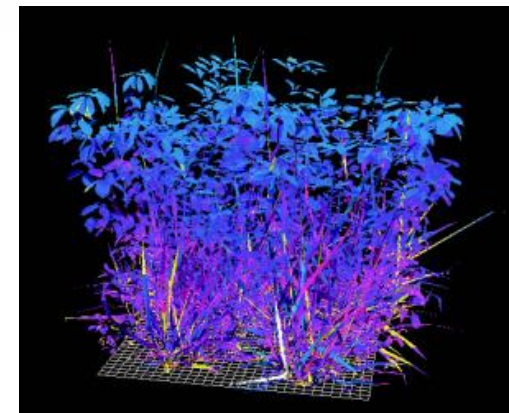
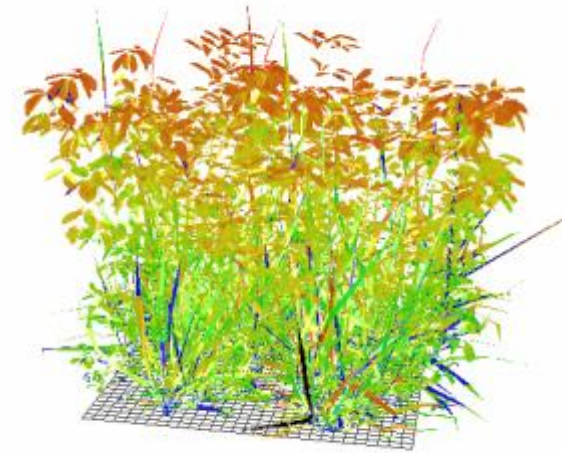
Diversité au
sein des
légumineuses
fourragères



Description du modèle : module de transfert radiatif



PAR interception

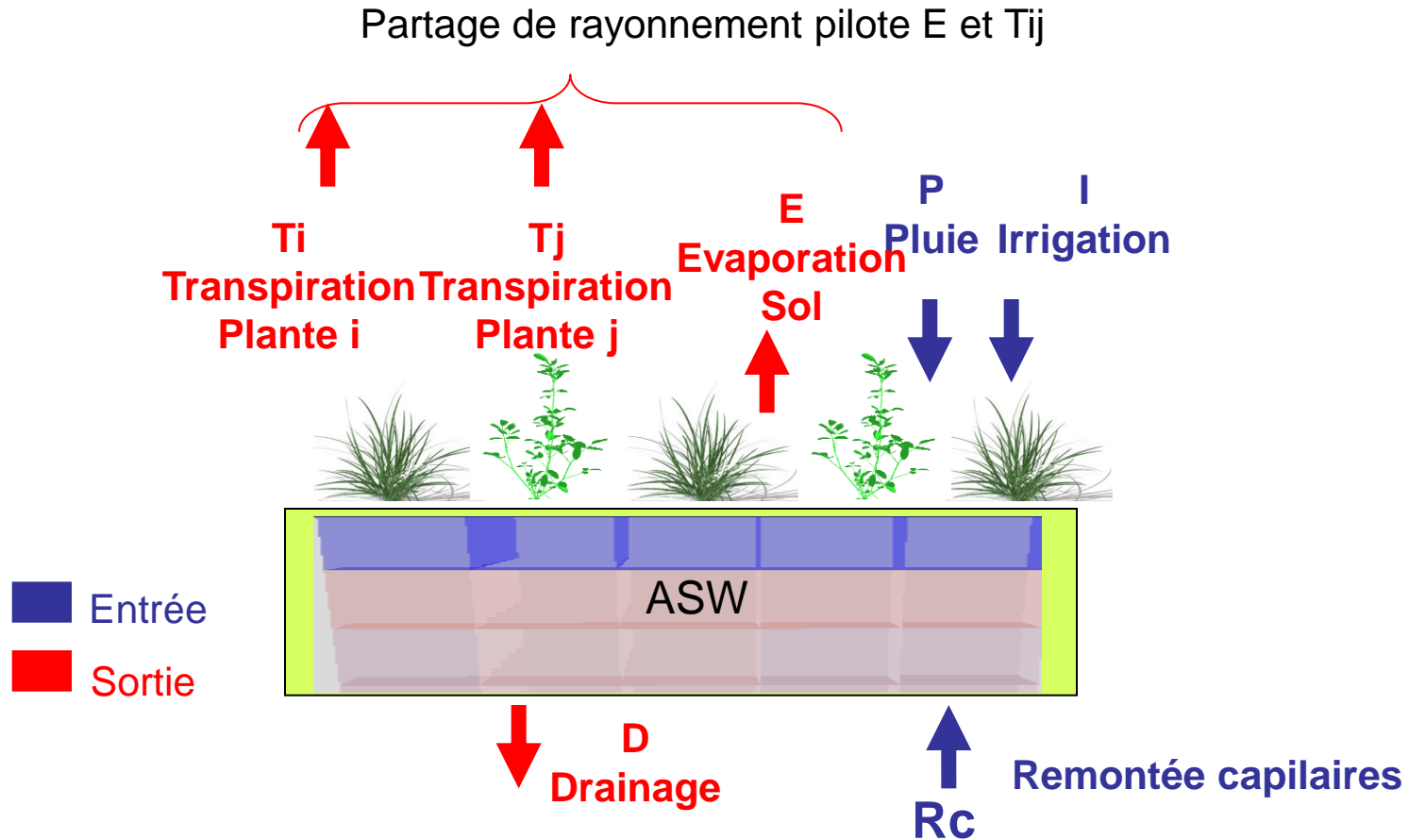


+Morphogenetically Active
Radiation

Escobar-Gutiérrez et al. 200

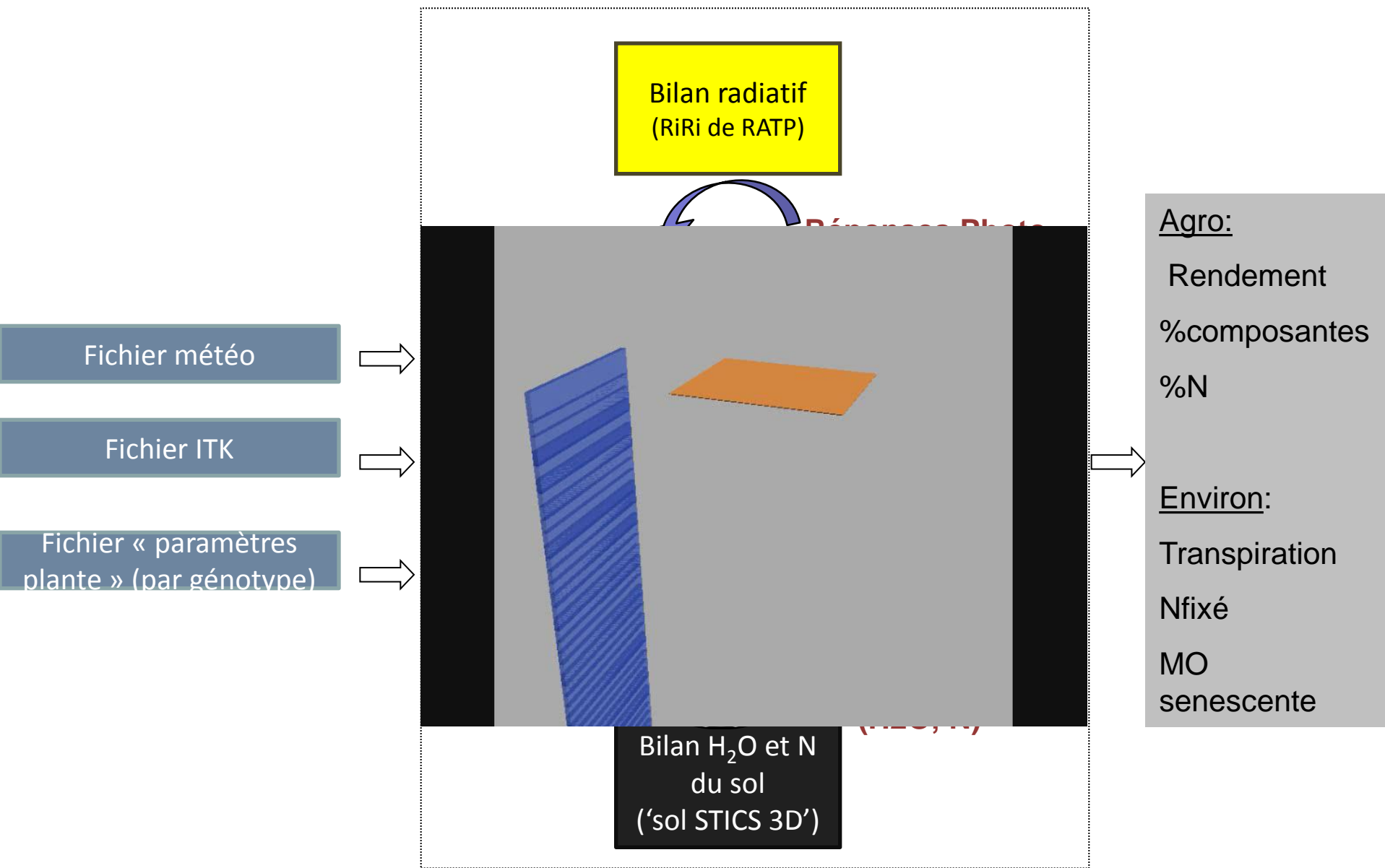
Description du modèle : module de sol

- modèle multi-couches de STICS étendu à grille 3D (pas de flux latéraux)
- Bilan hydrique : simple approche « déversoir »



$$ASW_j = ASW_{j-1} + \text{Pluie efficace} + I + R_c - \sum T_i - E - D$$

Sorties du modèle

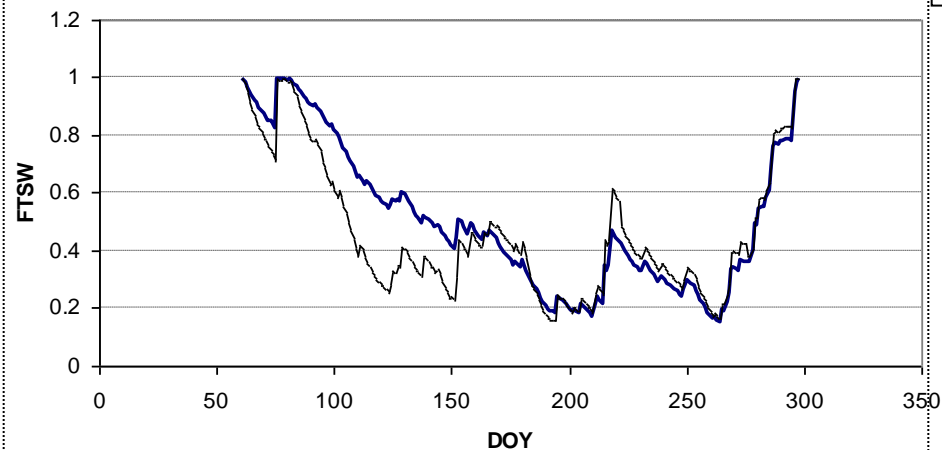
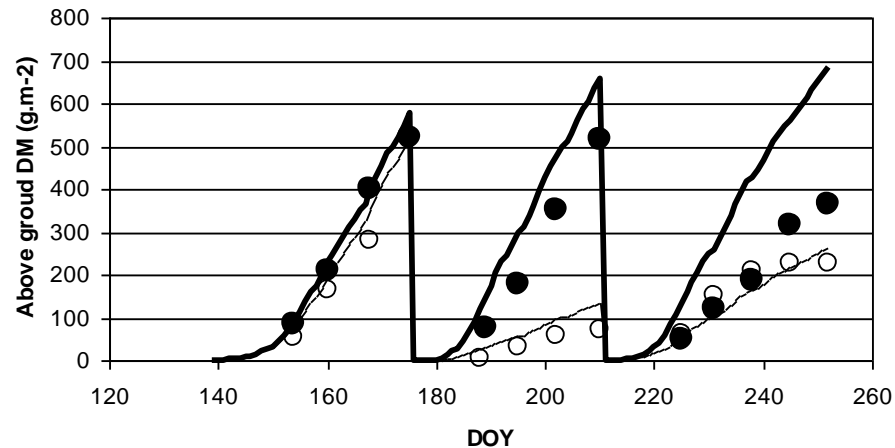


Sorties du modèle

Fichier météo

Fichier ITK

Fichier « paramètres
plante » (par génotype)



Agro:

Rendement

%composantes

%N

Environ:

Transpiration

Nfixé

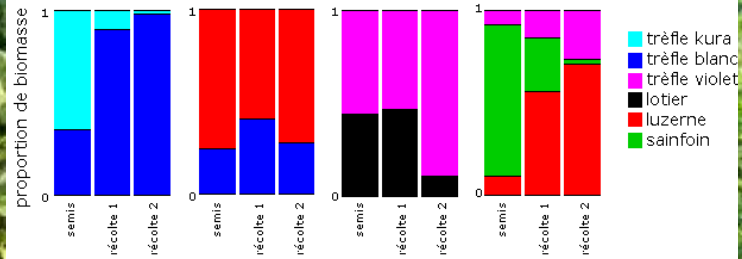
MO

senescence

Utilisations actuelles du modèle

- Analyse des déterminants morphogénétiques de la persistance des légumineuses dans les prairies multi-espèces

(Thèse Lucas Faverjon)



Utilisations actuelles du modèle

Développement des axes



Trèfle blanc



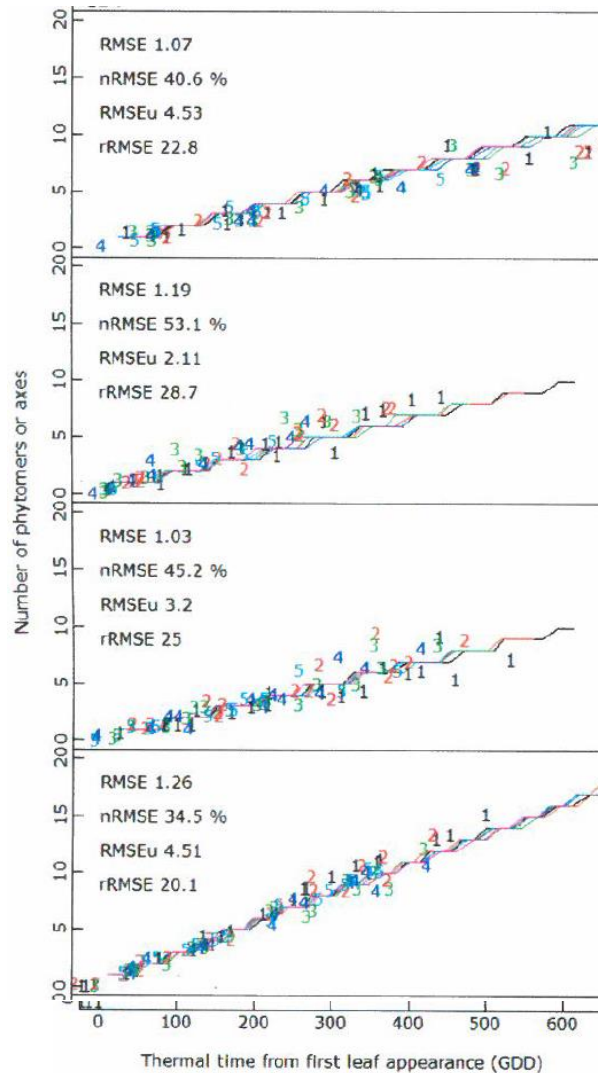
Trèfle violet



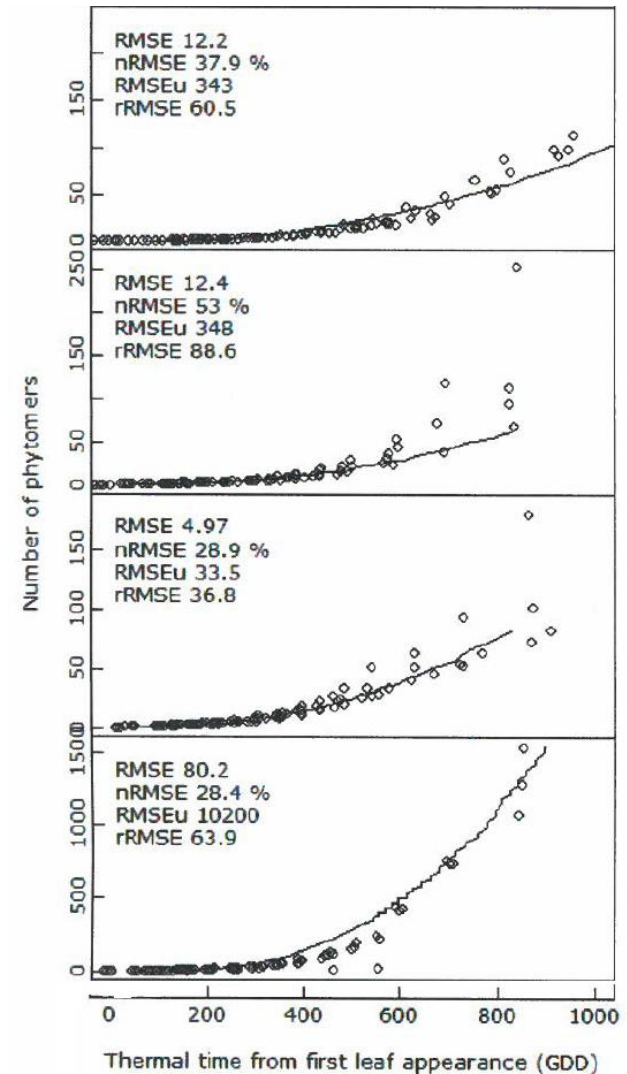
Sainfoin



Lotier

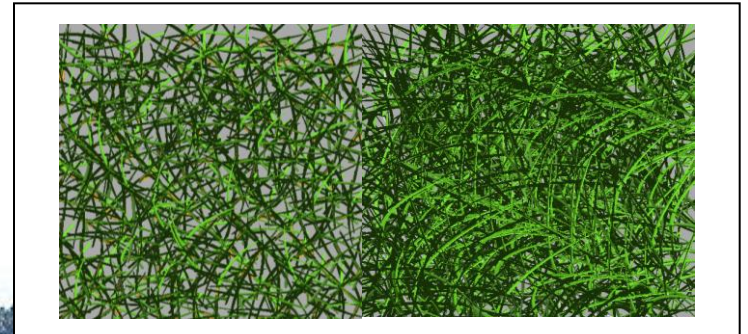


Surface foliaire



Utilisations actuelles du modèle

- Projet ANR PRAISE (Amélioration génétique des PRAiries SEmées face aux aléas climatiques : valorisation de la diversité)
 - Effets de la **compétition** et de la **défoliation** sur l'évolution génétique de populations de Ray-grass anglais (Présentation D. Combes)



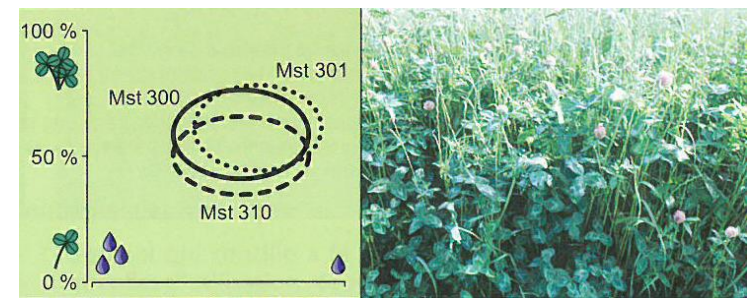
Conclusions

- Un modèle de recherche encore en cours de développement et de validation
- Des expérimentations conduites pour évaluer sa capacité prédictive en prairies multi-spécifiques



-> Aide à la définition d'assemblage d'espèces

-> Définition d'idéotypes



Merci de votre attention!

Remerciements:

(URP3F) A. Eprinchard, S. Carré, A. Philiponneau, J.P. Terrasson, E. Rivault
(Virtual Plant) C. Pradal, F. Boudon
(EGC) R. Barillot



<http://openalea.gforge.inria.fr/wiki/doku.php?id=packages:ecophysio:grassland>

