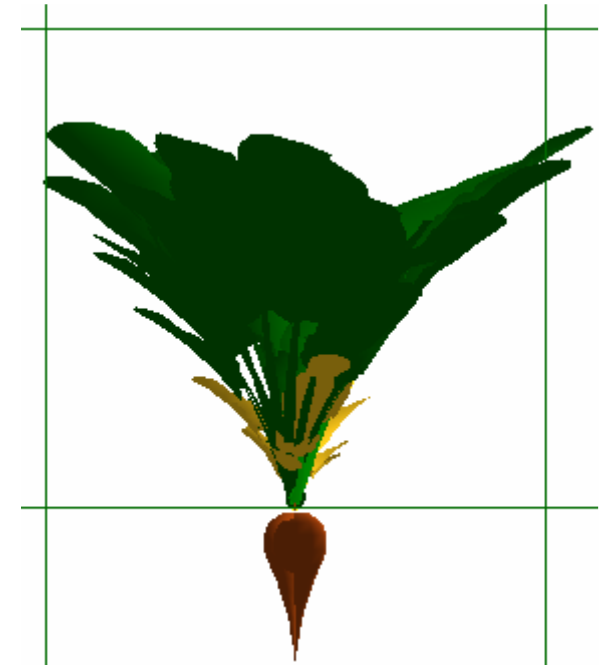


Modélisation d'une culture de betterave avec le modèle d'architecture GreenLab



Résultats et attentes



INRIA



Les expériences de modélisation à l'ITB

- Sucros : modélise bien la culture en conditions potentielles mais mal sous contraintes. Difficulté à reproduire le LAI en situation de stress hydrique. Forçage et optimisation non prévus dans le modèle.
- Previbet

Les principales difficultés

- Pas de stades phénologiques / quelles sont les périodes sensibles aux facteurs limitants ?
- Comment prendre en compte la variabilité entre plantes ?



Intérêts d'un modèle d'architecture

- ✓ Les plantes sont constituées d'un ensemble d'organes foliaires dont le développement et la croissance sont décalés dans le temps et subissent des environnements climatiques et des niveaux de ressources (notamment lumineuses et hydriques) variables. La réponse à un stress ne peut donc pas être affectée à la surface foliaire totale.
- ✓ Les mesures à l'échelle du compartiment (LAI, biomasse foliaire, biomasse racinaire) ne sont pas des données primaires, mais le résultat d'un fonctionnement complexe (confusion d'effets).
- ✓ L'architecture d'une plante est le résultat de la compétition pour la biomasse entre les organes. Elle garde la mémoire de l'historique des relations offre / demande pendant la croissance de la plante. L'enjeu d'un modèle architectural est alors de remonter au fonctionnement de la plante par optimisation en observant la structure du couvert.



Le projet Greenlab betterave

- 2006 : Étude de faisabilité et calibration du modèle dans des conditions normales de culture
- 2007 : Étude de la variabilité des paramètres du modèle dans des conditions environnementales variées (thèse de Sébastien Lemaire)

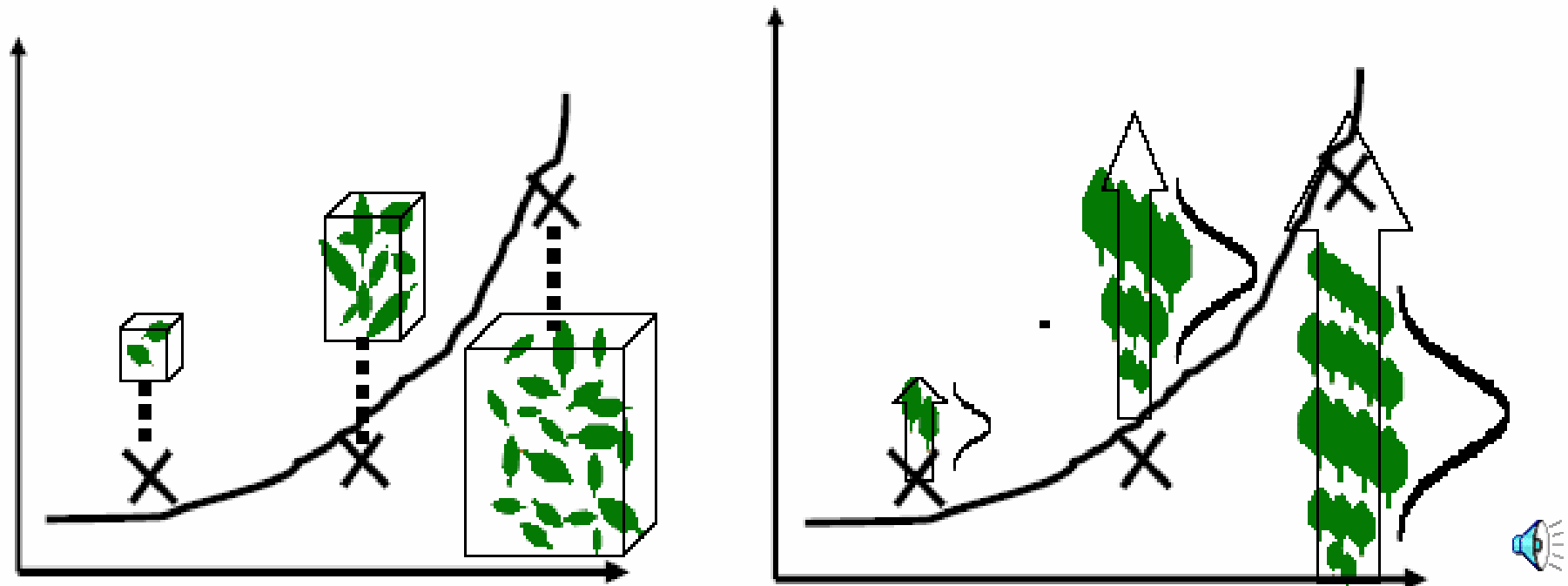
Réponses attendues au début de l'étude :

- ✓ Est-on plus précis à l'échelle de l'organe qu'à l'échelle du compartiment pour modéliser l'effet des stress ?
- ✓ Comment sont modifiées les relations SP au sein de la plante en situation de stress ?
- ✓ Peut-on améliorer notre compréhension des stress (comment sont modifiés le nombre d'organes, leur force de puits, leur durée d'expansion, les périodes sensibles) ? Peut-on quantifier les remobilisations d'assimilats de la racine vers les feuilles ?
- ✓ Un modèle plante individuelle. Peut-on mieux comprendre l'origine de la variabilité entre plantes ?



Prise en compte de l'architecture des plantes dans Greenlab

- Organogenèse
- Prise en compte du développement et de la croissance de chaque organe individuel
- La structure 3D de la plante n'agit pas sur le résultat du modèle. Les variables climatiques sont constantes dans l'espace.



Concepts éco-physiologiques de Greenlab-betterave

- Greenlab ne modélise pas les flux de ressources C, N, H
- Production de biomasse : équation empirique simple

$$Q_n = E_n \beta (1 - \exp(-\gamma S_n))$$

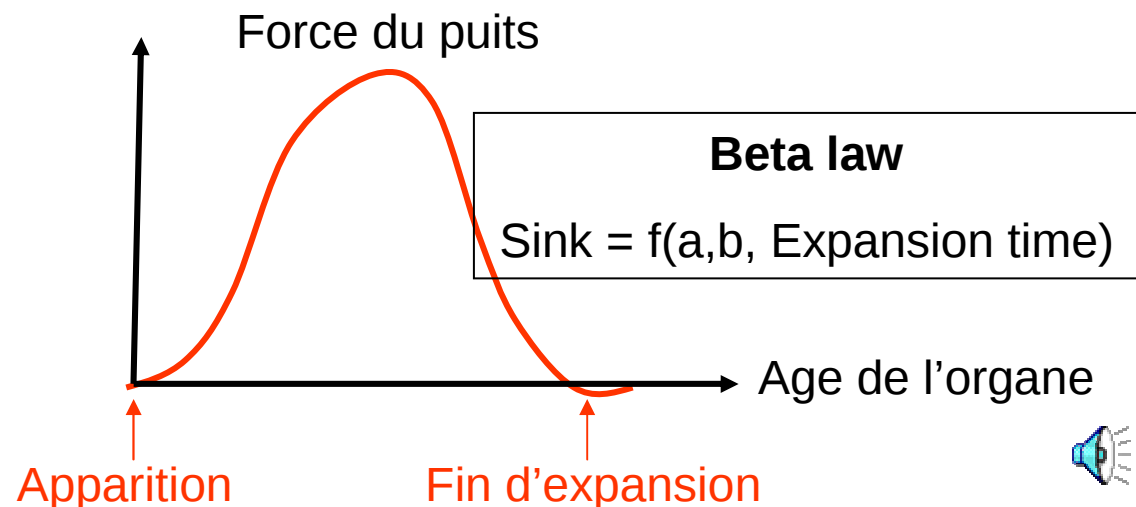
- Le pas de temps du modèle = phyllotherme
- Tous les organes foliaires non sénescents sont sources : ils produisent de la biomasse stockée dans un pool commun

- Distribution de la biomasse dans la plante

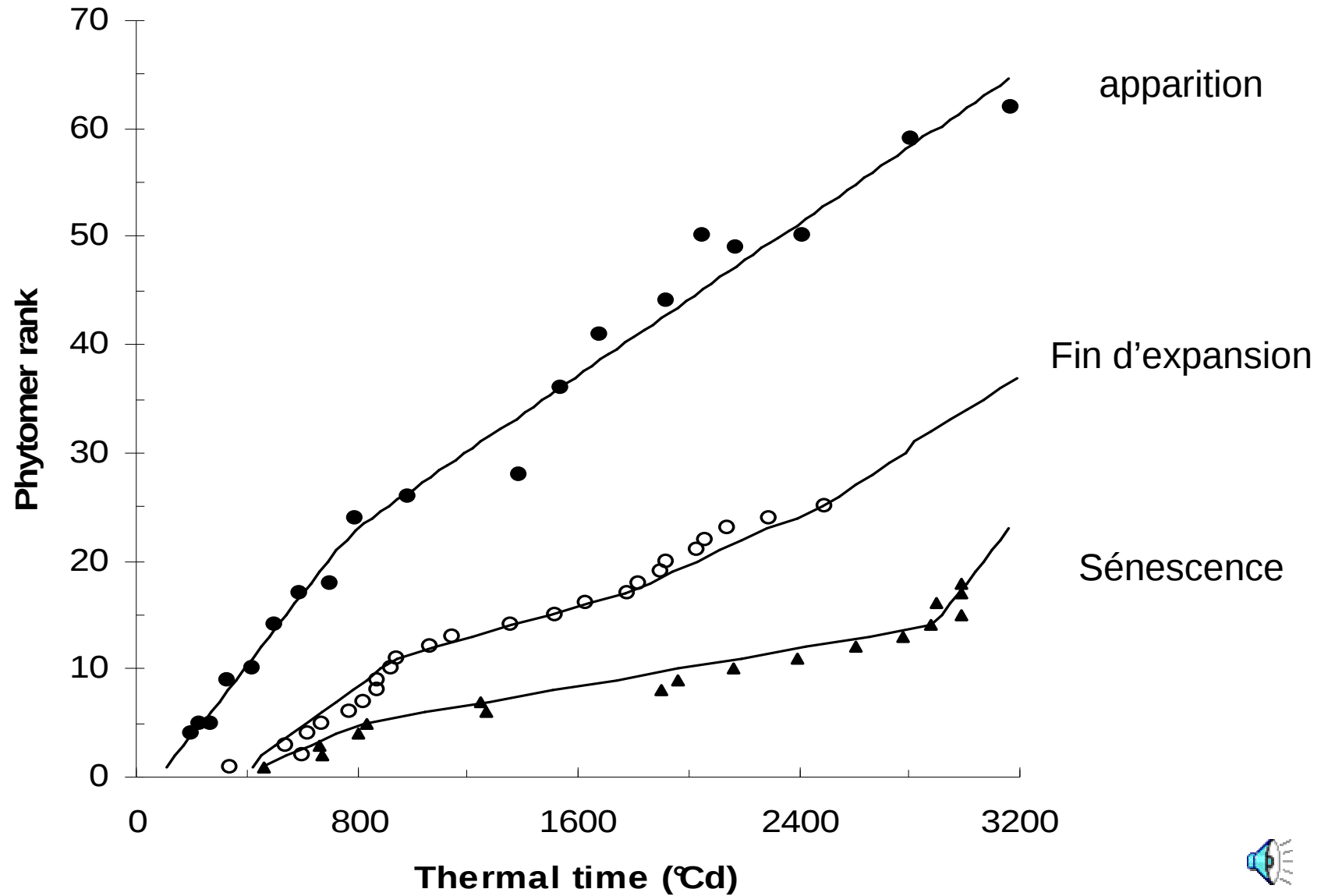
Tous les organes en expansion (racine, limbes, pétioles) sont puits : ils captent la biomasse disponible dans le pool commun en fonction de leur force de puits

3 fonctions puits à paramétrer :

- la fonction puits des limbes
- la fonction puits des pétioles
- la fonction puits de la racine



Les données d'entrée du modèle

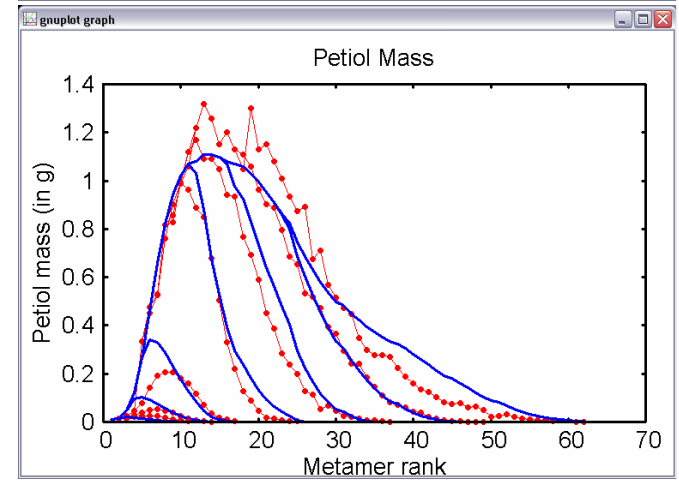
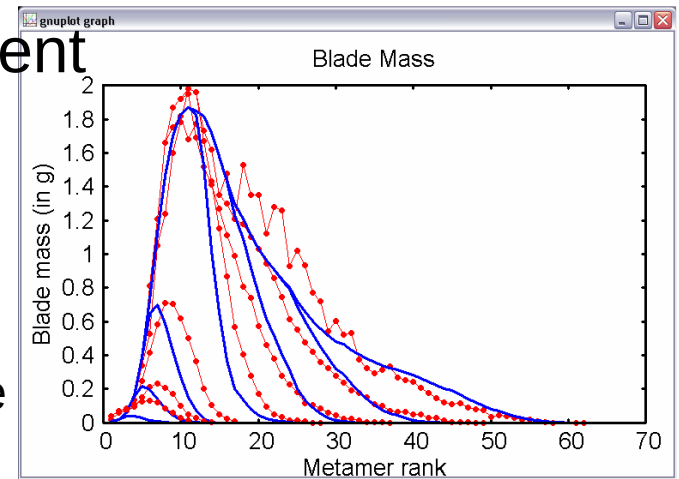
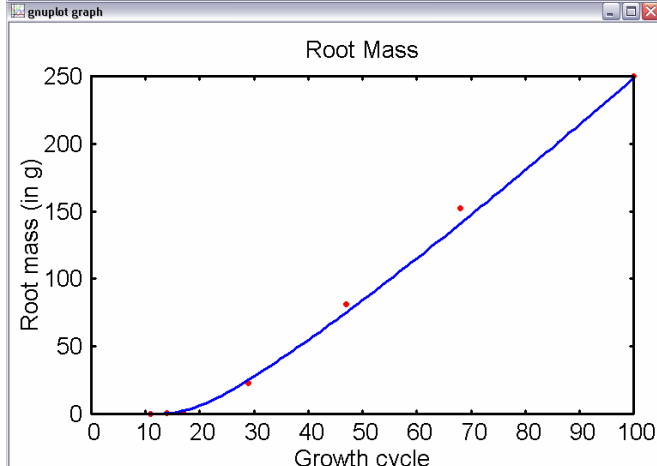
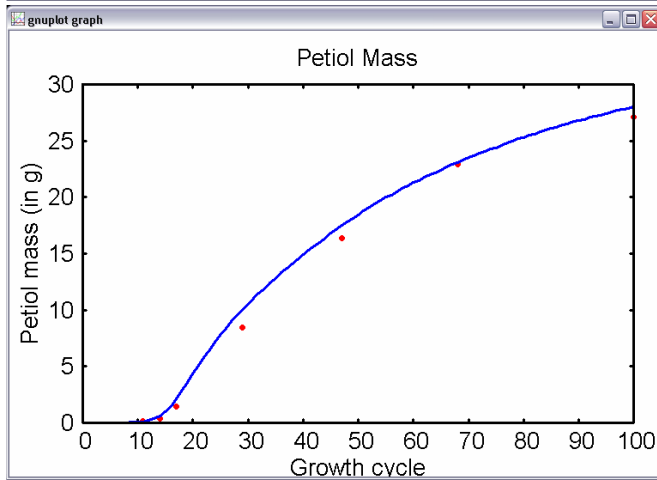
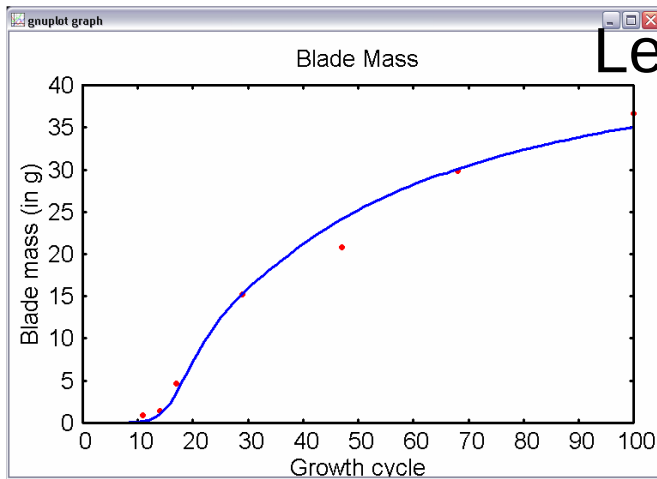


Les résultats d'ajustement

Échelle du compartiment

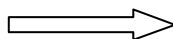


Échelle de l'organe



Première conclusion après 2 années d'expérimentations dans des conditions environnementales variées :

La qualité des ajustements permet d'utiliser dans un premier temps Greenlab comme solveur des relations source-puits.

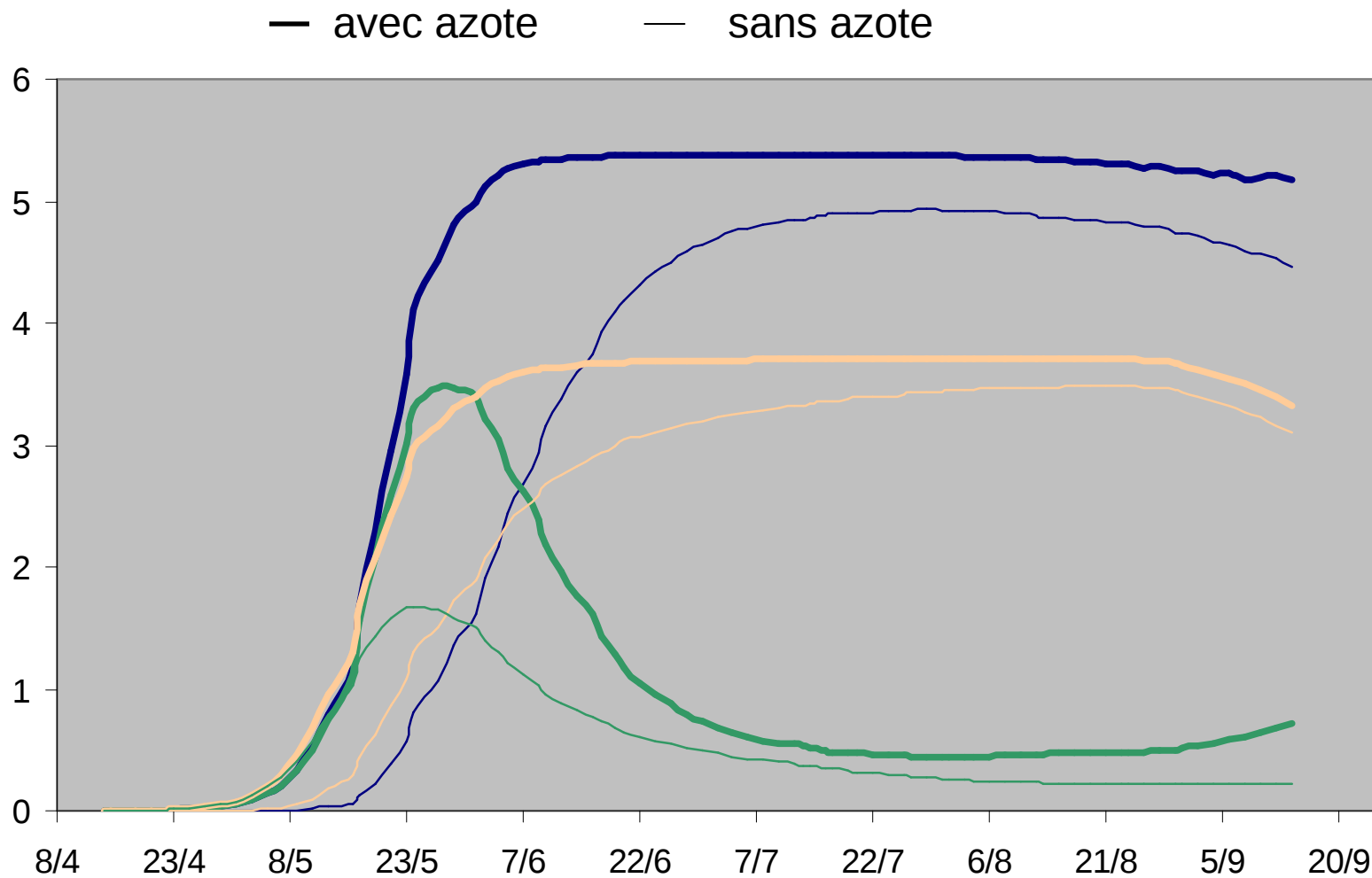


Puissant outil de compréhension du fonctionnement des plantes



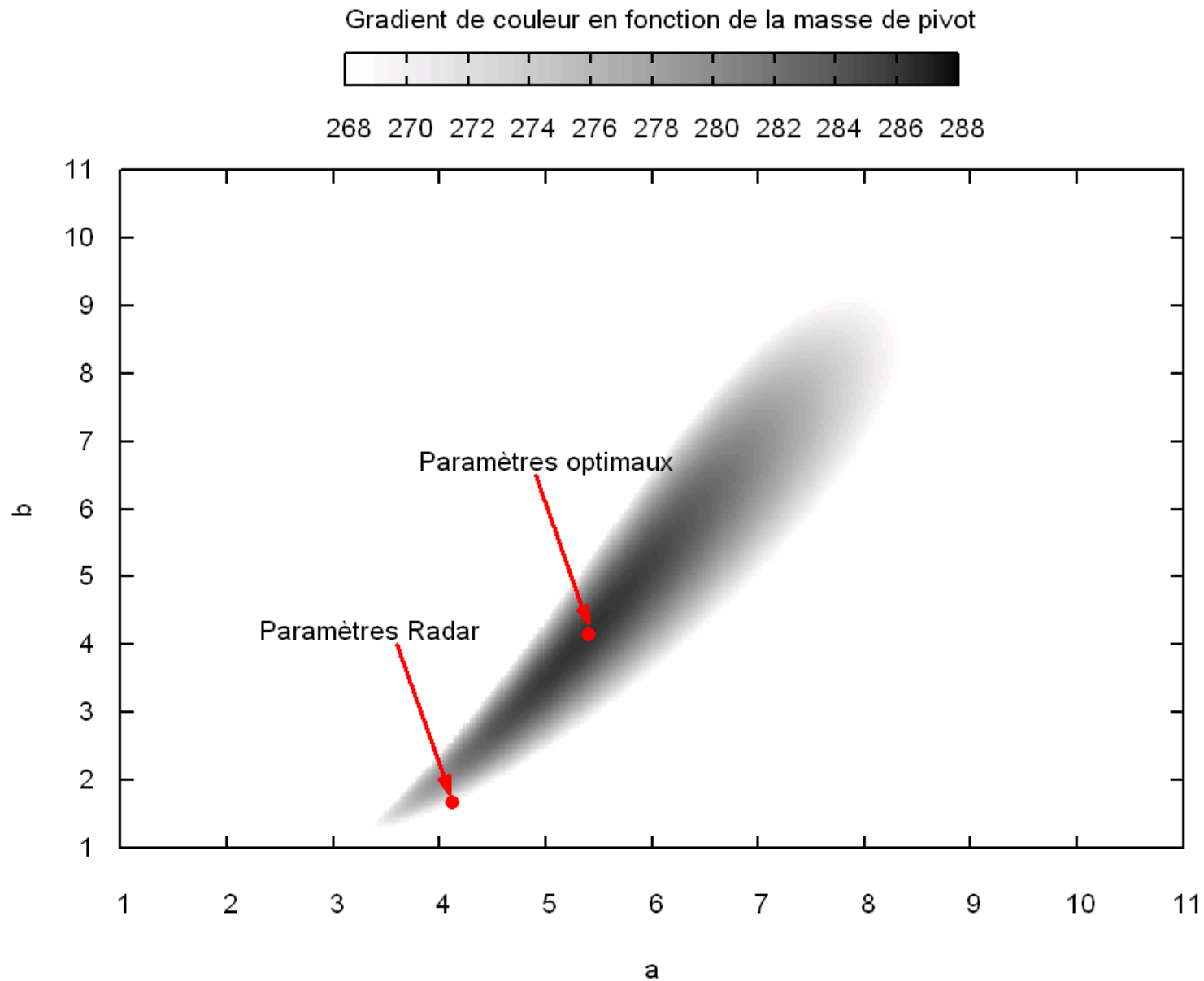
Détermination des phases sensibles aux facteurs limitants

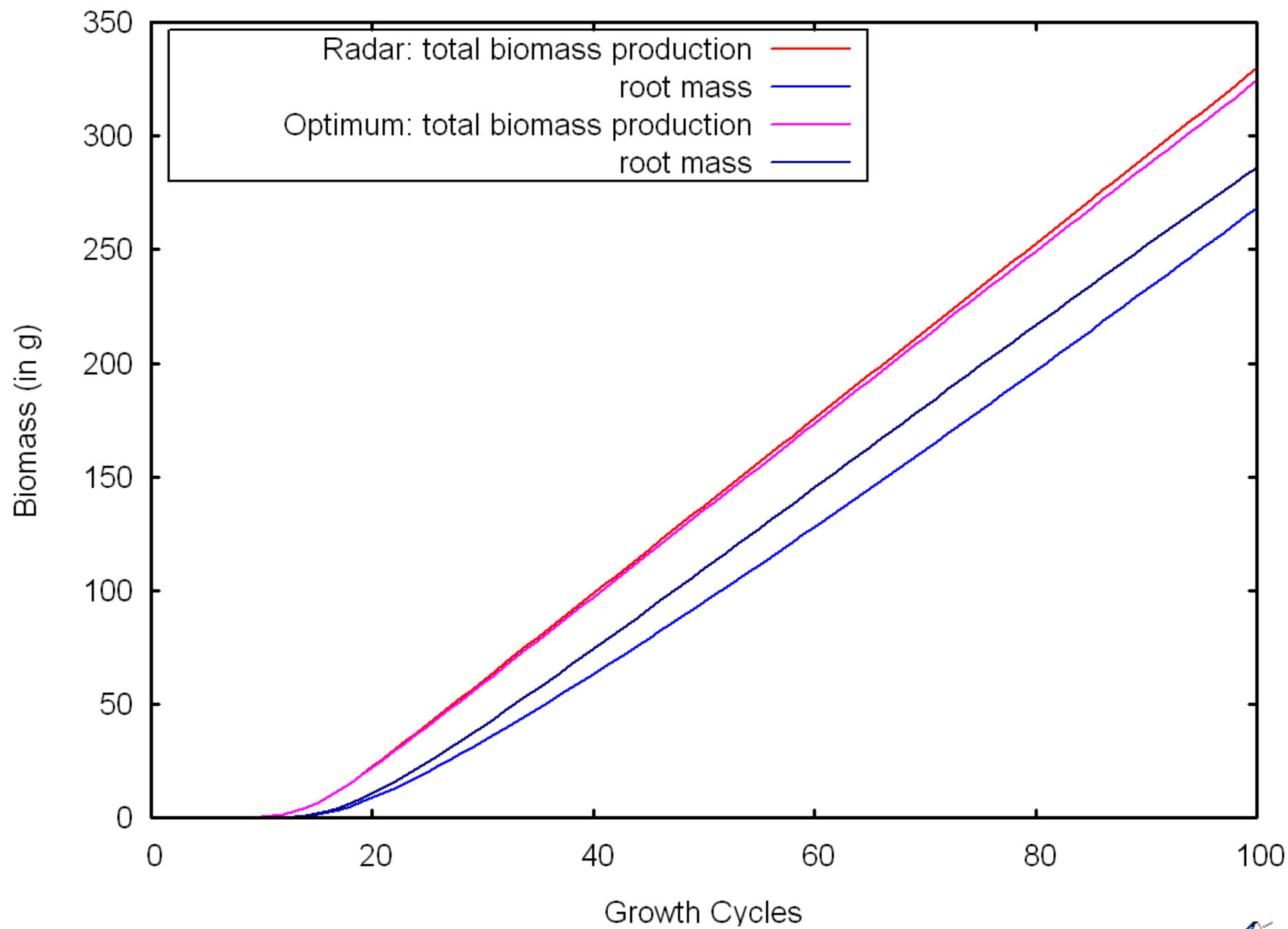
Quantité de biomasse totale néoformée chaque jour (g MS/plante) —
et sa répartition dans les feuilles — et les racines —



Utilisation de Digiplante pour définir l'idéotype

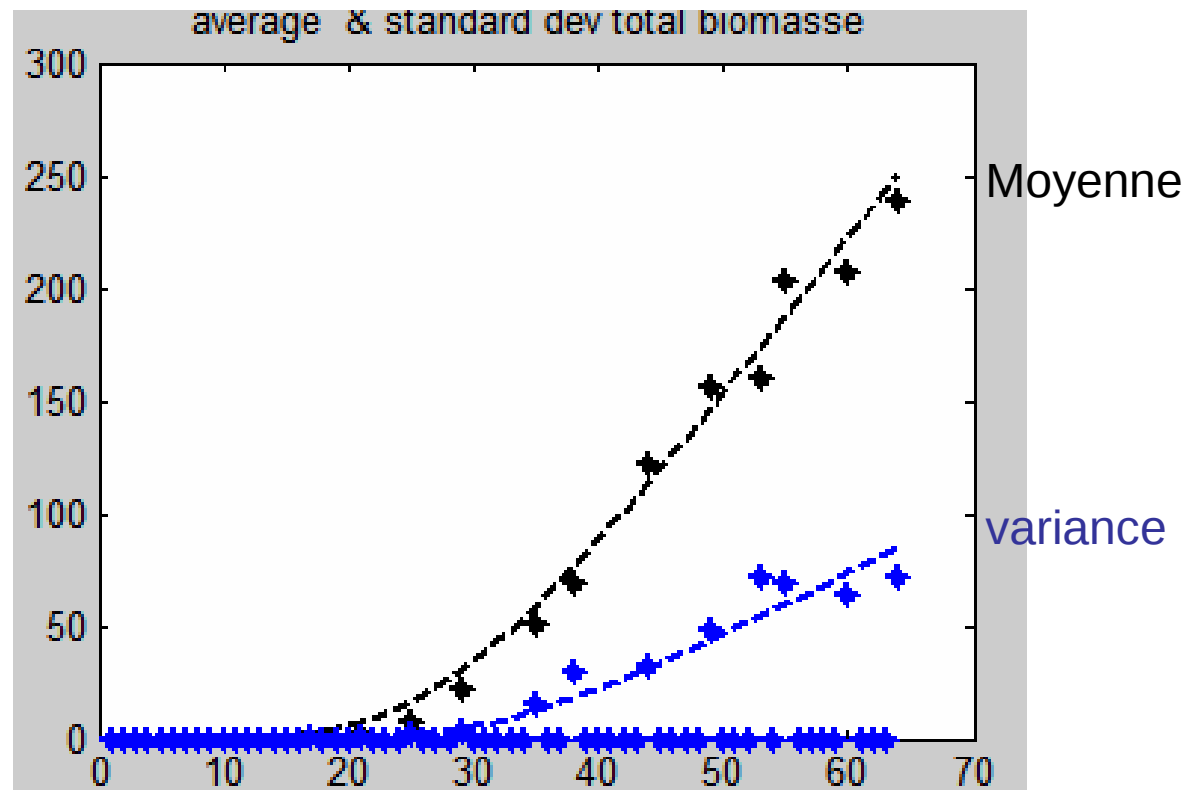
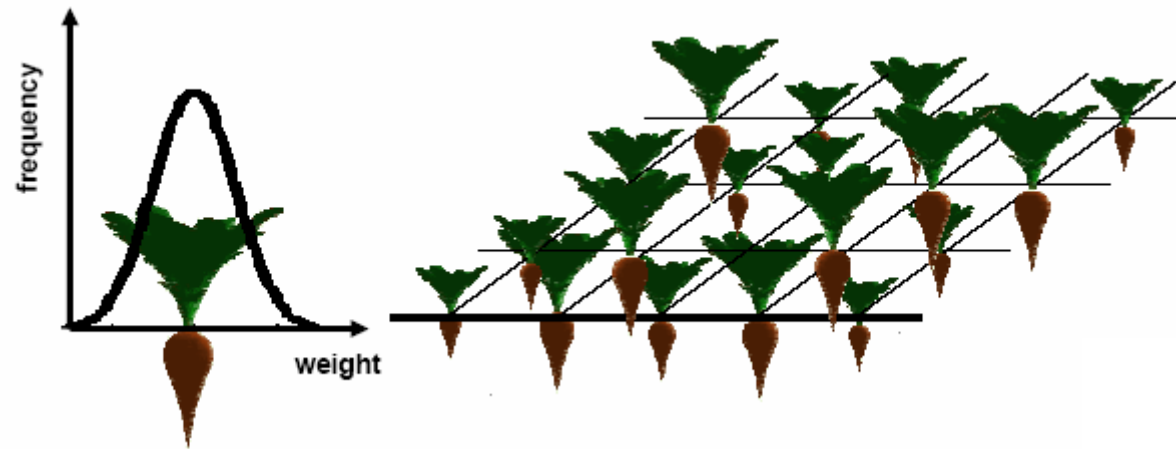
Expérimentation virtuelle





De la plante individuelle au peuplement

Travaux en cours (P. de Reffye)



Les atouts du modèle Greenlab pour l'ITB

- ✓ Des algorithmes et des méthodes d'optimisation performantes grâce à la collaboration avec l'ECP.
- ✓ Facilité d'usage : variables d'entrée facilement mesurables, temps de calcul rapides, concepts éco-physiologiques simplifiés.
- ✓ Une nouvelle manière de regarder la plante très riche d'enseignements.
- ✓ Avant Greenlab, l'ITB utilisait la modélisation comme outil décisionnel. Aujourd'hui, le modèle est également vu comme un outil d'acquisition de connaissances.
- ✓ Peut-on en faire un outil opérationnel utilisable en cours de culture ?

