Présentation du projet AgroDynaLand

exemple de couplage de modèle de simulation de cultures et de dynamique de population à l'échelle d'un paysage hétérogène et dynamique

GUILLAUME ROBALDO
INRA - UMR MIAT

26 /01 / 2017

Contexte

AnaEE-France, CNRS, INRA

- AnaEE-France (Analyses et Expérimentations sur les Ecosystèmes – France).
  - Infrastructure nationale de recherche dédiée à l'étude des écosystèmes continentaux et de leur biodiversité.

- CNRS.
  - SETE : Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale de Moulis (09).
  - Expertises sur des modèles éco-systémiques et de dispersion à l'échelle d'un paysage hétérogène.

- INRA.
  - RECORD : Plateforme informatique de modélisation et de simulation des agro-écosystèmes.
  - Approche systémique de ces agro-écosystèmes.
  - Modèles « mécanistes » souvent développés à partir de couplage dynamiques de modèles.
  - Gamme de formalismes de modélisation : Equations aux différences, Equations différentielles, Forrester, décision (opérationnelle, stratégique …).
  - Bibliothèque de modèles disponibles
  - Différents outils (VLE, GUI, lien R, Python, Web)

Objectifs

Modélisation dynamique des interactions entre biocénose et cultures.

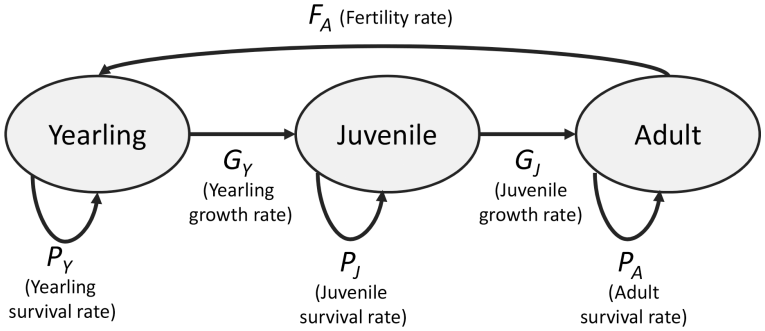
- **Interactions entre une espèce (ex : ravageurs, pollinisateurs) et des cultures (ex : colza, tournesol, soja)**
  - **Quantifier l'influence directe de la population d'une espèce sur des cultures**
    ex : abondance → biomasse → rendement
  - **Quantifier l'influence du développement de cultures sur la dynamique de population d'une espèce**
    ex : modification de la ressource → modification (croissance/dispersion) de la population

- **Couplage dynamique (interactions en temps réel)**
  - **Différentes échelles spatio-temporelles**
    ex : parcelle (agro) vs pixel (individu)
    ex : simulation journalière (agro) vs cycle de vie (individu)

- **Couplage générique**
  - **Différentes espèces (cycles de vie différent, ressources différentes)**
  - **Différents modèles pour modéliser le paysage et le rendre dynamique : agro (STICS), forêt (CAPSYS), prairies (Herb'Sim), hydro (OpenFluid), ...**

Modèle de dynamique de population

Individus-centré, stochastique, basé sur la ressource et densité dépendant.



- **Cycle de vie (Survie-Reproduction).**
  - **Modèle matricielle de population.**
    ~ graphe d'états-transitions
  - **Dynamique dans le temps**
    ex : reproduction saisonnière
  - **Densité dépendant basé sur la ressource**
    ex : reproduction en fonction du nombre de d'individus et de la ressource disponible

(a) Probability of cell selection

	0·074	0·209	0·148	
	0·209		0·105	
	0·037	0·070	0·148	

- **Dispersion à l'échelle du paysage.**
  - **Paysage sous forme matricielle**
    ex : raster d'occupation du sol
  - **Coefficient de compétition (k) basé sur la ressource**
    ex : forte compétition → dispersion
  - **Coefficient de rugosité/coût (r) → choix de la direction**
  - **Persistance directionnelle → choix d'un modèle individus-centré.**

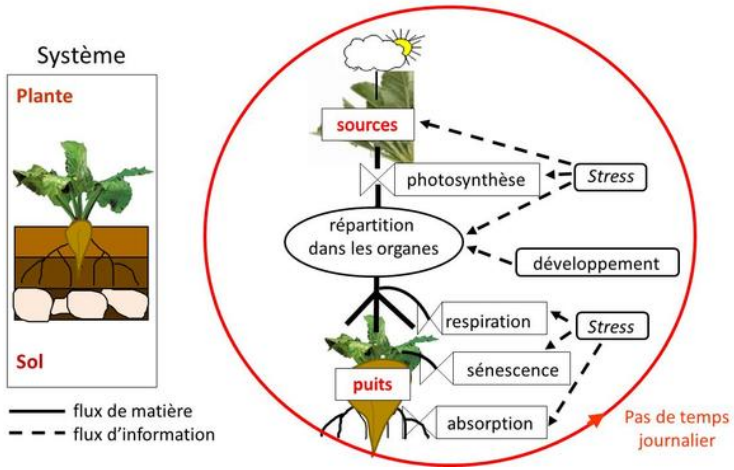
Modèle de simulation de cultures

Mécaniste, déterministe et quantitatif.

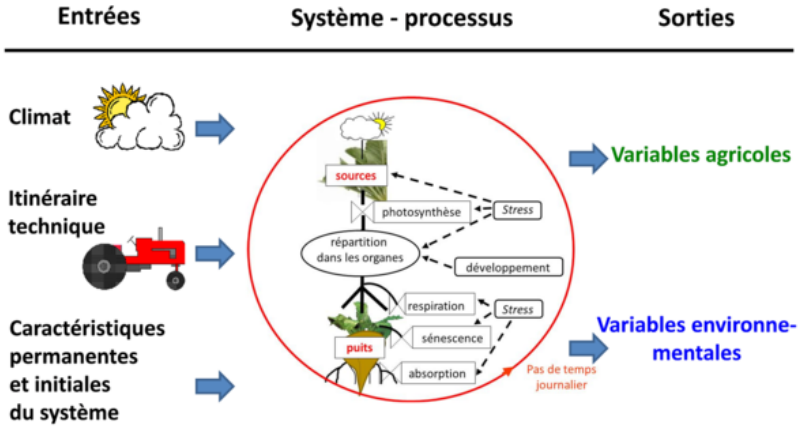
❖ STICS (VLE).

- « modèle dynamique, générique et robuste permettant de simuler le système sol-culture ».
- Permet entre autres de calculer la production journalière de la biomasse et la surface foliaire de la plante

Principes de fonctionnement de STICS (1)



Principes de fonctionnement de STICS (2)

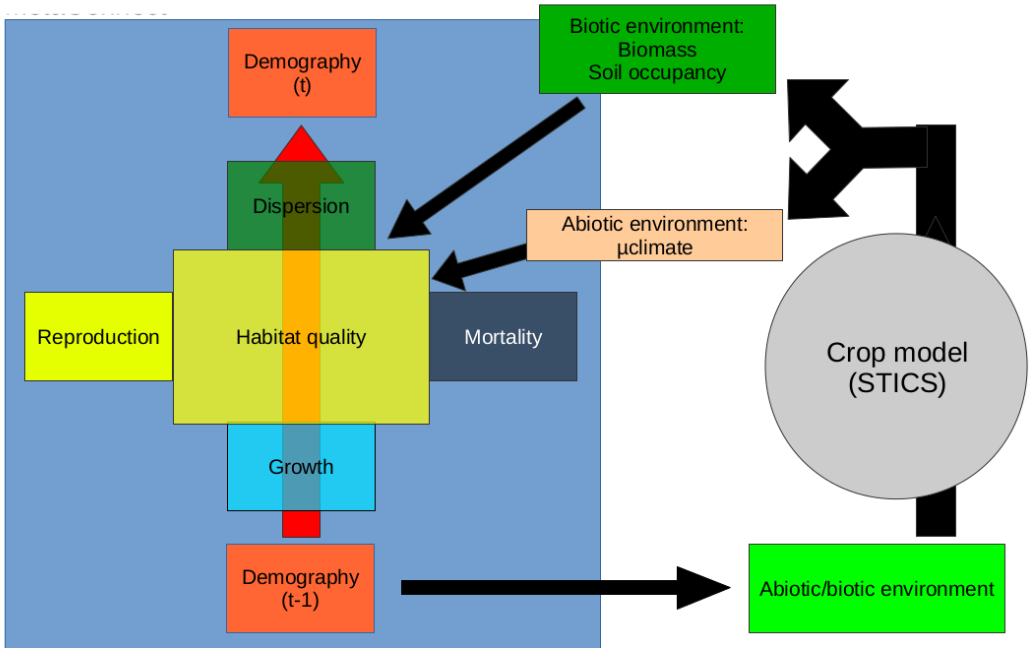


Couplage des modèles

Fonctions de transfert

- **Impacts des individus (abondance) sur les cultures (LAI).**
  - Ex : abondance des ravageurs → diminution de la biomasse.

- **Impacts de la culture (biomasse) sur les individus (coefficient de compétition k et rugosité du paysage r).**
  - Ex : diminution de la biomasse → diminution et/ou dispersion des ravageurs.

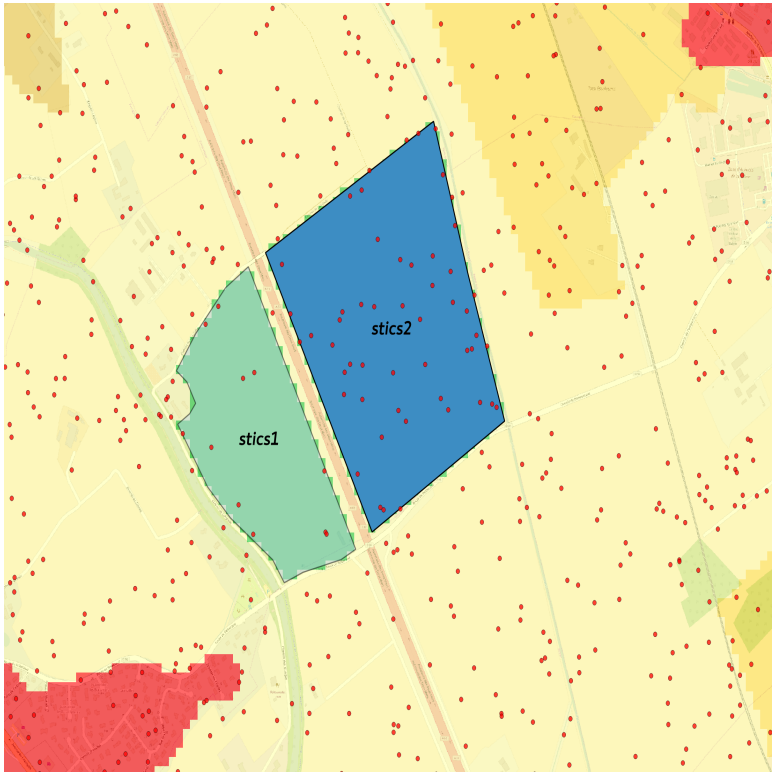


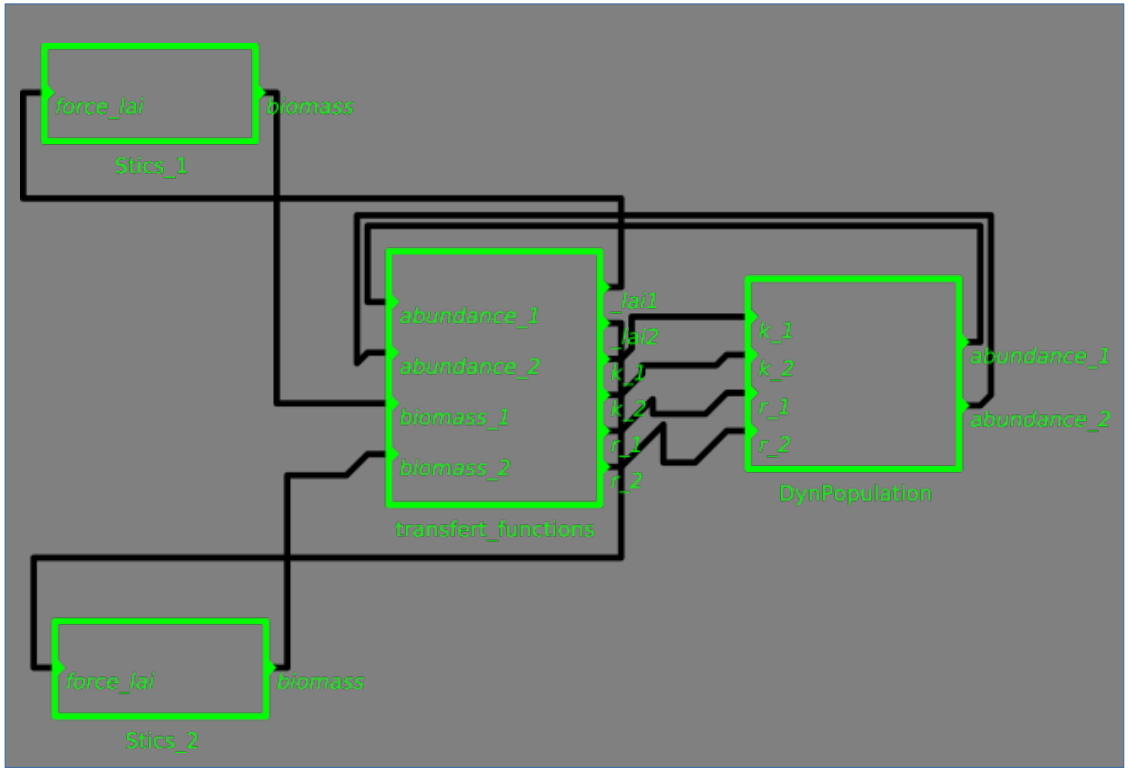
Couplage des modèles

Exemple deux parcelles et une espèce

- Paysage et espèce virtuels
  - CLC 2012 (25m), 10x10km
  - Stics1 (colza)
  - Stics2 (soja)
  - 3 classes d'ages sexuées
  - cycle de vie de 5 jours

- Résultat du couplage dans GVLE
  - Abondance 1&2 → Lai 1&2
  - Biomass1&2 → K 1&2 et R 1&2
  - ~12h de calculs pour 1 année de simulation





Perspectives

Évolutions et outils

- **Génétique des populations.**
  - **Traits fonctionnels (ex : dispersion, préférence alimentaire).**
- **Multi-espèces.**
  - **Compétition pour la ressource, proies-prédateurs.**
- **Couplage avec d'autres modèles.**
  - **Dynamique forestières, dynamique de prairies, modèle climatique, etc.**
- **Modèle énergétique pour les individus.**
  - **Coût d'un déplacement, coût de la reproduction, satiété de la ressources.**
- **Outils**
  - **Plugin Qgis, ArcGis**
    → PyVLE, appel des modèles VLE avec Python.
  - **Paquet R.**
    → RVLE : appel des modèles VLE avec R.

INRA
SCIENCE & IMPACT

AnaEE
Analysis and Experimentation on Ecosystems
France

cnrs
dépasser les frontières

Merci pour votre attention

INRA
SCIENCE & IMPACT

AnaEE
Analysis and Experimentation on Ecosystems
France

cnrs
dépasser les frontières