

La plate-forme de modélisation et simulation



Hélène Raynal

U-MIAT, INRA, Toulouse



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Plan

- Éléments de contexte
- Les spécifications qui ont prévalu à la mise en place de la solution
- Principaux services offerts aujourd'hui par la plate-forme :
 - Pour la construction de modèles
 - Pour la simulation
 - Pour l'exploration de modèles
 - Support utilisateur

Eléments de contexte



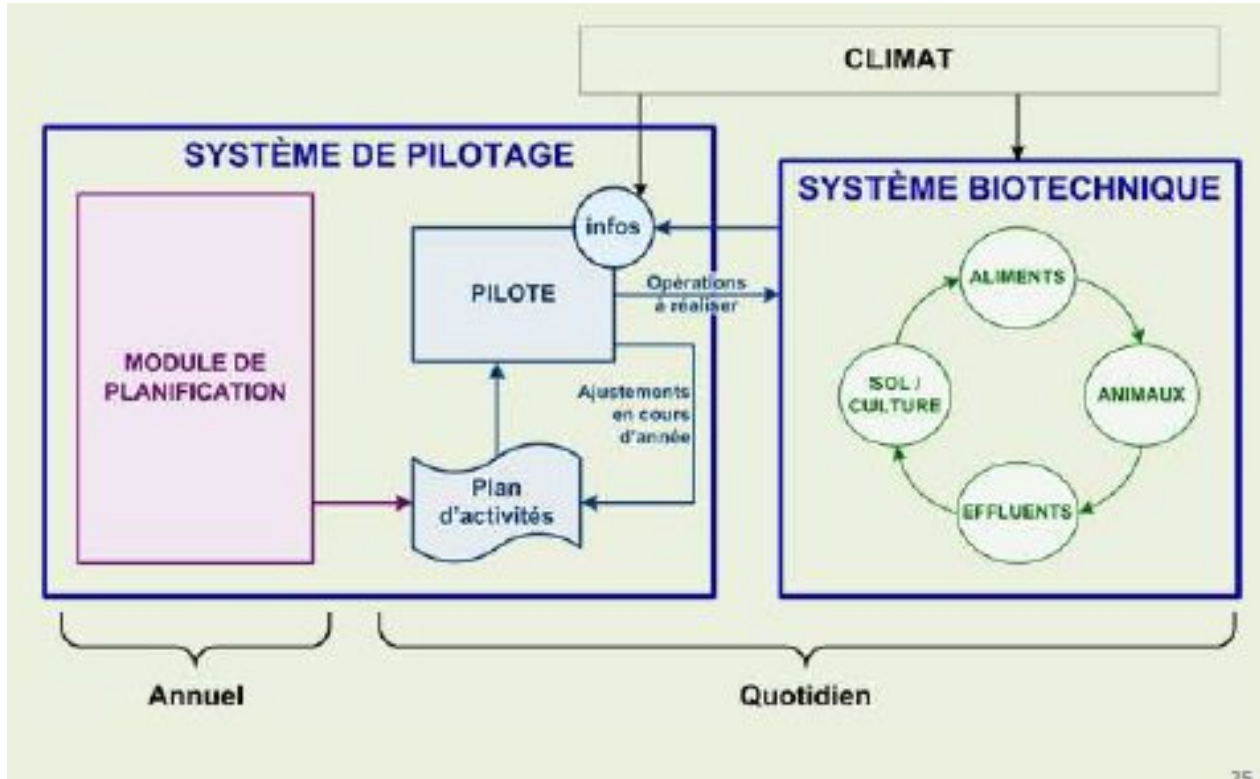
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



D'une vue bucolique ...



... à un modèle conceptuel

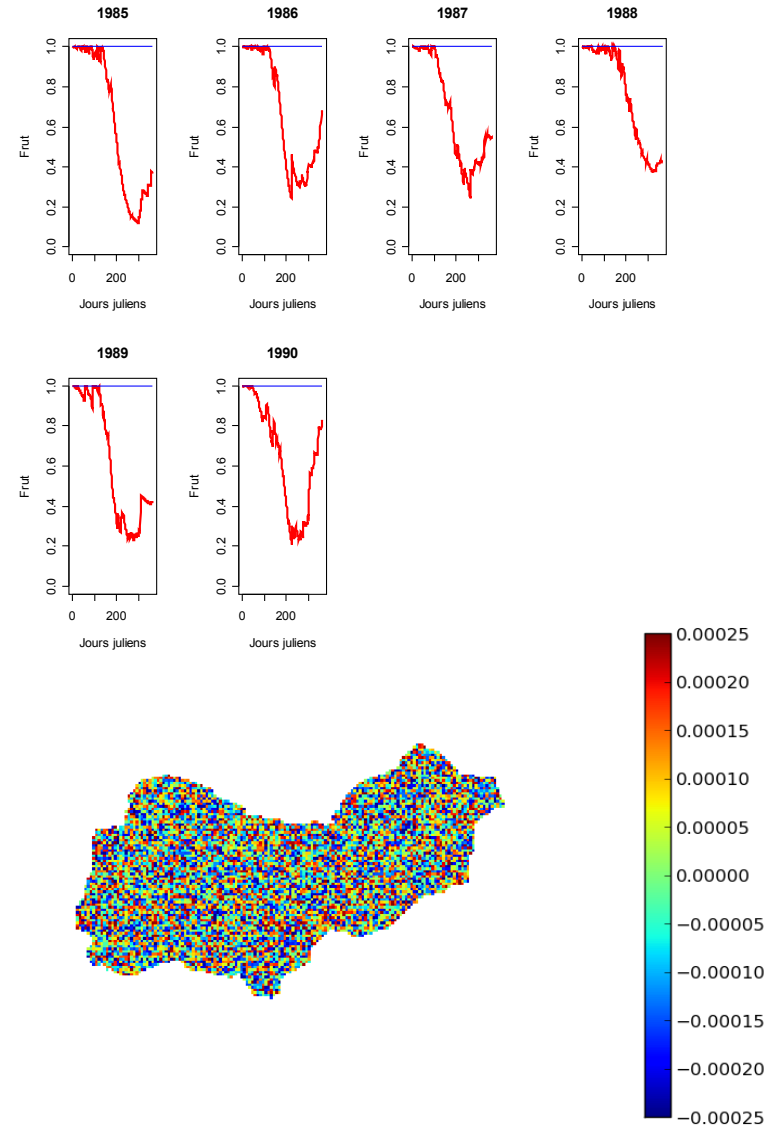


Modélisation couplée du fonctionnement des exploitations agricoles au service de la gestion des systèmes d'élevage. Projet ACASSYA ; (C.Gascuel et P.Faverdin (INRA, SAS /PL Rennes), E.Ramat (Université Calais))

...à un simulateur informatique

Pour comprendre
(complexité des systèmes)

Pour aide à la gestion

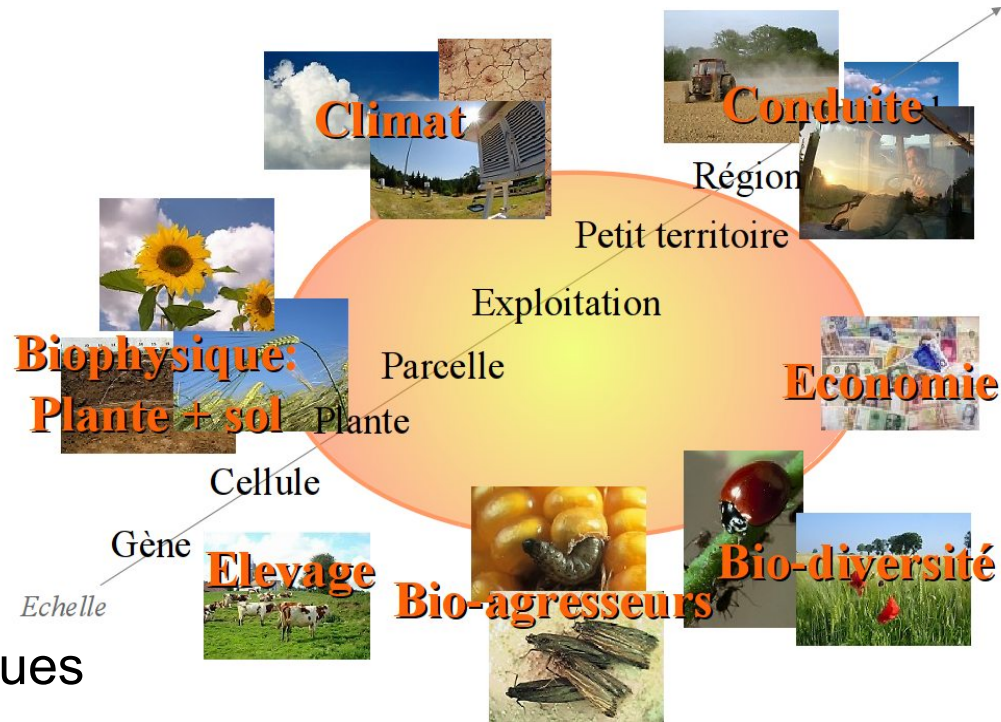


RECORD : Une plate-forme issue d'un projet INRA initié par EA et MIA

Importance de l' **expérimentation virtuelle** pour l'analyse, la conception et la gestion d'**agro-écosystèmes**

Nécessité d'un **outil partagé** pour :

- Lever des verrous de modélisation
- Lever des verrous informatiques
- Capitalisation et réutilisation des modèles



RECORD aujourd'hui: Un cadre de travail partagé par une communauté

Logiciel VLE pour la **construction**, le **couplage** et la **simulation** de modèles (systèmes complexes).

Contributeurs : INRA-MIAT, Univ.Calais

Licence GPL

Intégration d'outils (ex R, Python ...) autour de VLE pour étendre ses fonctionnalités :

Logiciel statistique R (via le paquet RVLE pour l'exploration des modèles)

Python (via le paquet PyVLE pour interfaçage web)

Bibliothèque de modèles

Modèles ou modules mis à disposition sous la forme de paquets informatiques

Contributeurs : l'équipe RECORD (MIAT) et la communauté INRA

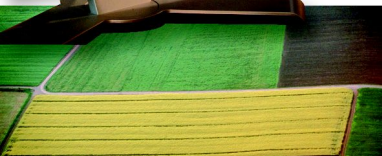
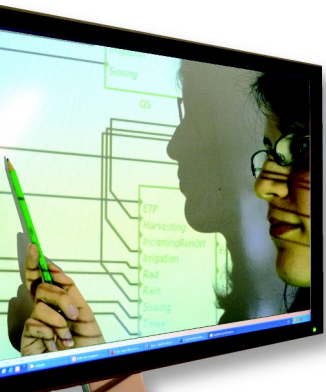
Outils collaboratifs pour l'animation et le support aux utilisateurs

Site web : <http://www.inra.fr/record>

Plate-forme de elearning : <http://record-elearning.inra.fr/record/>

Contributeurs : l'équipe RECORD (MIAT)

Spécifications qui ont prévalu dans la mise en place de la solution



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



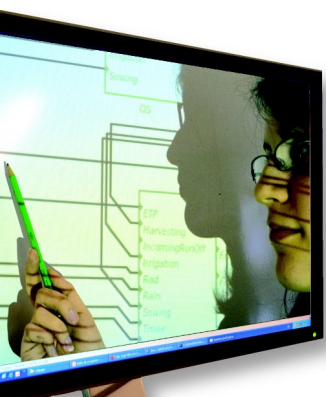
Modélisation

- Modélisation système dynamique
- Approche systémique
- Modélisation à évènements discrets
- Approche modulaire, hiérarchique
- Modularité libre qui facilite l'intégration de modèles et le couplage
- Multi-formalisme - Couplage hétérogène

Informatique

- Orientée objet – C++
- Poste de travail : Linux et Windows
- Web
- Outils de déploiement (cmake ...)
- Composants/modèles sont implémentés sous forme de paquets informatiques
- Permettre le développement de code et l'encapsulation de code existant
- Bibliothèque partagée de modèles
- Développement d'IHM + générateur de code

Principaux services offerts par la plate-forme sur l'ensemble du cycle de modélisation & simulation



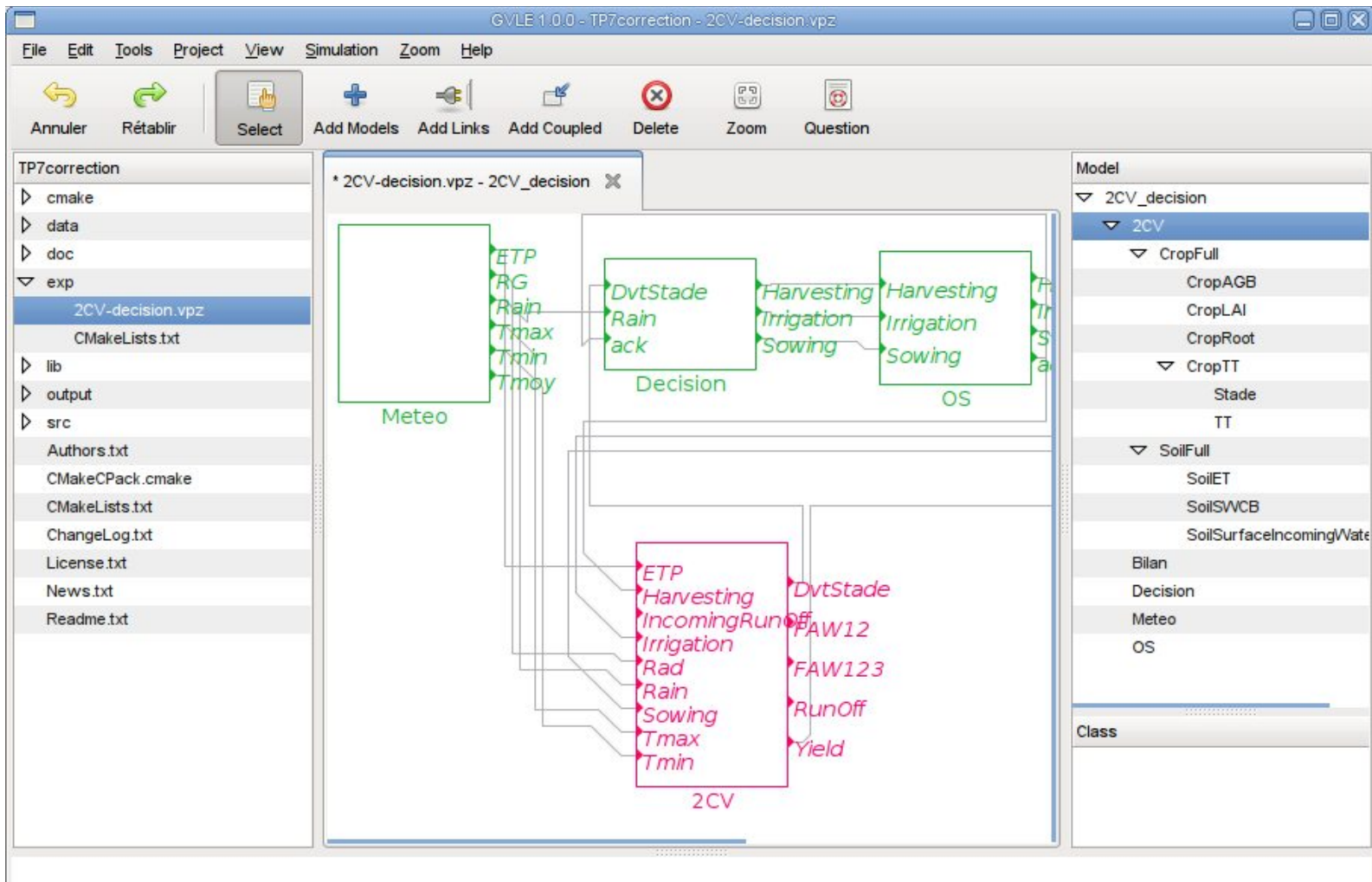
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



L'interface graphique du logiciel VLE : gvle

Pour construire et simuler des modèles :

- approche **modulaire**, boîte-fil
- approche modèle **hiérarchique**



Construction de modèles d'agro-écosystèmes.

Logiciel VLE offre une **gamme de choix de formalismes pour l'expression des processus des agro-écosystèmes** :

- Système d'équations aux différences
- Système d'équations différentielles ordinaires
- Prise de décision : Importance des actions anthropiques - Processus de décision très présents dans la gestion des agro-écosystèmes.
- Forrester (Modèles à compartiments)
- Manipulation de la structure du modèle en cours de simulation
- Automates à état

Logiciel VLE offre une solution robuste pour :

- Le **couplage**
- L'**intégration de modèles hétérogènes**
- L'implémentation de **systèmes hiérarchiques complexes**

(l'environnement informatique VLE est basé sur DEVS : DEVS (Discrete Event System Specification) : formalisme théorique pour la M&S des systèmes dynamiques, à base d'évènements discrets (Zeigler et al. 2000))

Construction d'un modèle atomique dans le formalisme mathématique des équations aux différences

The screenshot displays a software interface for constructing an atomic model using difference equations. The interface is split into two main panels.

Left Panel (Code Editor): Shows the source code for the model. The code is organized into sections: Includes, InitValue, Compute, and User. The Compute section contains the main logic for calculating LAI and Ei based on the current state (Stade) and previous values.

```
//Calcul LAI
//=====
{
if(Stade()<1) {
    LAI=0;}
if(Stade() >=1) {
    if(Ei(-1)>(0.95*Eimax)){
        LAI=LAI(-1);} else {
        LAI=beta*QNc();}
}
}

//Calcul Ei
//=====

//Avant DRG

{
if(Stade()<4) {
    Ei=Eimax*(1-std::exp(-k*LAI()));
}
}

//Après DRG
if(Stade()>=4) {
    double valtemp = std::exp(-k*LAI());
    Ei=Eimax*(1-valtemp*( Nveg()-Nstruct) / (3-N
```

Right Panel (DifferenceEquation - Multiple): Shows configuration options for the model. It includes sections for Variables, Timestep, Parameters, and External variables.

Variables:

Name	Value	Value
MSa	0	
Ei	0	
Ebpot	0	
LAI	0	
RH	0	
RN	0	

Timestep:

Global ?

Value: 1,00

Unit: [Dropdown]

Parameters:

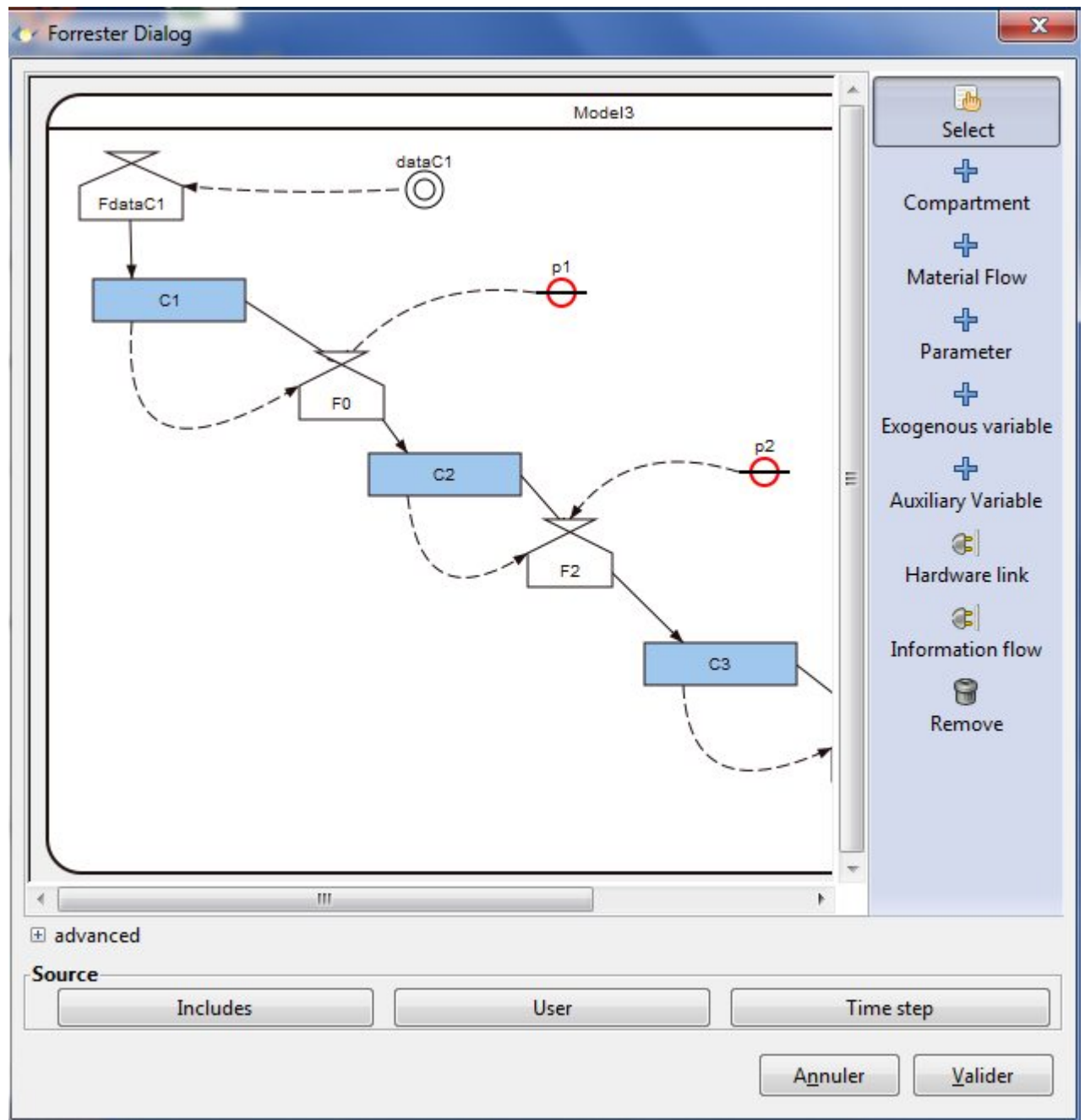
Name	Value
Nstruct	0.72
Ec	0.48
k	0.57
beta	0.0028
Eimax	0.924
Ebv	2.63

External variables:

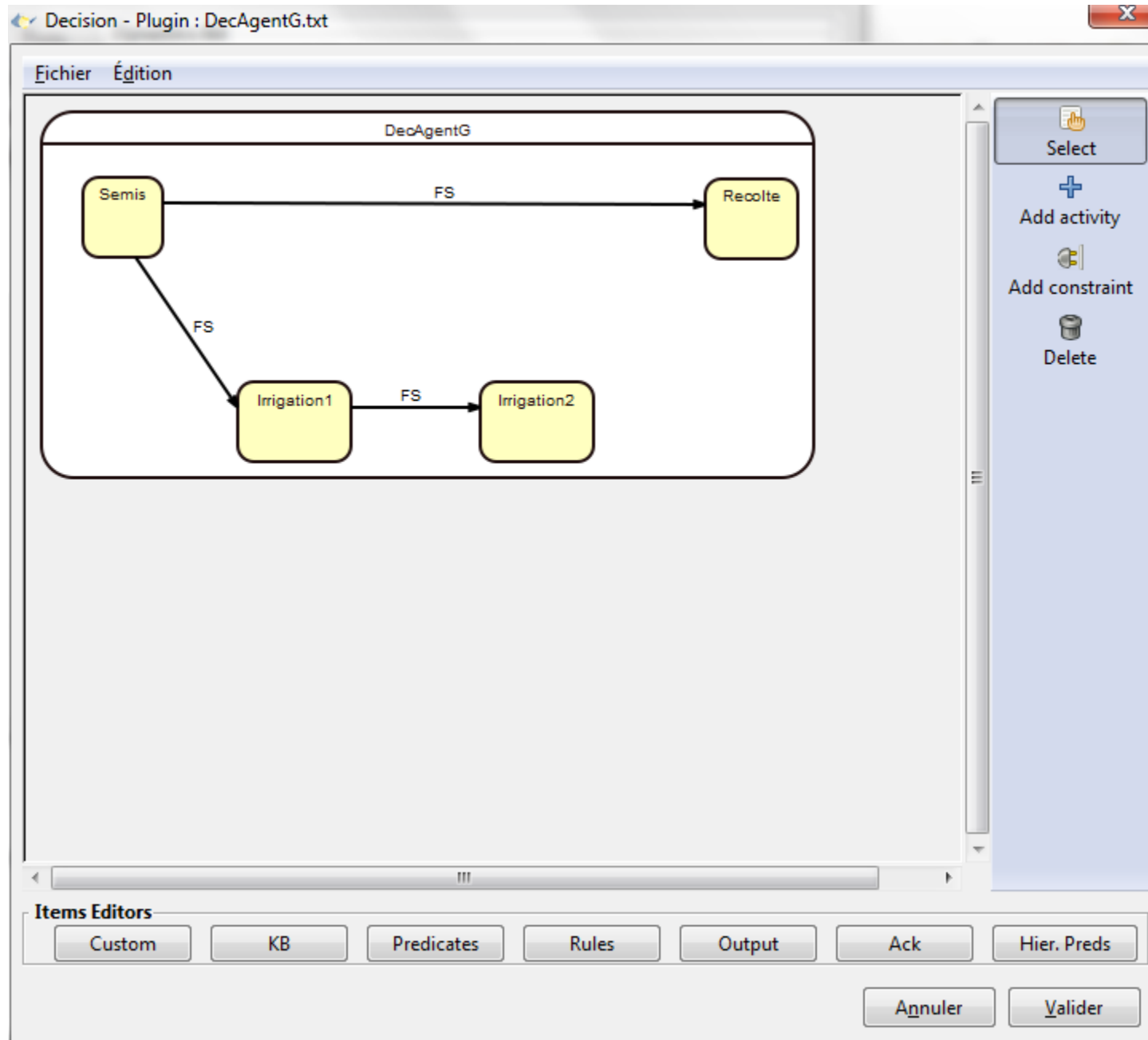
Sync Name
<input checked="" type="checkbox"/> Stade
<input checked="" type="checkbox"/> Rg
<input checked="" type="checkbox"/> StDf
<input checked="" type="checkbox"/> Nveg
<input checked="" type="checkbox"/> QNc

Includes / Compute / InitValue / User section

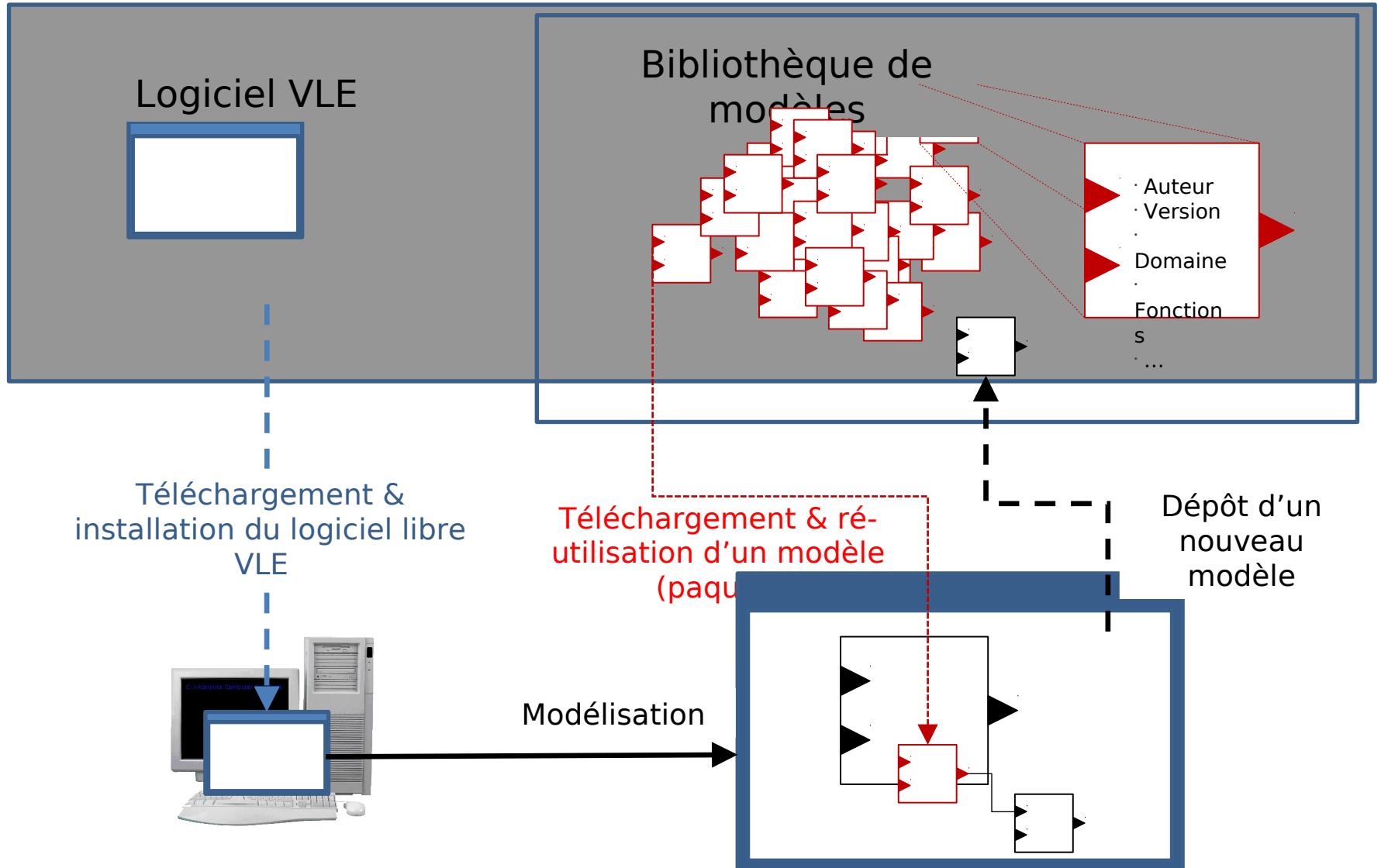
Construction d'un modèle atomique dans le formalisme de Forrester




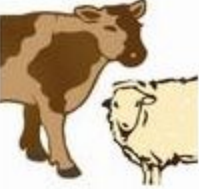






Construction
d'un modèle
atomique
dans le
formalisme
décision



Construction avec réutilisation de modèles

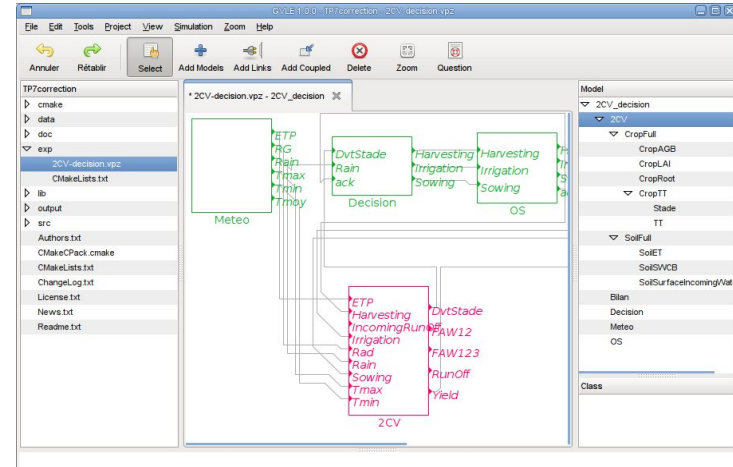


La bibliothèque de modèles

 <p>Modèles de Culture</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2CV : maïs • AZODYN-Colza (*) • AZODYN-Blé (*) • CERES-EGC (*) • ModuloSTICS - générique • SUNFLO_V1 - tournesol • SPUDGRO - pomme de terre • Herbsim (*) - prairie 	 <p>Modèles animal</p>
 <p>Modèles de système de culture</p> <ul style="list-style-type: none"> - ModuloSTICS - générique - MOuSTICS(*) 	 <p>Modèles troupeau</p>
 <p>Modèles de système de production</p>	 <p>Modèles de système de production</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melodie (*)
 <p>Modèles à l'échelle d'un territoire</p> <ul style="list-style-type: none"> • SUNFLO_BC - tournesol bassin de collecte • TNT 	 <p>Modèles à l'échelle d'un territoire</p>
 <p>Modèles architecture de plante ou bioagresseur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Archidemio (*) • Floreus (*) modèle 	

Différentes interfaces pour la **simulation** pour différents types d'utilisation et/ou d'utilisateurs

- **Interface graphique de VLE : gvle**
(ou ligne de commande)



- Depuis le logiciel statistique



```
> resmagarey <- run(magarey)
> results(resmagarey)
[[1]]
time Top model:Magarey.W Top model:meteo.DAY Top model:meteo.T
0      0                0,000000                1                11,5
1      1                29,74785                2                8,8
2      2                39,16367                3                8,3
....
```

Différentes interfaces pour la **simulation** pour différents types d'utilisation et/ou d'utilisateurs

- Depuis une **application web** .
A permis le développement d'applications spécifiques autour de modèles (partenariat, formation)



Des méthodes/outils pour l'**exploration statistique** – Multi-simulations et plans d'expérience

Exploration statistique : mise en œuvre via le couplage dynamique avec le logiciel statistique R.

rvle : permet d'utiliser depuis le logiciel statistique R un simulateur codé dans la PF

R : Large gamme d'outils pour calibrer, valider, explorer les modèles.

Librairie d'**algorithmes pour l'optimisation par simulation**

VLE offre des fonctionnalités pour construire et simuler des **plans d'expériences.**

VLE tourne sur **cluster** (parallélisation du plan d'expérience mais pas du code lui même)

Formation

Formation de base (2 sessions /an avec 3 j de formation + 1j de travail sur projet)

Sessions de formation ciblée:

Ex: début 2013 : mise en œuvre de l'analyse incertitude sur la PF RECORD

Support, expertise, encadrement

Support organisé **via différents outils collaboratifs** :

- mailing list: **record-m@listes.inra.fr**
- **forum** sur site e-learning :

<http://record-elearning.inra.fr/record/>

- salon de **chat** VLE
- gestion de bugs

Encadrement de CDD sur des projets scientifiques

Expertise sur projets scientifiques



Record

E-learning



RECORD

COMMUNAUTÉ VLE

MENU PRINCIPAL

Glossaire RECORD-VLE

NAVIGATION

Accueil

▣ Calendrier

▶ Cours

ACTIVITÉ RÉCENTE

Activités depuis lundi 1 juillet 2013,
09:55

Rapport complet des activités
récentes...

Rien de nouveau depuis votre
dernière visite

Ce site est dédié au partage d'informations et à l'animation de la communauté s'intéressant à la modélisation et à la simulation informatique des agro-écosystèmes. Vous y trouverez des ressources pédagogiques et documentaires mises à la disposition par la plate-forme RECORD et son réseau des utilisateurs. Vous pourrez participer aux forums mis en place, pour cela une identification préalable est nécessaire. Les personnes ayant un login Idap INRA pourront l'utiliser (identification CAS), les autres peuvent nous demander un login (envoyer mail [Helene.Raynal\(at\)toulouse.inra.fr](mailto:Helene.Raynal(at)toulouse.inra.fr)). ([En téléchargement, un document d'aide à la connexion au site.](#))

- Dernières nouvelles et annonces diverses
- Forum ouvert
- FAQ
- Activités des animateurs du Réseau des Utilisateurs
- Activité de l'équipe plate-forme RECORD

COURS

▼ RECORD courses (For VLE 1.1 version)

- ▶ Module 1: Overview on the software environment- How to download and install it?
- ▶ Module 2: How to use an existing model?
- ▶ Module 3: How to build a new model?
- ▶ Module 4: Coupling models
- ▶ Module 5: Advanced modelling
- ▶ Module 6: Specific packages tutorials
- ▶ Module 7: Modelling with Forrester

Merci de votre attention Pour nous suivre ...

- Le site web record (bientôt sujet de stage ...)
- La newsletter
- La mailing list record-m@listes.inra.fr
- La journée RECORD (annuelle – dernier vendredi de janvier)