



**HAL**  
open science

## **X-PEST, an online generic modelling platform to design models that simulate crop losses as a function of injury profiles and production situations**

Jean-Noel Aubertot, Jérôme Thiard, Arezki Zerourou

### ► To cite this version:

Jean-Noel Aubertot, Jérôme Thiard, Arezki Zerourou. X-PEST, an online generic modelling platform to design models that simulate crop losses as a function of injury profiles and production situations. 1. PURE International Conference, Mar 2013, Riva del Garda, Italy. 29 p. hal-02810341

**HAL Id: hal-02810341**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02810341>**

Submitted on 6 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# XPEST: a web-based modelling platform to help design models that simulate crop losses caused by an injury profile in a given production situation

**Jean-Noël Aubertot**  
**Jérôme Thiard**  
**Arezki Zerourou**  
**UMR AGIR, INRA Toulouse**



**INRA**  
SCIENCE & IMPACT



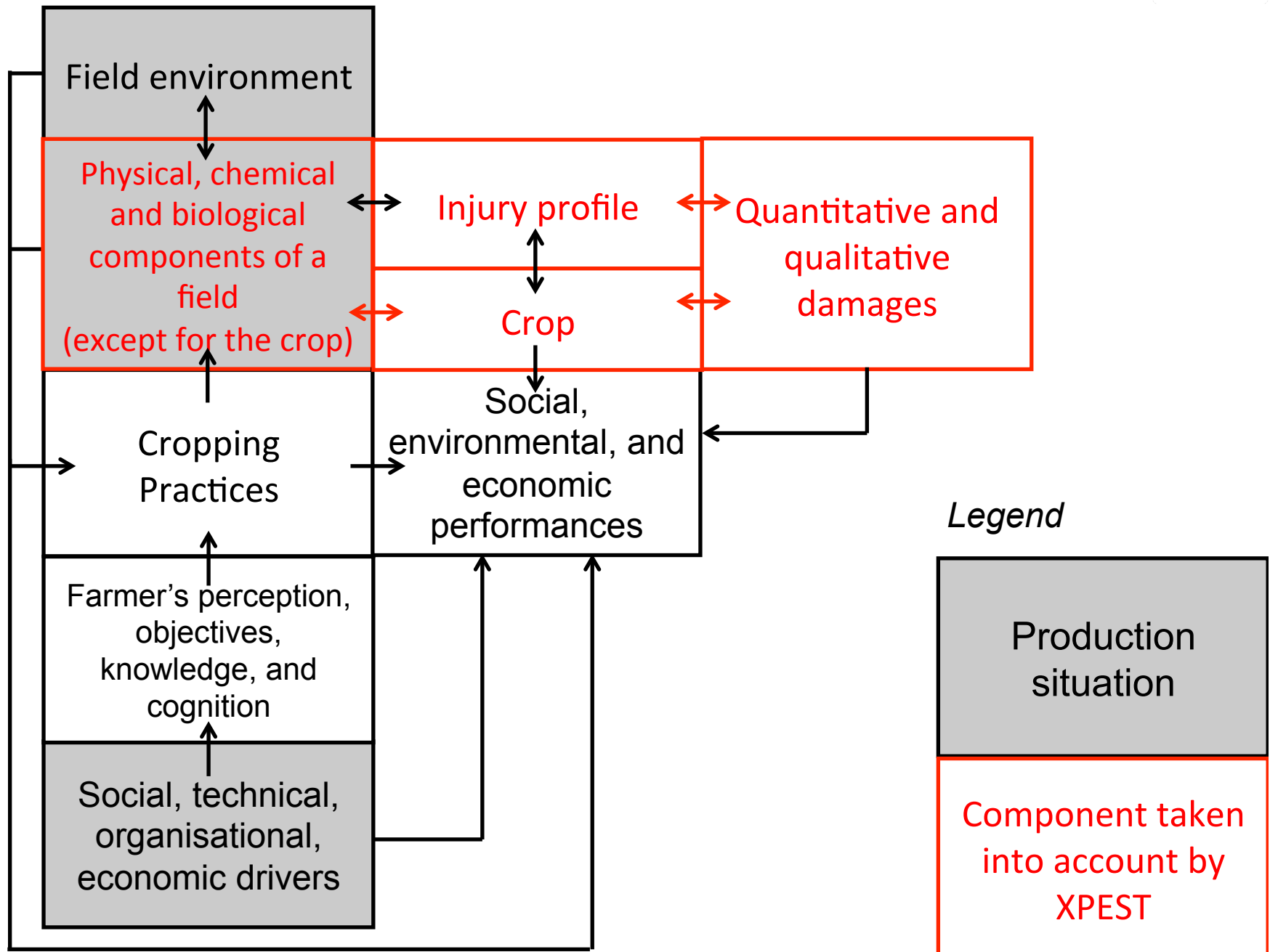
# Examples of yield losses caused by pests worldwide (weeds, pathogens, animal pests)



	Rice (%)	Wheat (%)	Potato (%)
<b>Unprotected</b>	<b>77</b>	<b>50</b>	<b>75</b>



# Simplified representation of an agroecosystem



# Objectives

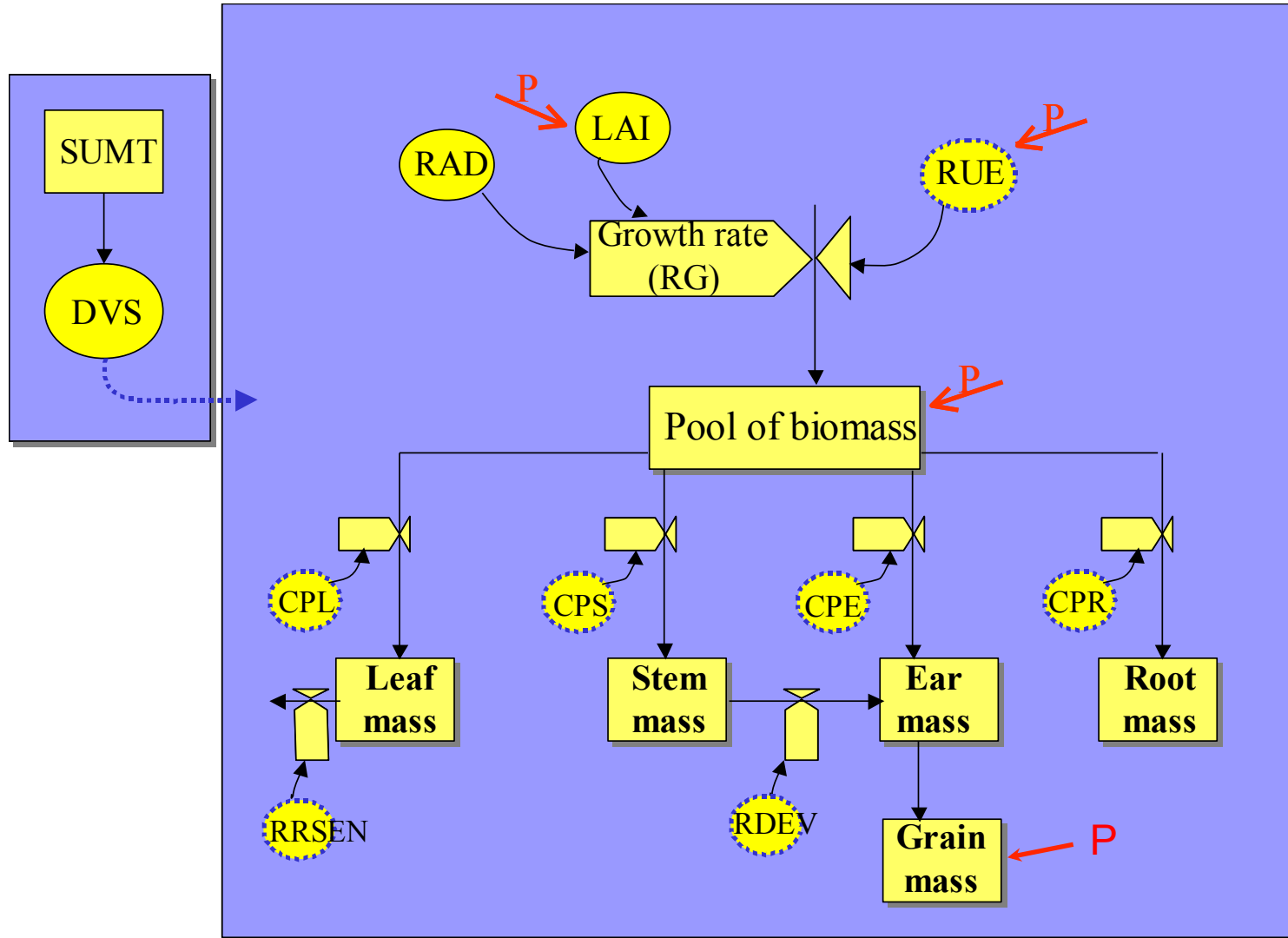
The aims of XPEST are:

1. to help researchers easily develop their own model to represent **damages** caused by an **injury profile** in a given **production situation**
2. to easily share the developed models with other researchers and advisors through an **interactive online simulation center**

*XPEST is generic, i.e. not crop specific, nor production situation specific, nor pest specific*



# Example of conceptual framework that can be implemented using XPEST (WHEATPEST, Willocquet et al., 2008)



# Structure of the XPEST platform

## Home page

- Description of the aims of the platform, its structure, and underlying concepts
- Links to specific webpages describing XPEST models

## Modelling forge

*From scratch or re-using available models or sub-models*

- Outputs stored in a database:
- models: online and downloadable vpz files that can be used with R
  - description of models with texts and pictures displayed in specific web pages

## Simulation center

*Using a XPEST model and uploading input variables*

- Outputs stored in a database:
- simulations: input variables, model (mathematical structure and parameters), output variables (data, online and downloadable graphs)

## Accessibility

- Any web surfer

- XPEST modellers (required authorisation)
- XPEST administrators

- XPEST users (defined by XPEST modellers)
- XPEST modellers
- XPEST administrators







# Screenshot of the XPEST website



webSim-xpest - Mozilla Firefox

Firefox ▾ webSim-xpest x Statistics for localhost (201... x http://127.0.0...ivation\_Pests x +

Statistics for agir.tou... Statistics for localho... Statistics for localho... Statistics for localho... admin herbsim admin sunflo Forge UMR AGIR » Bookmark

Accès direct ... Choisir... FR UK

Accueil **Présentation du modèle** Références Bienvenue: zerourou | Déconnexion | Changer mon mot de passe

**xpest** Admin | Administration du modèle

Modèles

- Créer
- Gérer
- Utiliser

Fichiers




- Envoyer
- Gérer

Welcome to the X-PEST platform

X-PEST is an interactive generic modeling platform to help design models that simulate yield losses caused by injury profiles in given production situations.

XPEST is composed of 3 sections. Only the first section is public. The 2 others require a nominative account.

If you want acces this platform you can contact us for creating your account  
[click to email us](#)

© INRA 2012 UMR AGIR | Mentions légales | Credits www.inra.fr



# Structure of the XPEST platform



## Home page

- Description of the aims of the platform, its structure, and underlying concepts
- Links to specific webpages describing XPEST models

## Modelling forge

*From scratch or re-using available models or sub-models*

- Outputs stored in a database:
- models: online and downloadable vpz files that can be used with R
  - description of models with texts and pictures displayed in specific web pages

## Simulation center

*Using a XPEST model and uploading input variables*

- Outputs stored in a database:
- simulations: input variables, model (mathematical structure and parameters), output variables (data, online and downloadable graphs)

## Accessibility

- Any web surfer

- XPEST modellers (required authorisation)
- XPEST administrators

- XPEST users (defined by XPEST modellers)
- XPEST modellers
- XPEST administrators

# Structure of the XPEST forge



Component 4

Component 3

Component 2

Component 1

Injury 3

Injury 2

Injury 1

- Monteith's equation
- Dynamic partitioning coefficients
- Remobilisation
- Senescence
- List of input variables
- Parameters
- Description of the model components

- Damage mechanisms
- Equations
- List of input variables
- Parameters
- Description of damage mechanisms, variables and parameters



**OUTPUTS stored in a database**

- models: online and downloadable vpz files that can be used with R
- description of models with texts and pictures displayed in specific web pages

# Biomass production

$$RG = RAD * RUE * (1 - e^{-kLAI})$$

**RG: Rate of Growth ([RG]=MT<sup>-1</sup>L<sup>-2</sup>)**

**RAD: global RADIation ([RAD]=MT<sup>-3</sup>)**

**RUE: Radiation Use Efficiency ([RUE]=T<sup>2</sup>L<sup>-2</sup>)**

**k: coefficient of light extinction ([k]=1)**

**LAI: Leaf Area Index ([LAI]=1)**



Examples of generic equations in XPEST to represent a wide range of damage functions impacting LAI, RUE, pool of assimilates, organ biomass, ...



$$RF_i^{Pest_j} = c_0 - \sum_{k=1}^{k=nvar(Pest_j)} c_k^{Pest_j} \left( v_k^{Pest_j} \right)^{\alpha_k^{Pest_j}}$$

$$RF_i^{Pest_j} = \sum_{k=1}^{k=nvar(Pest_j)} c_k^{Pest_j} \left( 1 - v_k^{Pest_j} \right)^{\alpha_k^{Pest_j}}$$

$$RF_i^{Pest_j} = \sum_{k=1}^{k=nvar(Pest_j)} c_k^{Pest_j} \left( v_k^{Pest_j} \right)^{\alpha_k^{Pest_j}}$$

$$RF_i^{Pest_j} = c_0 \exp \sum_{k=1}^{k=nvar(Pest_j)} c_k^{Pest_j} \left( v_k^{Pest_j} \right)^{\alpha_k^{Pest_j}}$$

- $RF_i^{Pest_j}$  : Reduction Factor of Pest j on variable i
- $nvar(Pest_j)$ : number of variables required to describe Pest j
- $k$ : index over  $nvar(Pest_j)$
- $v_k^{Pest_j}$  : variable describing a given injury
- $c_0, c_k^{Pest_j}, \alpha_k^{Pest_j}$  : parameters
- NB: all parameters and variables should be adimensional. In case injuries are described by dimensional variables, they should be normalised beforehand.



# xpest



Accueil » Créer des modèles

Admin | Administration du modèle

## Modèles

- Créer
- Gérer
- Utiliser

## Fichiers

- Envoyer
- Gérer

### ● Création du modèle: étape 1 ► identifiant et attributs

#### Liste de vos vos modèles

Afficher  enregistrements

#### Modèles ▲

- Example
- Wheatpest

◀ Précédent Suivant ▶

Vous ne pouvez pas donner le même nom à plusieurs de vos modèles

La liste ci contre vous permet de voir quels noms sont déjà utilisés

### Créer un nouveau modèle

Nom du modèle * :	<input type="text"/>
Description * :	<input type="text"/>
Statut * :	<input type="text" value="Prive"/>
Nombre de bio agresseurs * :	<input type="text"/>
Nombre d'organes * :	<input type="text"/>
<input type="button" value="Enregistrer"/>	

(\* ) : champs obligatoires



# xpest



## Modèles

[Créer](#)

[Gérer](#)

[Utiliser](#)

## Fichiers

[Envoyer](#)

[Gérer](#)

## ● Création du modèle: étape 2 ▶ construction des instances

**Pendant la construction du modèle vous pouvez être amené à indiquer des noms de fichiers à utiliser, au moyen de listes déroulantes**

Pour que les fichiers soient visibles dans les listes déroulantes il faut qu'ils aient été déposés dans vos répertoires sur le serveur (météo, maladies,...)

Pour ne pas avoir à quitter le formulaire de construction du modèle, nous vous recommandons de déposer au préalable tous les fichiers nécessaires grâce à une procédure indépendante accessible via le module "Fichiers" du menu de gauche

Pour chaque catégorie du modèle, (ww), listée dans le tableau ci dessous vous pouvez afficher un formulaire permettant de modifier aussi bien les valeurs par défaut affectées aux paramètres: variables que le choix de les utiliser ou pas lors de la construction des simulations.

Pour vous aider (surtout quand les catégories sont nombreuses!), un texte de confirmation s'affichera sur la ligne de chaque catégorie que vous aurez traitée.

**IMPORTANT:** le modèle ne sera valide et fonctionnel que si et uniquement si, une nouvelle instance de paramètres est créée pour chaque catégorie.

Climat	<a href="#">Créer</a>
Organes	<a href="#">Ajouter</a>
<i>Feuilles</i>	<i>Instance created</i>
<i>Tiges</i>	<i>Instance created</i>
<i>Racines</i>	<i>Instance created</i>
Plante	<a href="#">Créer</a>
Bio agresseurs	<a href="#">Ajouter</a>
Activation	<a href="#">Créer</a>



Modèles

Créer

Gérer

Utiliser

Fichiers

Envoyer

Gérer

Création du modèle: étape 2 ► construction des instances

Ajouter une nouvelle instance Plante au profil: 'ww'

Nom \*:

Description

(\*): champs obligatoires

Modifier les valeurs des paramètres/variables pour cette instance

k

Tout décocher

Utiliser ?

relocations

from ▲ DVS\_start ▼ DVS\_end ▼ to ▼ params ▼ TT\_end ▼ TT\_start ▼

Use ?

No data available in table

organs

Name ▲ Value ▼

Utiliser ?

No data available in table

leaf organs

Valeurs

Utiliser ?

No data available in table



# xpest



## Modèles

- [Créer](#)
- [Gérer](#)
- [Utiliser](#)

## Fichiers

- [Envoyer](#)
- [Gérer](#)

### • Modiications des paramères/variables des instances du profil: Wheatpest

Pour chaque catégorie du profil d'utilisation, (*Wheatpest*), listée dans le tableau ci dessous vous pouvez afficher un formulaire permettant de modifier aussi bien les valeurs actuelles affectées aux paramètres:variables que le choix de les utiliser ou pas lors de la construction des simulations. Pour vous aider (surtout quand les catégories sont nombreuses!), un texte de confirmation s'affichera sur la ligne de chaque catégorie que vous aurez traitée.

Climate	<a href="#">Modifier</a>	
Racines	<a href="#">Modifier</a>	
Feuilles	<a href="#">Modifier</a>	
Tiges	<a href="#">Modifier</a>	
Epi	<a href="#">Modifier</a>	
Wheat	<a href="#">Modifier</a>	
Fusariose	<a href="#">Modifier</a>	
Pietin	<a href="#">Modifier</a>	
Activation Pests	<a href="#">Modifier</a>	





- Modèles
- Créer
- Gérer
- Utiliser
- Fichiers
- Envoyer
- Gérer

## • Modiications des paramères/variables des instances du profil: Wheatpest

Paramètres/variables du profil: **Wheatpest**, catégorie : **Fusariose**

type

organ

filenames

alpha params

a params

beta params

*Tout décocher*

Utiliser ?

Utiliser ?

Name	File	
RUST	zerourou/RUET.txt	<input checked="" type="checkbox"/> Utiliser dans les simulations ?

Name	Value	
LAI	1	<input checked="" type="checkbox"/> Utiliser ?
RUST	1	
RGATT	1	

Name	Value	
LAI	1	<input checked="" type="checkbox"/> Utiliser ?
RUST	1	
RGATT	1	

Name	Value	
		<input checked="" type="checkbox"/> Utiliser ?



# Structure of the XPEST platform

## Home page

- Description of the aims of the platform, its structure, and underlying concepts
- Links to specific webpages describing XPEST models

## Modelling forge

*From scratch or re-using available models or sub-models*

- Outputs stored in a database:
- models: online and downloadable vpz files that can be used with R
  - description of models with texts and pictures displayed in specific web pages

## Simulation center

*Using a XPEST model and uploading input variables*

- Outputs stored in a database:
- simulations: input variables, model (mathematical structure and parameters), output variables (data, online and downloadable graphs)

## Accessibility

- Any web surfer

- XPEST modellers (required authorisation)
- XPEST administrators

- XPEST users (defined by XPEST modellers)
- XPEST modellers
- XPEST administrators



Accès direct ... Choisir...



# xpest



Accueil » Utiliser un modèle

Admin | Administration du modèle

## Modèles

Créer

Gérer

Utiliser

## Fichiers

Envoyer

Gérer

### ● Accéder à un modèle

#### Modèles privés

Afficher 10 enregistrements

Rechercher :

Nom	Description	
Exemple	cc	<a href="#">Accéder à ce modèle</a>
Wheatpest	wheat	<a href="#">Accéder à ce modèle</a>

Affichage de l'enregistrement 1 à 2 sur 2 enregistrements

◀ Précédent Suivant ▶

## Wheatpest



[Armin](#) | [Administration du modèle](#)

### Simulations

[Créer](#)

[Créer via des tableaux](#)

[Gérer](#)

### Plans d'expérience

[Créer](#)

[Gérer](#)

[Télécharger les résultats](#)

### Fichiers

[Déposer](#)

[Gérer](#)

## Welcome to the WHEATPEST

WHEATPEST (Willcoquet et al., 2008), a simulation model for multiple-injury yield losses in wheat, and this web site were developed by the RA2.1 activity of ENDURE network, lead by Jean-Noel Aubertot (UMR AGIR-ENSAT, INRA Toulouse).

The first aim of this website is to present the model WHEATPEST (injury profile, production situation, damage mechanisms...): [Model description](#)

The second aim of this website is to allow users to make simulations with the model, with default values of model parameters and variables or with their own data: [Make simulations](#)



## Wheatpest



[Accueil Wheatpest](#) > [Nouvelle simulation](#)

[Admin](#) | [Administration du modèle](#)

### Simulations

- [Créer](#)
- [Créer via des tableaux](#)
- [Gérer](#)

### Plans d'expérience

- [Créer](#)
- [Gérer](#)
- [Télécharger les résultats](#)

### Fichiers

- [Déposer](#)
- [Gérer](#)

### Création simulations ▶ Etape 1/2: Caractérisation de la simulation

**Pendant la construction des simulations vous pouvez être amené à indiquer des noms de fichiers à utiliser, au moyen de listes déroulantes**

Pour que les fichiers soient visibles dans les listes déroulantes il faut qu'ils aient été déposés dans vos répertoires sur le serveur (météo, maladies,...)

Pour ne pas avoir à quitter le formulaire de construction de simulation, nous vous recommandons de déposer au préalable tous les fichiers nécessaires grâce à une procédure indépendante accessible les liens de la rubrique **Gestion des fichiers** du menu de gauche.

La création d'une simulation s'effectue en 2 étapes:

- 1- La saisie de variables caractérisant la simulation (nom, durée et début de la simulation, la vue - ensemble des variables de sorties - si le modèle en fournit plusieurs
- 2- La modification des valeurs des paramètres ou variables utilisés par le modèle

**Nom \*** :

**Description** :

**Date début simulation \*** :

**Durée de la simulation \*** :

**Public \*** :

**Vue \*** :

L	M	M	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

(\*) : champs obligatoires

# Wheatpest



Accueil Wheatpest > Nouvelle simulation > Paramètres/variables

[Admin](#) | [Administration du modèle](#)

## Simulations

- [Créer](#)
- [Créer via des tableaux](#)
- [Gérer](#)

## Plans d'expérience

- [Créer](#)
- [Gérer](#)
- [Télécharger les résultats](#)

## Fichiers

- [Déposer](#)
- [Gérer](#)

## Création simulations ▶ Etape 2/2: modification des valeurs par défaut des paramètres/variables

[Cliquer pour afficher l'aide](#)

Activation Pests | Climate | **Wheat** | Fusariose | Pietin | Racines | Feuilles | Tiges | Epi

k

[New](#) [Edit](#) [Delete](#)

Name	Value
Epi	CondOrgans_Epi
Feuilles	CondOrgans_Feuilles
Racines	CondOrgans_Racines
Tiges	CondOrgans_Tiges

[New](#) [Edit](#) [Delete](#)

leaf organs

**Valeurs**

Feuilles
----------

[New](#) [Edit](#) [Delete](#)

yield organs

**Valeurs**

Epi
-----

[New](#) [Edit](#) [Delete](#)



Accès direct ... Choisir...



# Wheatpest



Accueil Wheatpest » [Liste des simulations](#)

[Admin](#) | [Administration du modèle](#)

## Simulations

[Créer](#)

[Créer via des tableaux](#)

[Gérer](#)

## Plans d'expérience

[Créer](#)

[Gérer](#)

[Télécharger les résultats](#)

## Fichiers

[Déposer](#)

[Gérer](#)

## Liste des simulations

### Simulations privées

Afficher  enregistrements

Rechercher :

Nom	Paramètres généraux	Valeurs	Simulation	<input type="checkbox"/> <b>Tout cocher</b>	<input type="button" value="Supprimer la sélection"/>
rereg	<a href="#">Modifier</a>	<a href="#">Modifier</a>	<a href="#">Lancer</a>	<input type="checkbox"/>	
T_Wheat	<a href="#">Modifier</a>	<a href="#">Modifier</a>	<a href="#">Lancer</a>	<input type="checkbox"/>	
Wheat2	<a href="#">Modifier</a>	<a href="#">Modifier</a>	<a href="#">Lancer</a>	<input type="checkbox"/>	

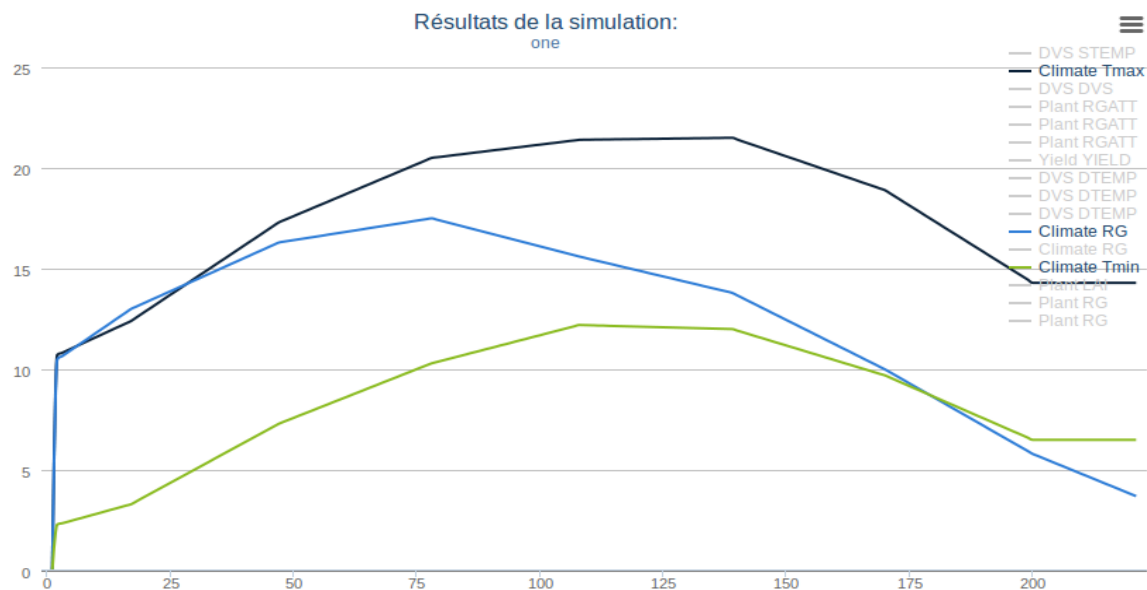
«  »

Affichage de l'enregistrement 1 à 3 sur 3 enregistrements

◀ Précédent Suivant ▶



Vous pouvez également télécharger le fichier de résultats au format Excel: [one.xls](#) ou au format texte (CSV): [one.csv](#)



Statistics for agr.tou... Statistics for localho... Statistics for localho... Statistics for localho... admin herbsim admin sunfto Forge UMR AGIR >> Bookmar



Accès direct ... [Choisir...]

Accueil Présentation du modèle Références Bienvenue: zerouou | Déconnexion | Changer mon mot de passe

## Wheatpest

Accueil Wheatpest » Résultats plan d'expérience

Admin | Administration du modèle

### Simulations

- [Créer](#)
- [Créer via des tableaux](#)
- [Gérer](#)

### Plans d'expérience

- [Créer](#)
- [Gérer](#)
- [Télécharger les résultats](#)

### Fichiers

- [Déposer](#)
- [Gérer](#)

### Liste des répertoires de fichiers correspondant au jeu de simulations des plans d'expérience

Pour chaque plan d'expérience exécuté 2 répertoires principaux sont créés, un pour les fichiers générés au format excel (XLS) et l'autre pour les fichiers au format texte (CSV).  
Chacun de ces répertoires contient à son tour 2 sous répertoires.

- o Un répertoire "Inputs" dans lequel se trouve un fichier parametres listant pour chaque simulation les paramètres utilisés
- o Un répertoire "Outputs" comprenant les fichiers de résultats des simulations. (Seul le contenu de ce répertoire est affiché ici).

Après avoir sélectionné les répertoires que vous souhaitez récupérer, le lien sous l'affichage des répertoires permet de compresser les répertoires choisis dans une archive qui vous sera proposée au téléchargement

*:NB des répertoires additionnels peuvent être inclus dans l'archive à télécharger si le type de sorties du modèle utilisé le nécessite (ex: le fichier de construction des baguettes du rami pour le modèle xpest)*  
Si des simulations ne se sont pas déroulées correctement un lien "Erreurs: voir" sera créé et vous permettra de voir quelles simulations sont défectueuses

FICHIERS EXCEL

FICHIERS CSV

#### FICHIERS EXCEL

Tout cocher

gkgjk

PlanOne

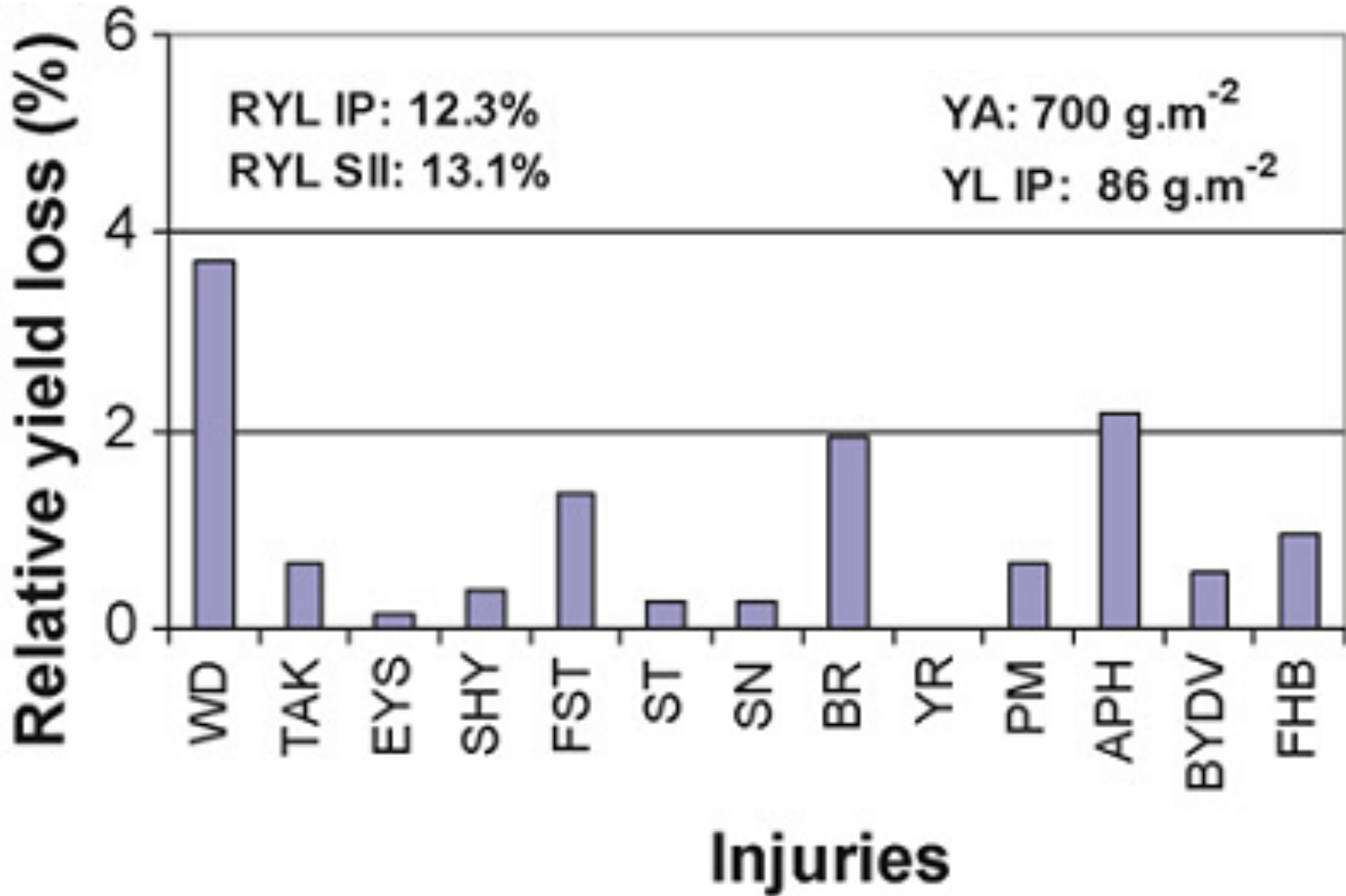
- .svn
- Sim10.xls
- Sim11.xls
- Sim12.xls
- Sim13.xls
- Sim14.xls
- Sim15.xls
- Sim2.xls
- Sim3.xls

[Voir les fichiers](#)

[Cacher les fichiers](#)



Example of simulation outputs that will be provided by XPEST (WHEATPEST, Willocquet et al., 2008)



# XPEST Modèle exécutif

[http://www.vle-project.org/wiki/Executive\\_model\\_development/fr](http://www.vle-project.org/wiki/Executive_model_development/fr)

VLE Executive : possibilité aux modèles de faire évoluer leurs structures, leurs couplages, leurs connexions, etc.

Un modèle de type exécutif est un modèle DEVS classique, avec un comportement par défaut, proposant plusieurs méthodes pour manipuler le graphe :

- ajouter des modèles atomiques ou instancier des classes de modèles
- manipuler les connexions, et les ports des modèles
- ajouter dynamiquement des dynamiques, conditions et observateurs



CMakeLists.txt

forinstall.vpz - Top model

Model

Top model

Climate

LinksManager

MS

Builder

DVS

Plant

Yield

Pests

Builder

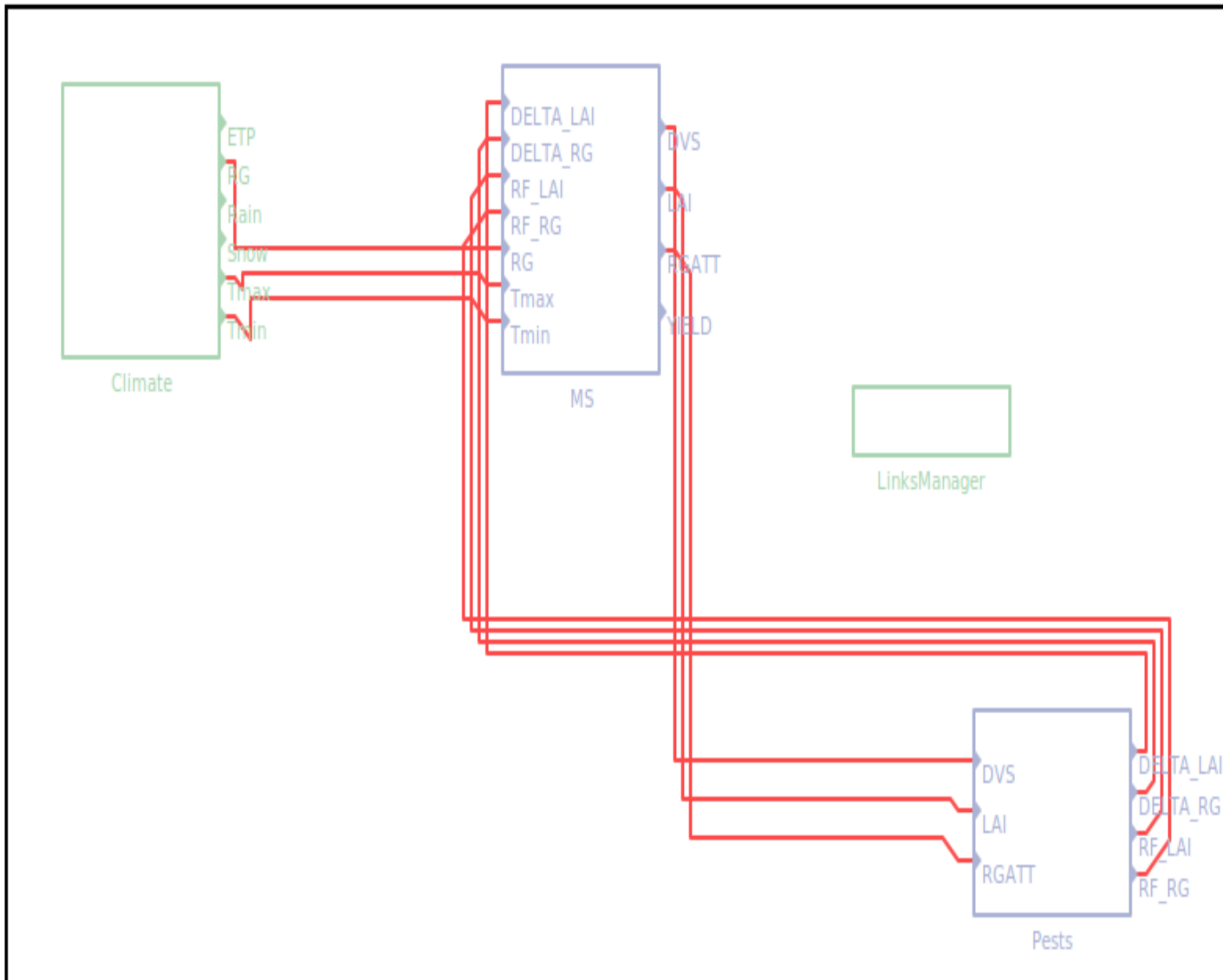
DELTA\_LAI

DELTA\_RG

RF\_LAI

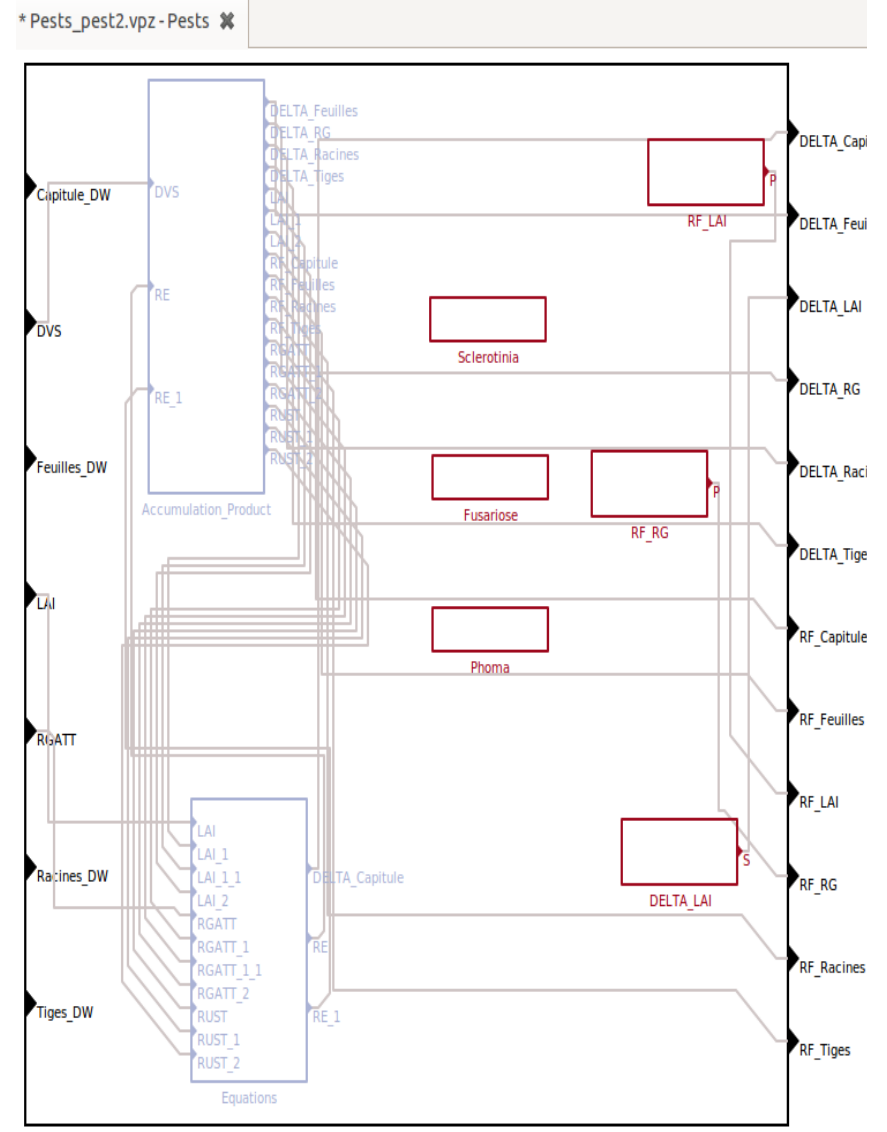
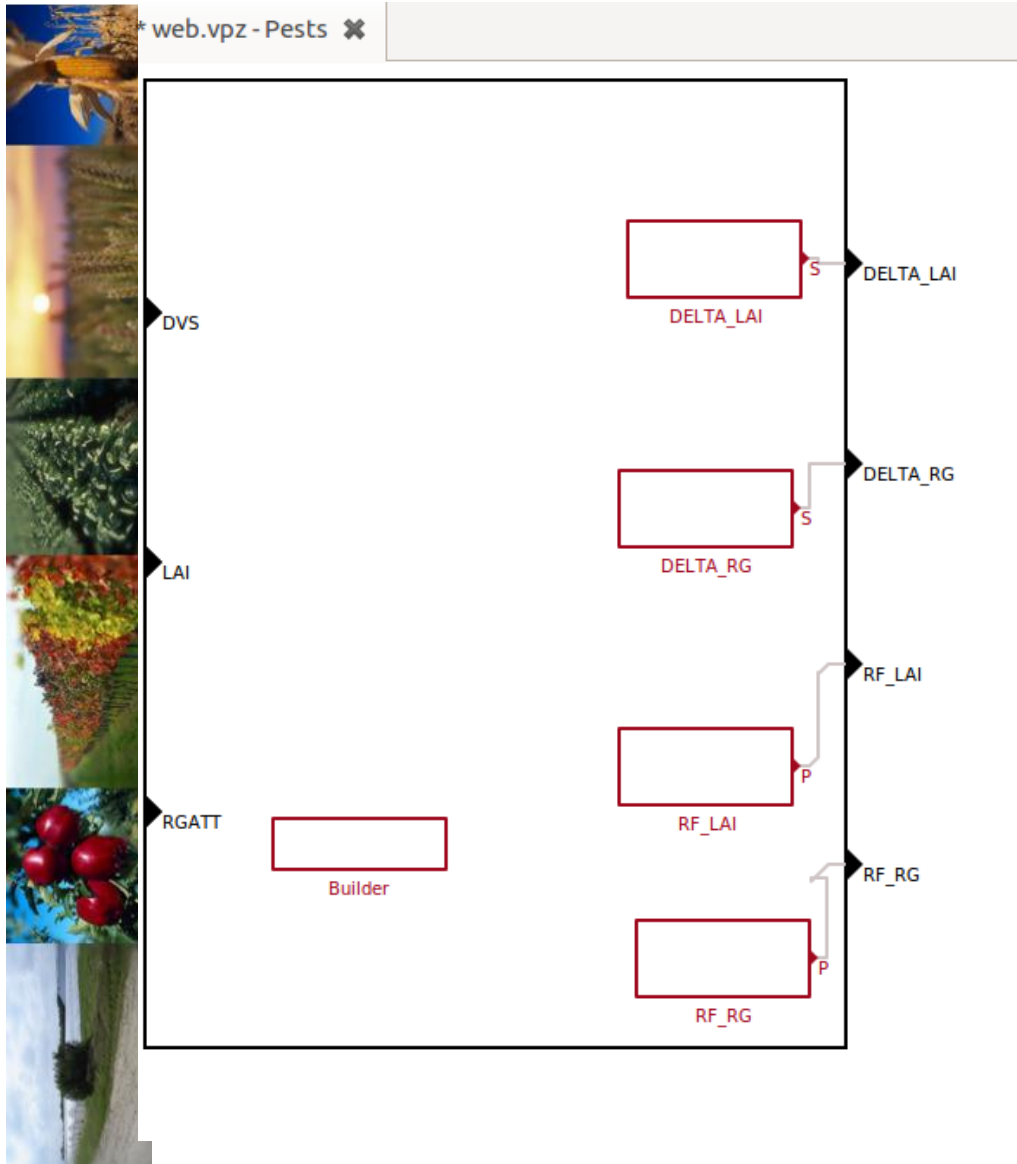
RF\_RG

Class



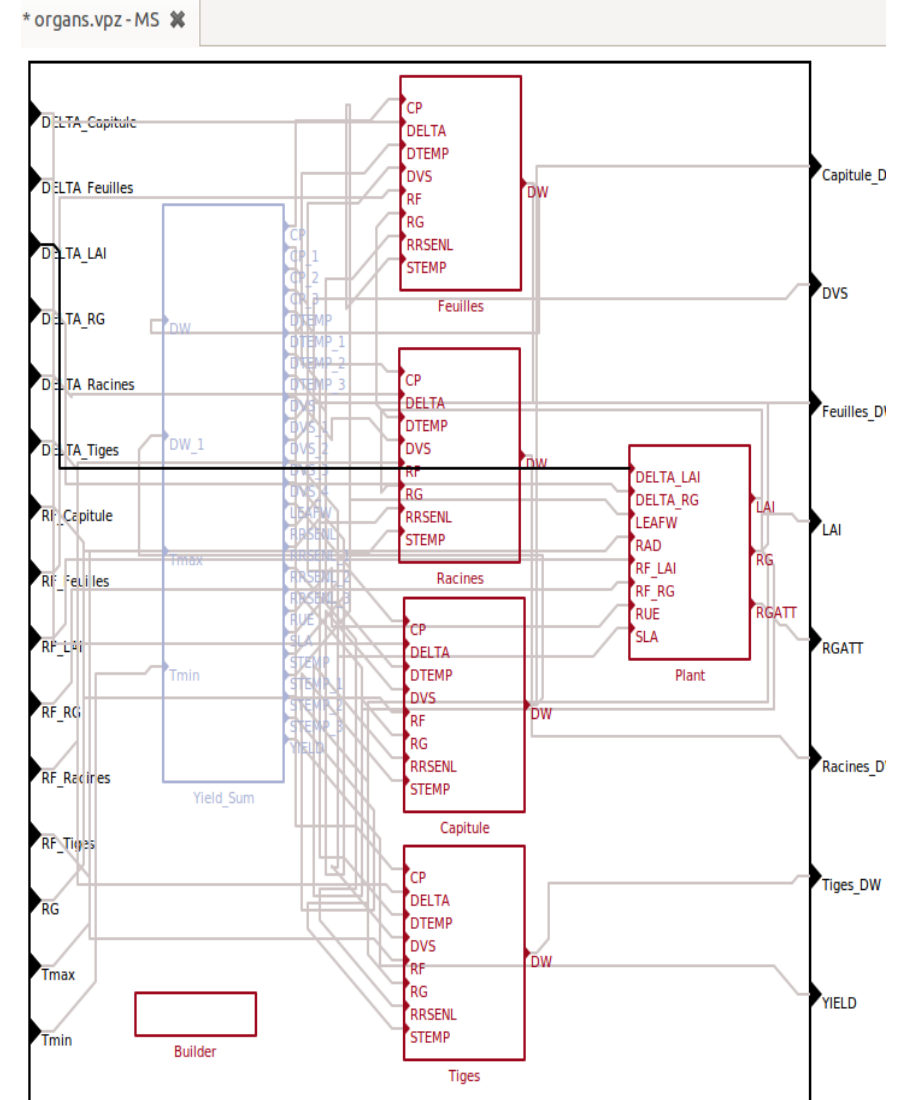
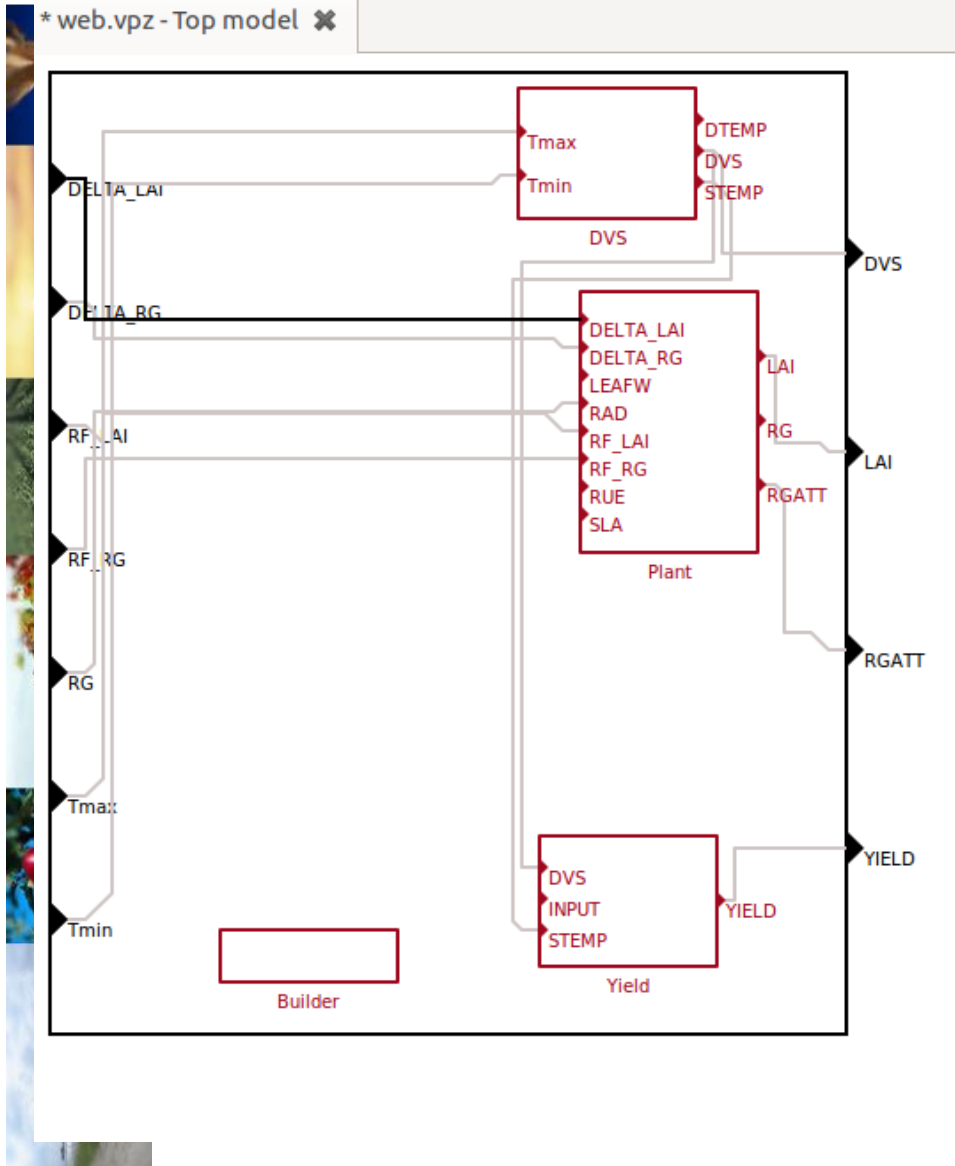
## Initial

## Exécution



## Initial

## Exécution



# CONCLUSION



- An offline version of XPEST is now available
- Perspectives within PURE:
  - vineyard (WP6, in collaboration with UMR SYSTEM)
  - UNISIM (WP1, in collaboration with Aarhus Universitet)
- Perspectives outside of PURE:
  - rice, wheat, potato, sunflower (CETIOM)
  - expected linkage with IPSIM-Wheat (thèse Bonnemé-Robin MH)
- **A step towards a better integrated management of multiple pests and integration of damages when designing IPM strategies**