



# Intégration - problématique des plateformes logicielles

Illustration : l'approche Capsis

Une plateforme logicielle générique pour la  
simulation de la croissance des peuplements  
forestiers

28 juin 2008



François de Coligny  
INRA / EFPA - UMR AMAP  
botanique et bioinformatique de l'Architecture des Plantes

## Pourquoi des plateformes ?

Des activités semblables...

*L'activité consiste à étudier et à modéliser la croissance et la production des arbres en peuplements. Des outils d'aide à la décision sont mis au point pour la conduite et la gestion des peuplements forestiers.*

INRA Avignon, URFM, Croissance et Conduite des Peuplements Forestiers

*C'est pour aider les gestionnaires forestiers à optimiser leurs stratégies sylvicoles que Benoît Courbaud du Cemagref a modélisé la dynamique des forêts résineuses alpines.*

Cemagref Grenoble, UR Ecosystèmes Montagnards

*Analyse et modélisation de la croissance des arbres et des peuplements forestiers en relation avec la sylviculture, les conditions environnementales et le matériel génétique.*

INRA Nancy, LERFoB, Equipe Croissance et Production

*L'équipe développe des modèles de prédiction de l'évolution des peuplements et des populations et met au point des outils d'aide à la décision à l'intention des gestionnaires forestiers.*

Cirad Montpellier, UR Dynamique des forêts naturelles

## Pourquoi des plateformes ?

*Les chercheurs de l'INRA et du Cirad ont intégré leurs modèles dans CAPSIS, sous forme de modules, afin d'étudier les effets de la dynamique des peuplements sur la reproduction et la structure génétique, et les effets des facteurs génétiques sur la survie et la croissance. Les simulations portent sur quelques décennies et jusqu'à plusieurs centaines d'années.*

INRA presse, Évolution démogénétique en forêt : modèles et simulation

### **Modélisation**

*Mise en équation d'un phénomène complexe permettant d'en prévoir les évolutions (Robert)*

Travail des scientifiques

### **Simulation**

*Reproduction à l'aide d'un système informatique des caractéristiques et de l'évolution d'un processus ... Représenter artificiellement un fonctionnement réel (Robert)*

Travail des informaticiens

# Pourquoi des plateformes ?

Plusieurs approches possibles

Un problème -> un logiciel spécifique

Plusieurs problèmes -> un logiciel générique = une plateforme

Intérêts :

- mutualisation, réutilisation, partage
- synergies, les utilisateurs forment un réseau de fait
- pérennité, durée de vie
- réactivité, intégration rapide
- standard
- rentabilité, maîtrise des coûts (peu d'informaticiens)
- qualité partagée : installation, portabilité, support, multilingue, mode batch...
- homogénéité, connectivité
- support de valorisation
- vecteur de transfert vers des utilisateurs...

Nécessite un investissement (personnel, budget...) et le temps de la réflexion

## Des approches variées

Une plateforme : une approche + une thématique

- **Autour d'une structure de données**

AMAPmod/MTG...

- **Autour d'un modèle**

SILVA, Digiplant/Greenlab, STICS...

- **Par assemblage de briques**

OpenAlea...

- **Autour d'une méthodologie d'utilisation**

Capsis...

- **Autour d'un formalisme**

DEVS, Modélisation déclarative, Systèmes multi-agents...

- (...)

En fonction de l'existant et des objectifs,  
un porteur + un comité décisionnaire -> choix d'une approche adaptée

# Des modèles de développement

Une plateforme : **une approche** + **une thématique...**

+ **un système de licences de diffusion...**

Une *licence libre* simplifie les choses en banalisant le partage des codes sources mutualisés sans nécessiter des conventions perpétuelles. Certains composants peuvent avoir des licences non libres (suivant la charte).

Une *charte* peut expliciter les règles de participation des acteurs ainsi que leurs droits et devoirs.

+ **un modèle de développement**

*Classique* : le travail est fait par des développeurs (gourmand en personnel, meilleure qualité informatique, goulots d'étranglement).

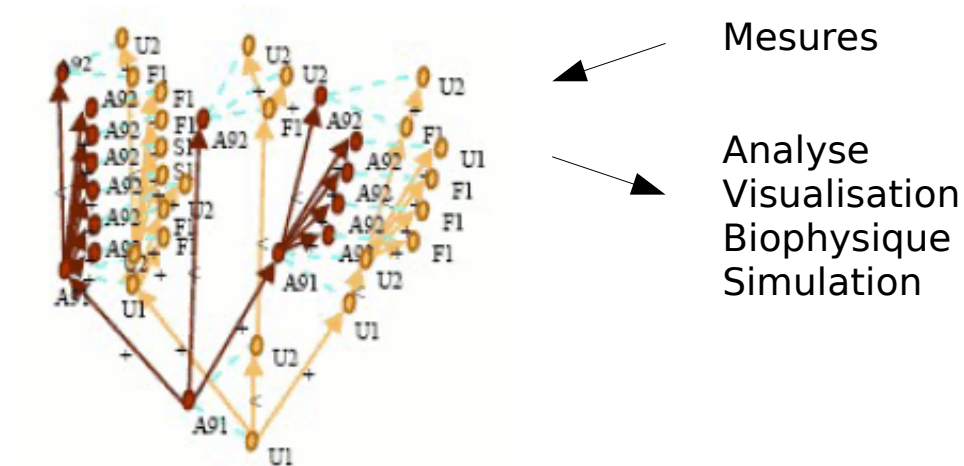
*Hybride* : co-développement (démultiplication de l'effort, formation délicate des scientifiques au développement assisté).

## Autour d'une structure de données

**Illustration** : AMAPmod / MTG

**Thématique** : Analyse de l'architecture des plantes

Langage d'interrogation / outils statistiques / analyse



Godin, C., Guédon, Y. et Costes, E., 1999. Exploration of plant architecture databases with the AMAPmod software illustrated on an apple-tree bybird family. *Agronomie*, 19(3/4): 163-184.

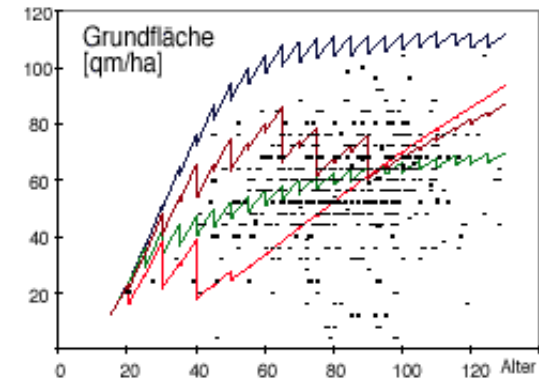
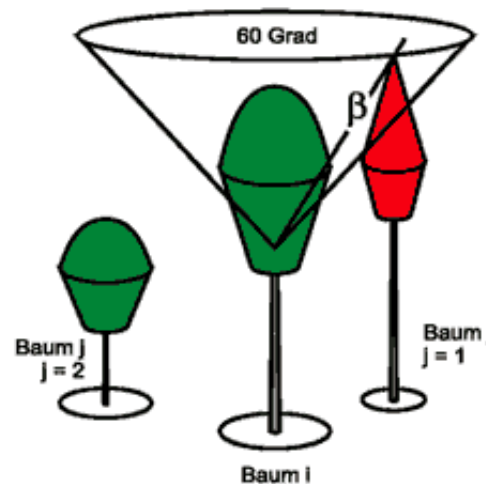
## Autour d'un modèle

**Illustration** : Silva

**Thématique** : Foresterie

*SILVA is a growth model starting the entire simulation process from the individual tree and its growth constellation. Thereby, a flexible model could be created permitting the simulation of the most diverse intermingling and structured stands, as well as tending regimes and regeneration methods.*

Norway Spruce (*Picea abies*), Silver Fir (*Abies alba*), Scots Pine (*Pinus sylvestris*), Common Beech (*Fagus sylvatica*), Sessile Oak (*Quercus petraea*) and Black Alder (*Alnus glutinosa*)



Pretzsch, H., Biber, P. and Dursky, J. (2002): The single tree-based stand simulator SILVA: construction, application and evaluation. *Forest Ecology and Management* 162 (2002) 3-21

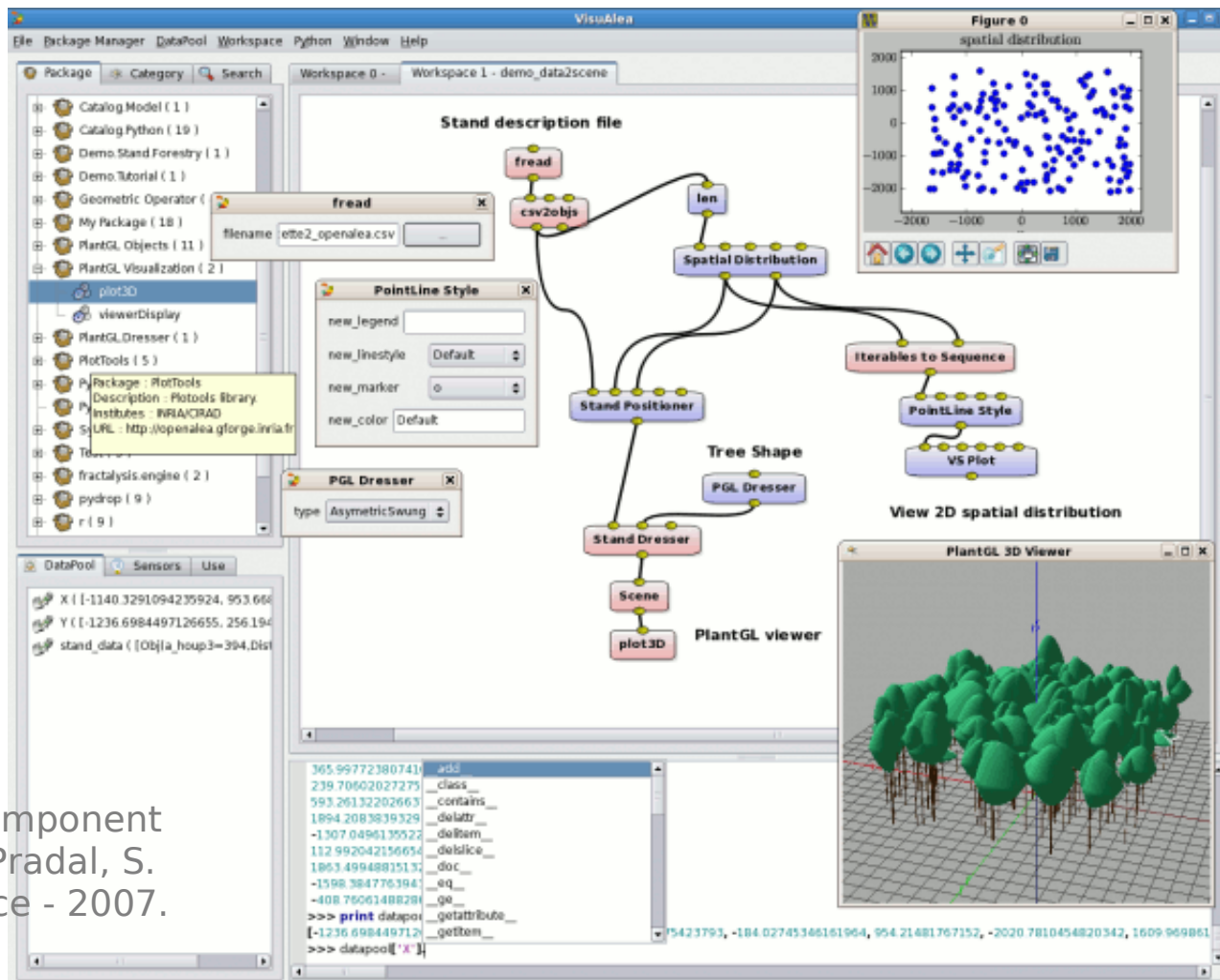


## Par assemblage de briques

**Illustration** : OpenAlea

**Thématique** : OpenAlea inclut des modules pour représenter, analyser et modéliser le fonctionnement et la croissance de l'architecture des plantes.

- Structures de données communes (tree graphs, sequences, scene graph) qui peuvent être partagées entre les paquetages.
- Un bus logiciel pour la découverte et la connexion de modules via des interfaces et adaptateurs.
- Une application pour connecter graphiquement les modules dans un paradigme de data-flow (...)
- Réutilisation de code C++, Fortran, (...) et développements en Python, portable
- Inclut à présent AMAPmod

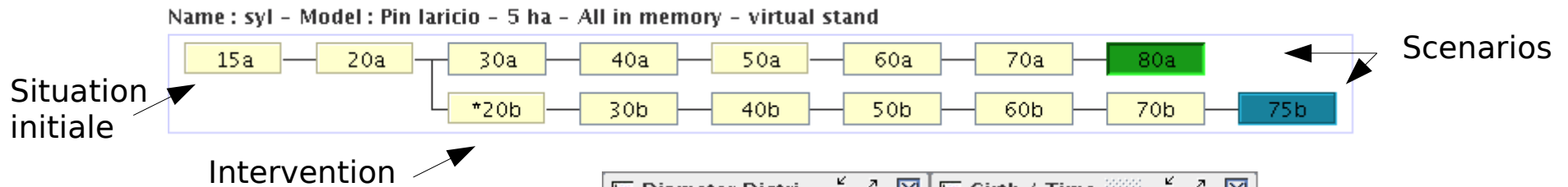


Openalea - Visual programming and component based software for plant modeling, C. Pradal, S. Dufour-Kowalski, Europython conference - 2007.

# Autour d'une méthodologie d'utilisation

**Illustration** : Capsis

**Thématique** : Croissance / dynamique forestière



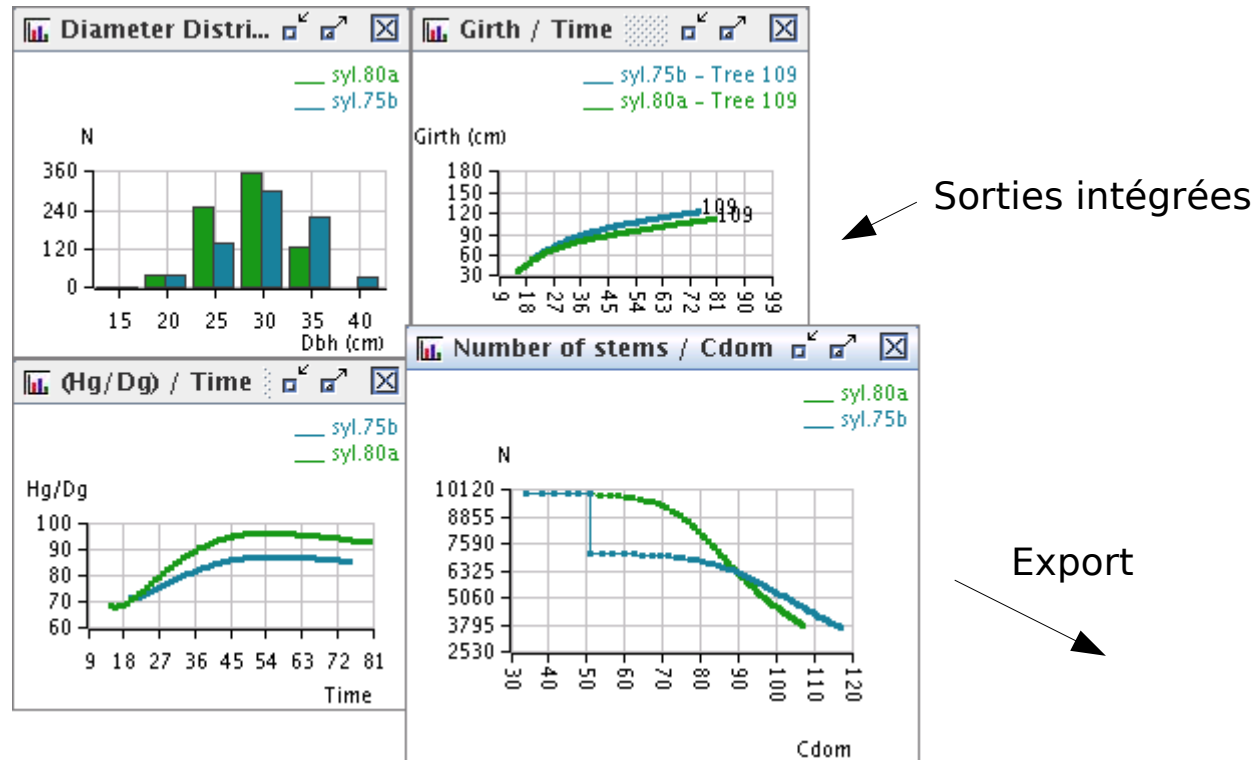
- Architecture noyau (stabilité), modules (modèles de croissance) bibliothèques, extensions (évolutivité)

- Modèles de types différents (peuplement, IBM, spatialisés ou non, avec parcellaires, agroforesterie...)

- Scénarios avec interventions

- parcimonie technique (Java, HTML)

- Interactif, batch, portable, bilingue



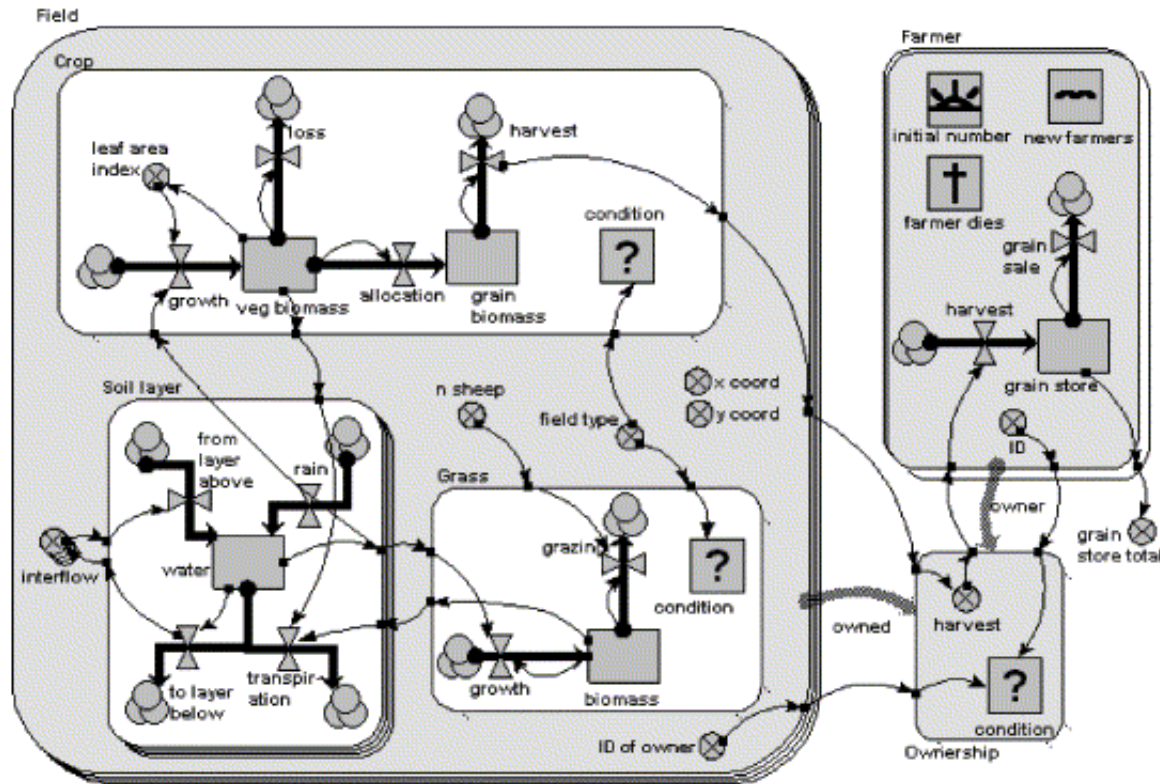
de Coligny F., 2008. Efficient Building of Forestry Modelling Software with the Capsis Methodology. In: Fourcaud T, Zhang XP, eds. PMA06 - Plant Growth Modelling and Applications. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society, in press.

## Autour d'un formalisme

**Illustration** : Simile

**Thématique** : Ouverte, problématiques environnementales

Modélisation déclarative

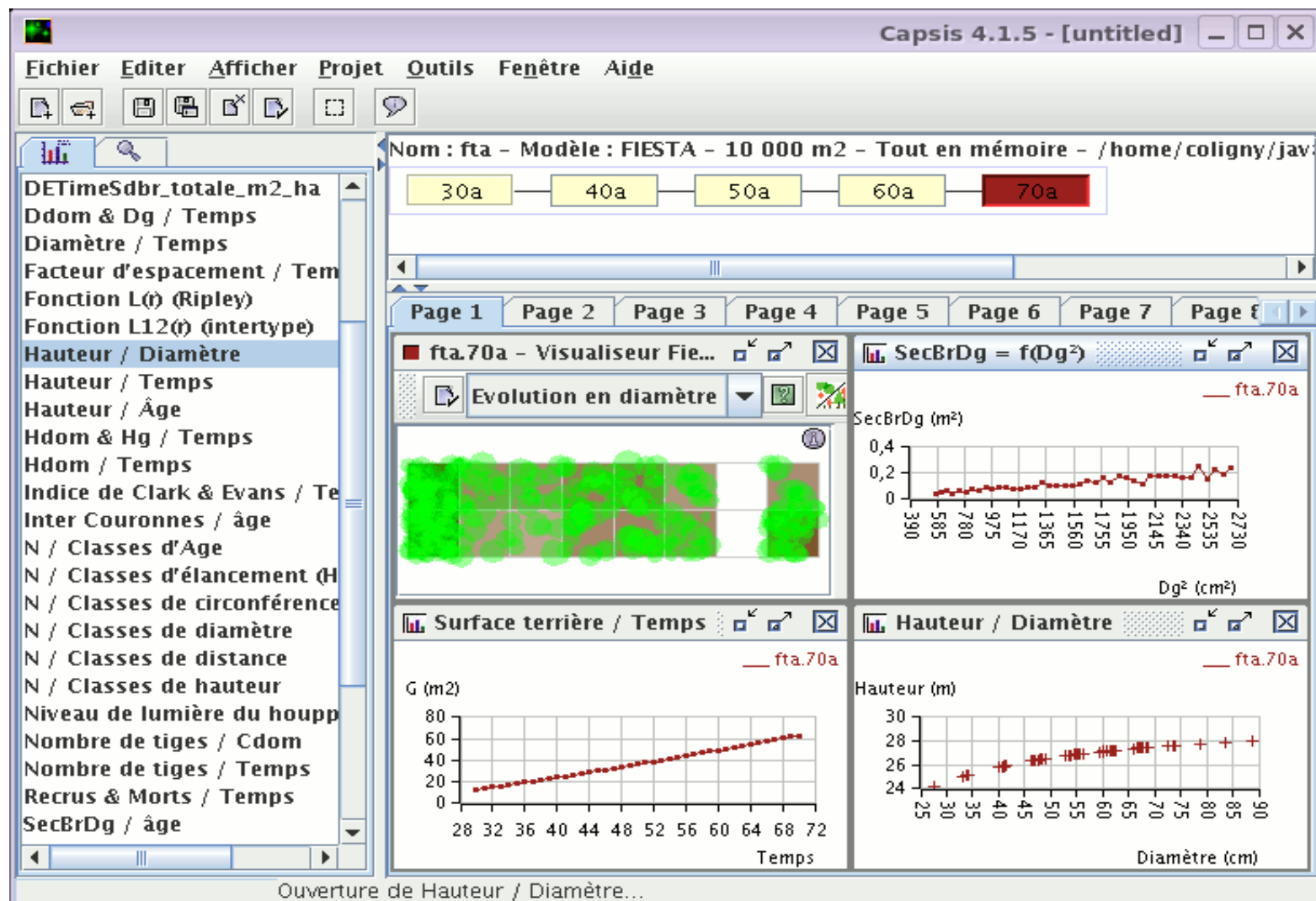


Un exemple de diagramme Simile

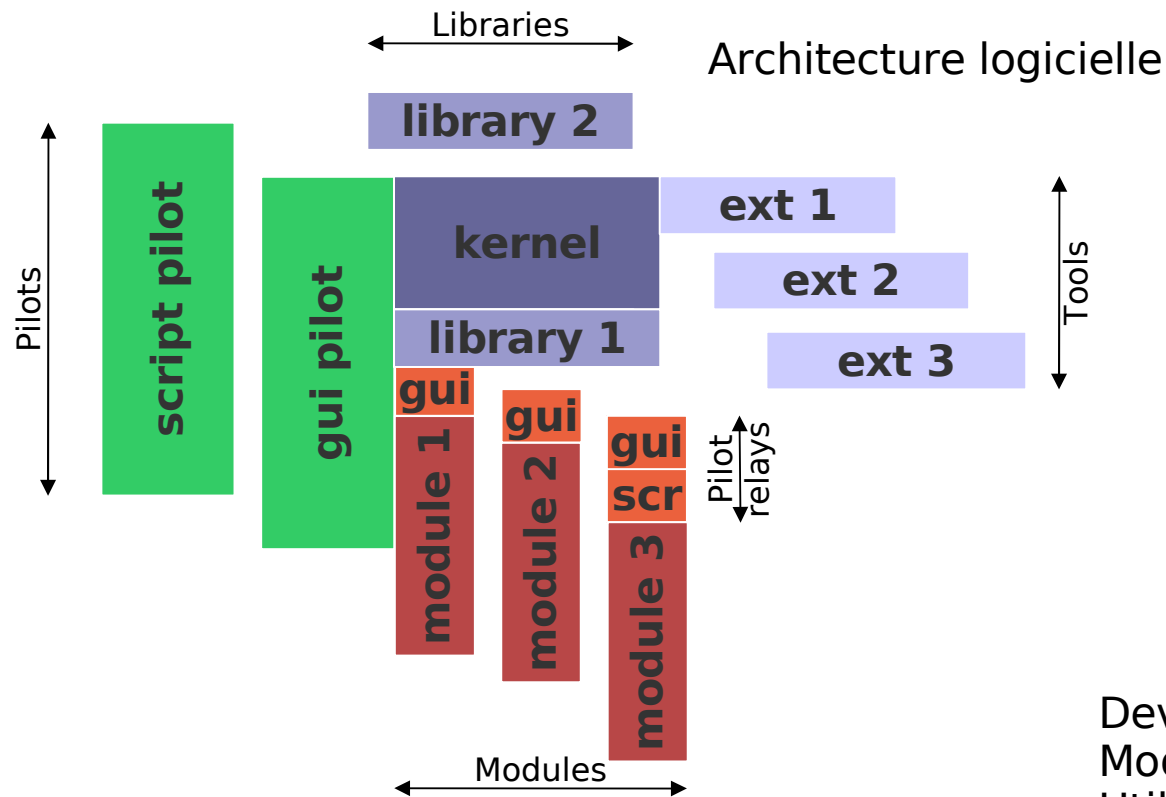
Robert Muetzelfeldt and Jon Massheder, 2003. The Simile visual modelling environment. European Journal of Agronomy, Volume 18, Issues 3-4, pp. 345-358.

## Illustration : le projet Capsis

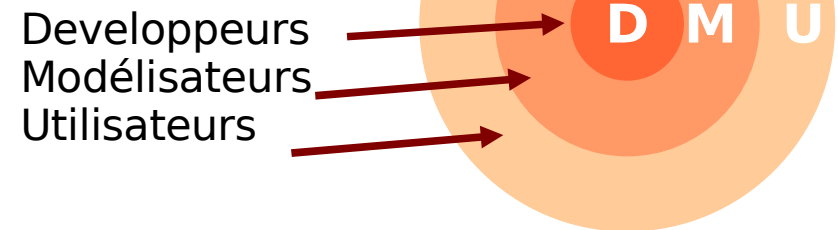
**Objectifs :** Construire une **plate-forme logicielle** pour **intégrer** des modèles de croissance et de dynamique forestière pour les modélisateurs, gestionnaires forestiers et l'enseignement



# Organisation du projet Capsis



## Rôle des acteurs



Règles de participation claires

- **La partie commune est libre (LGPL)**
- **Règles dans la charte Capsis**

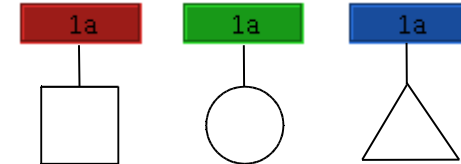
Les modélisateurs développent leurs modules,  
Les modules appartiennent à leurs auteurs,  
Les codes sources sont partagés...

La communauté Capsis :  
Developpeurs + Modélisateurs  
co-developpent ensemble

# Spécificités de Capsis

La structure de données peut être différente pour des modèles de types différents

Ex : modèle de peuplement, modèle en classes de diamètre, modèles individu-centrés, modèles spatialisés, modèles mixtes...



-> plusieurs thématiques possibles  
Actuellement : (1) **foresterie** [et (2) dynamique de poissons]

**Stabilité** : le noyau ne change pas souvent

**Evolutivité** : des extensions partout

- Modes interactif / script
- Interfaces français / anglais (anglais seulement dans les codes)
- Connexions possibles avec d'autres simulateurs
- Système de groupes avec des extensions filtres

Capsis kernel

Extension manager (390)	Data extractor (182)
	Data Renderer (6)
	Economic function (7)
	Filter (12)
	Generic tool (6)
	Grouper display (3)
	Intervener (26)
	loformat (71)
	Lollypop (1)
	Memorizer (4)
	Model tool (18)
	Object viewer (24)
	Stand viewer (30)

Méthodologie :



## Ex: Un modèle de peuplement

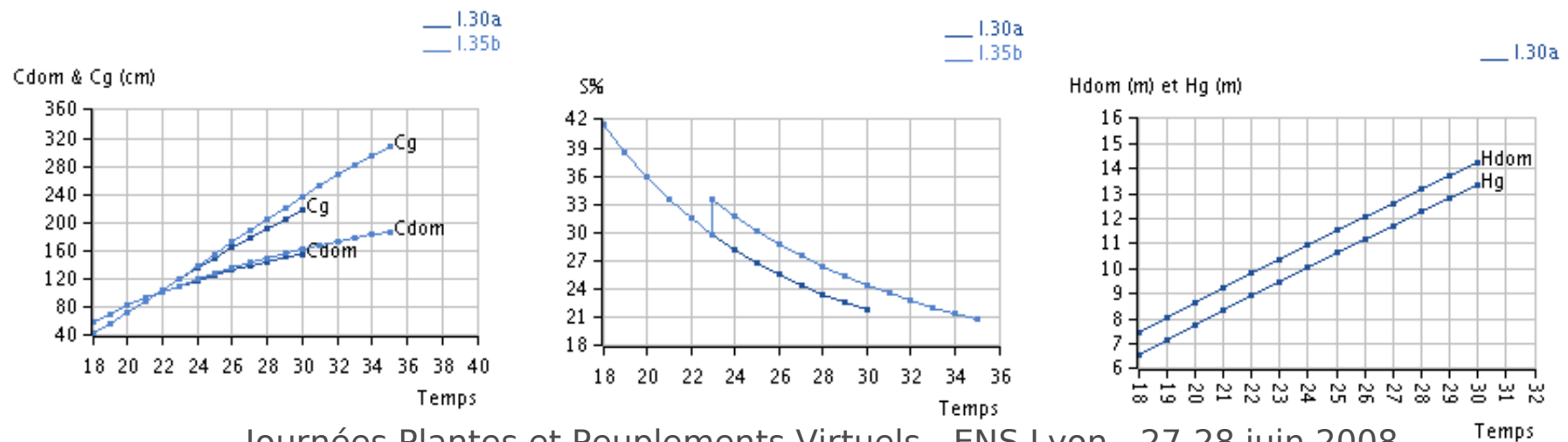
### Lemoine - Dune (depuis 2006)

Partenariat INRA Bordeaux - ONF autour de la modélisation du Pin Maritime, introduction d'un modèle Peuplement dans Capsis

Implémentation du modèle peuplement de Lemoine dans Capsis, puis amélioration grâce à des données du GIS Coopérative de Données et d'autres essais ONF

Développement basé sur la structure informatique du modèle de peuplement ISGM chinois intégré en juin 2006 avec Hong Lingxia (Chinese Academy of Forestry)

Intégration grandement accélérée grâce à la reprise de cette base et à l'expérience Capsis de C. Meredieu et T. Labbé

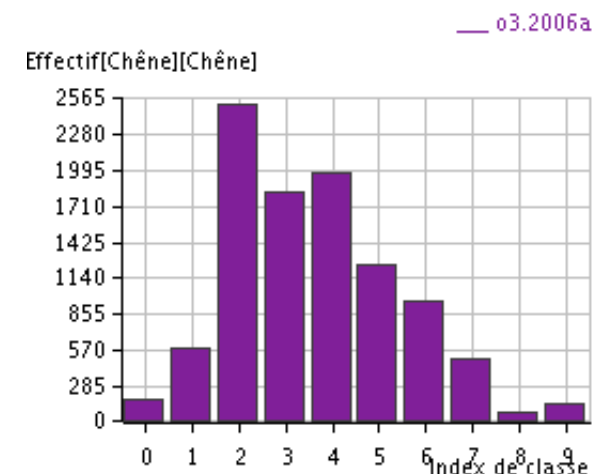
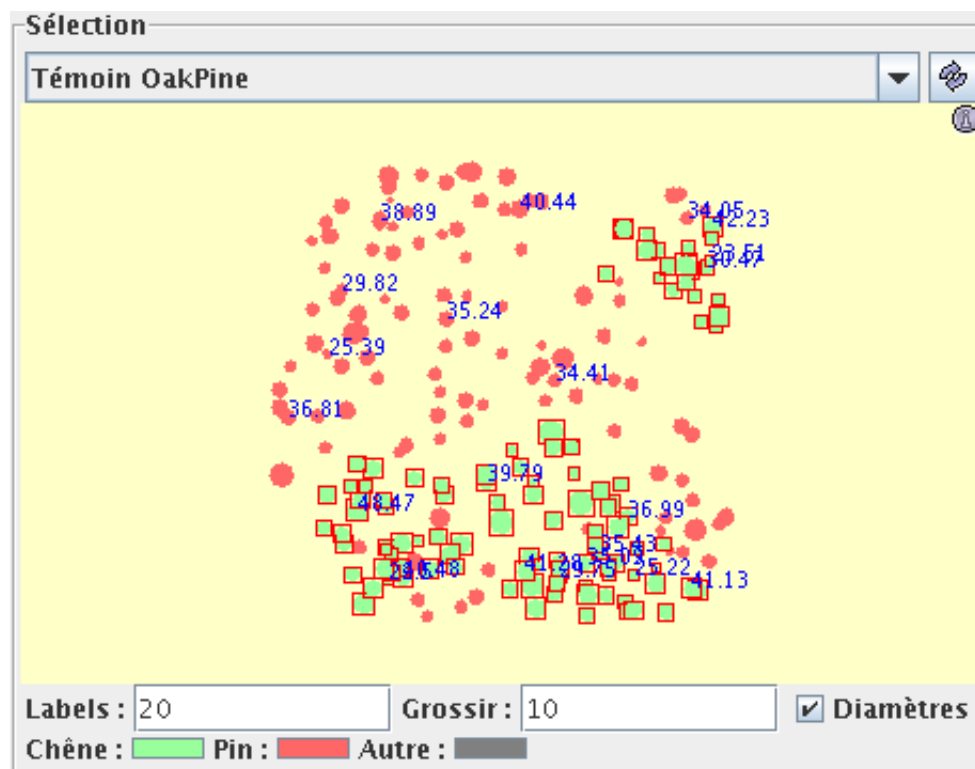
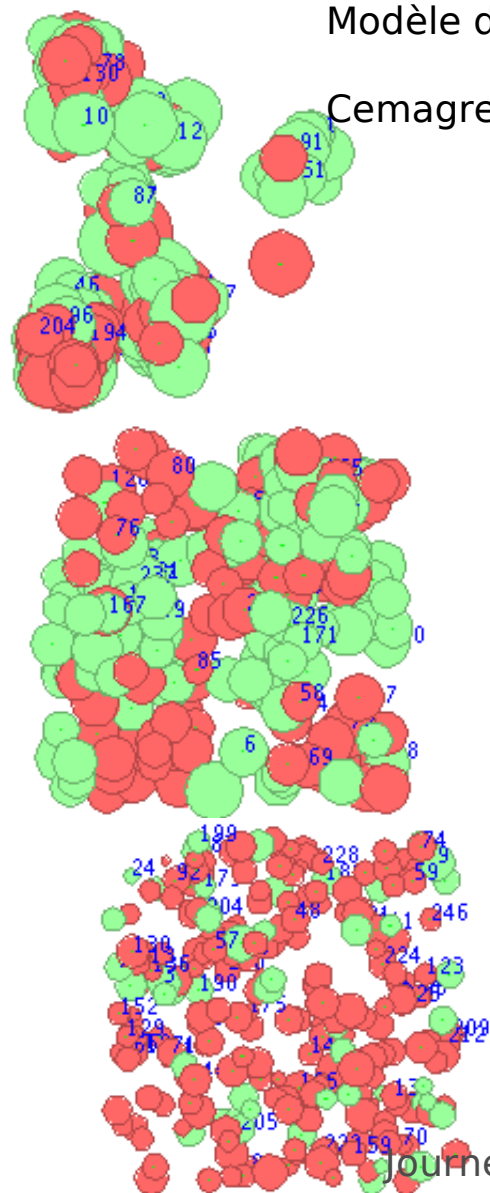


## Ex: Un modèle de forêt mélangée

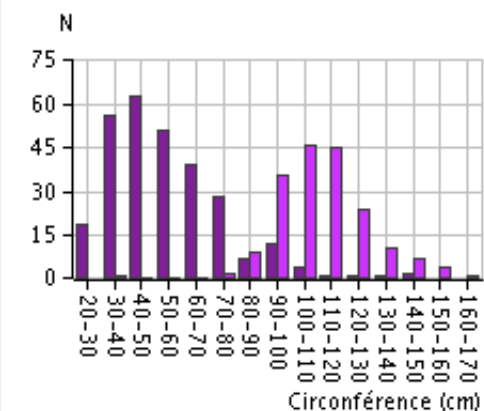
### OakPine (depuis 2007)

Modèle de dynamique pour forêt mélangée Chêne - Pin

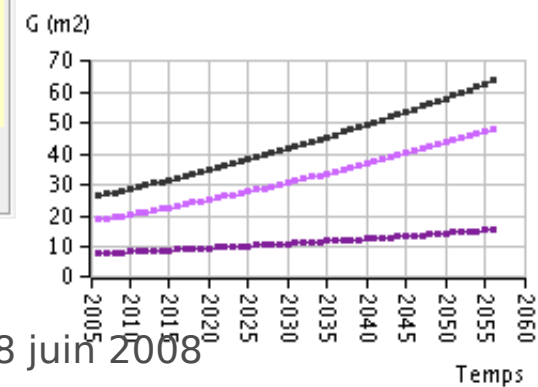
Cemagref Clermont-Ferrand et Nogent sur Vernisson



— o3.2006a - Espèce.Chêne  
— o3.2006a - Espèce.Pin



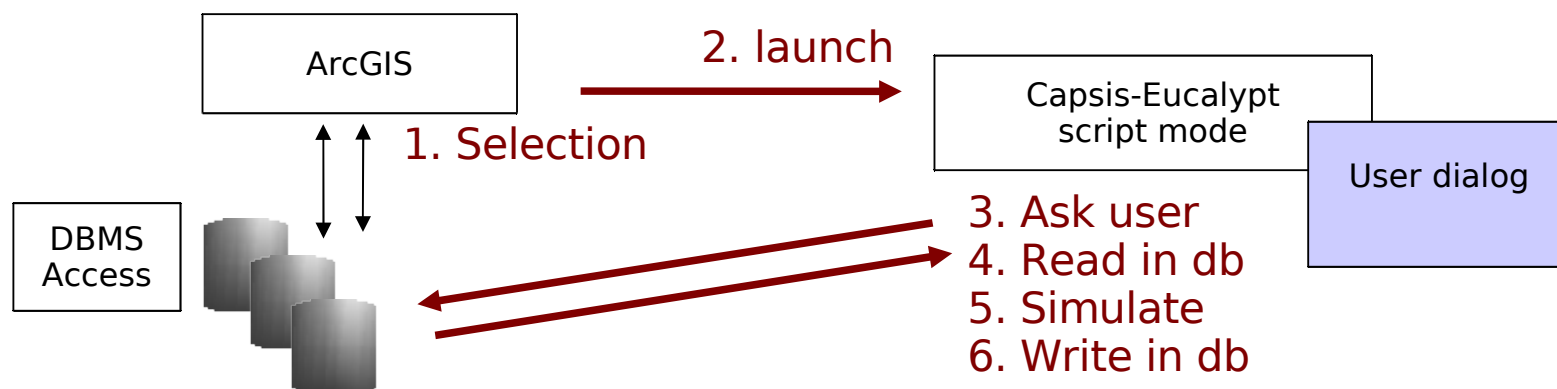
— o3.2056a - Espèce.Chêne  
— o3.2056a - Espèce.Pin  
— o3.2056a





## Ex: Connexion SIG-Capsis Eucalypt-dendro

Basé sur Eucalypt (depuis 2001)



- Elaboration d'un outil d'aide à la gestion des plantations d'eucalyptus au Congo

- 42000 hecatres plantés sur savane littorale, 150 clones sur 2000 parcelles

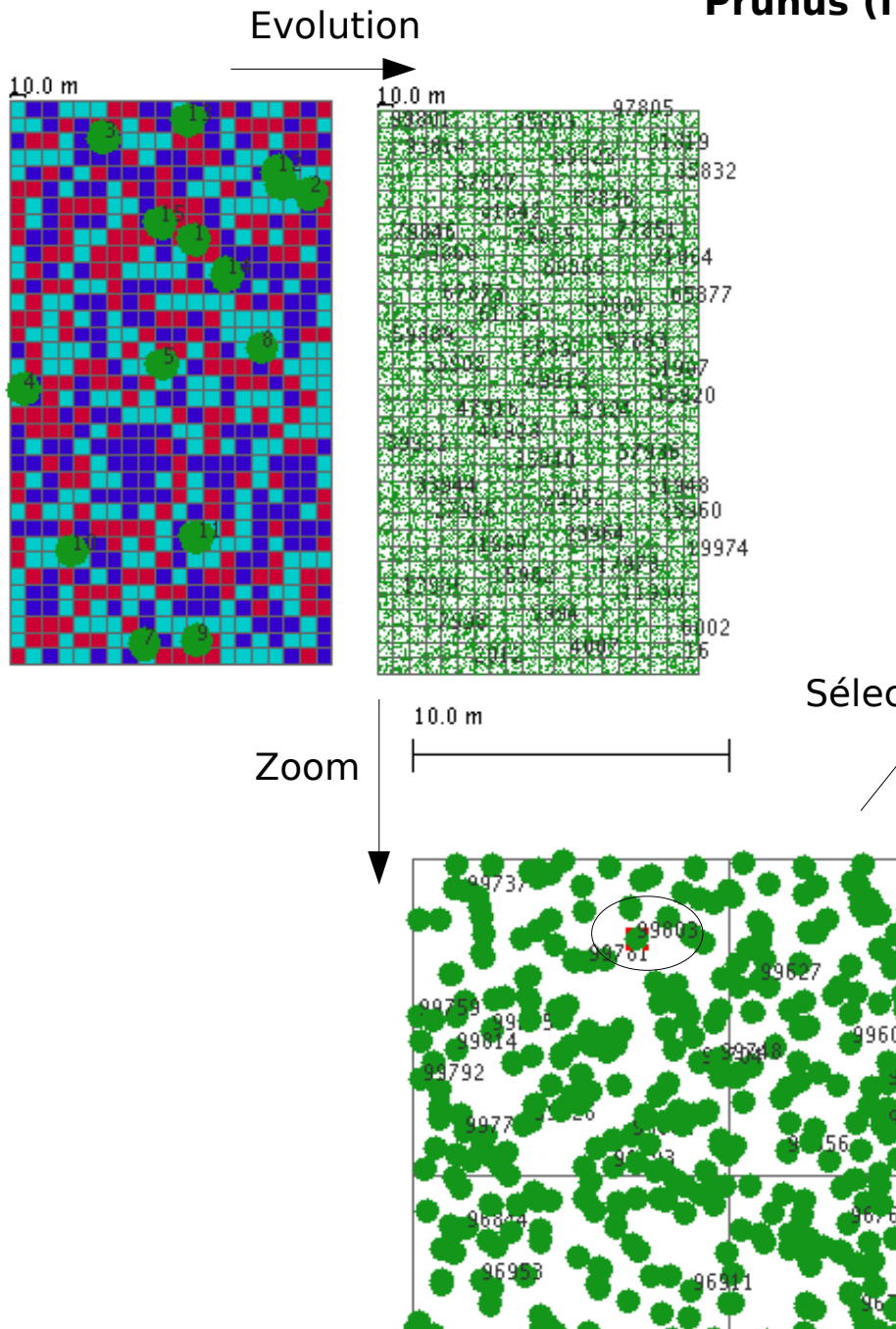
- Eucalypt-dendro : un MAID basé sur des relations allométriques -> pour aide à la gestion

- Information sur le massif en temps réel, prédictions liées à la croissance des arbres, calibration et validation du modèle

- SIG : ArcGIS v9 (ESRI)

## Ex: Dispersion de graine et de pollen

**Prunus (fin 2007)**



- Etude des effets de la dispersion des graines par les animaux dans des paysages hétérogènes

- Utilisation mode script / bibliothèque génétique

**Trees inspector**

99803

Navigation: < > Home PruTree

Field	Value
Age	0
AlleleParameters	capcis.lib.genetics.G...
Bsd	1.0
Cell	Sq...
Consanguinity	0.0
CreationDate	1
Dbh	0.0
Fecundity	0.0
GeneticsVersion	2.0
GenoSpecies	Pru...
Genotype	cap...
Genotyped	<input checked="" type="checkbox"/>
GlobalConsanguinity	-1
Height	0.0
Id	99...
Impl	cap...
MId	9
Marked	<input type="checkbox"/>
MaternalNeighbour	-1

**Trees inspector**

99803

Navigation: < > Home IndividualGenotype

Field	Value
EMPTY_INDIVIDUAL_G...	capcis.lib.genetics.Em...
EMPTY_MULTI_GENOT...	capcis.lib.genetics.Em...
MCytoplasmicDNA	chert01
NuclearDNA	
PCytoplasmicDNA	

**Tree**

99803

col 0	col 1
15	18
16	14
18	13
18	11
13	17
18	17
13	15
11	12
13	18
17	18

Sélection

ADN nucléaire de l'arbre 99803

## Ex: Projet couplé à un modèle intégré dans Capsis

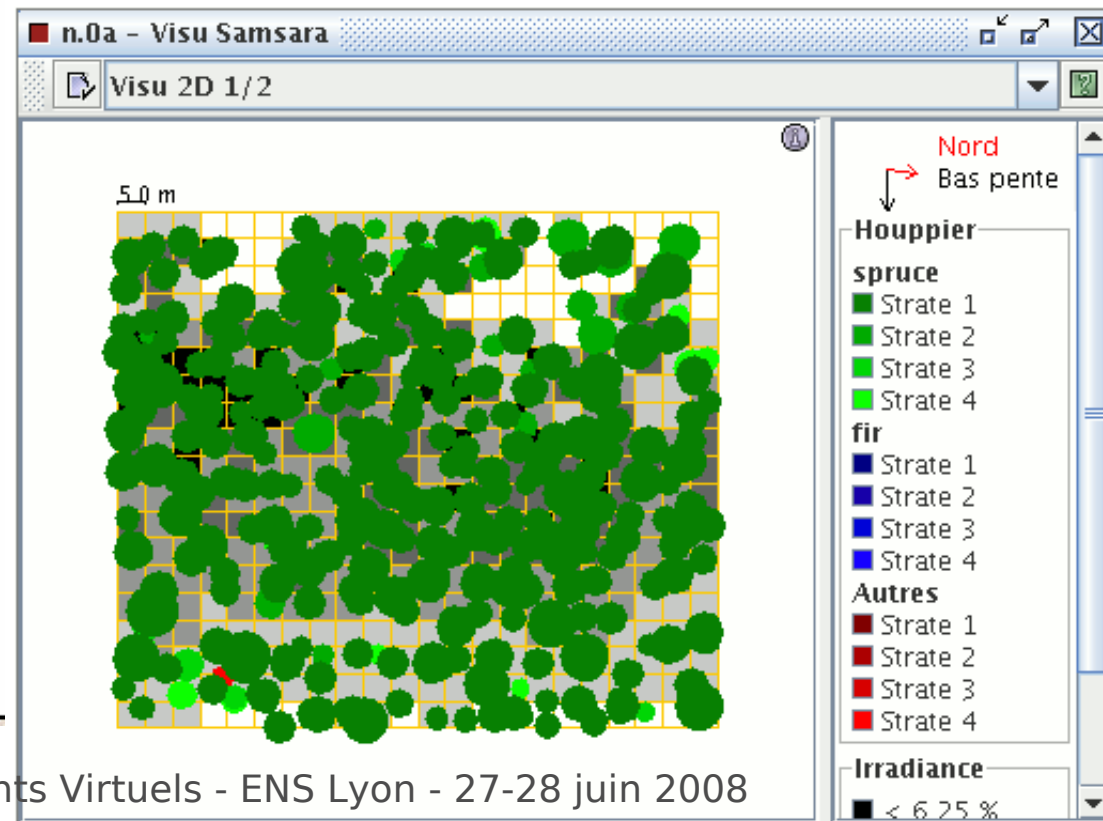
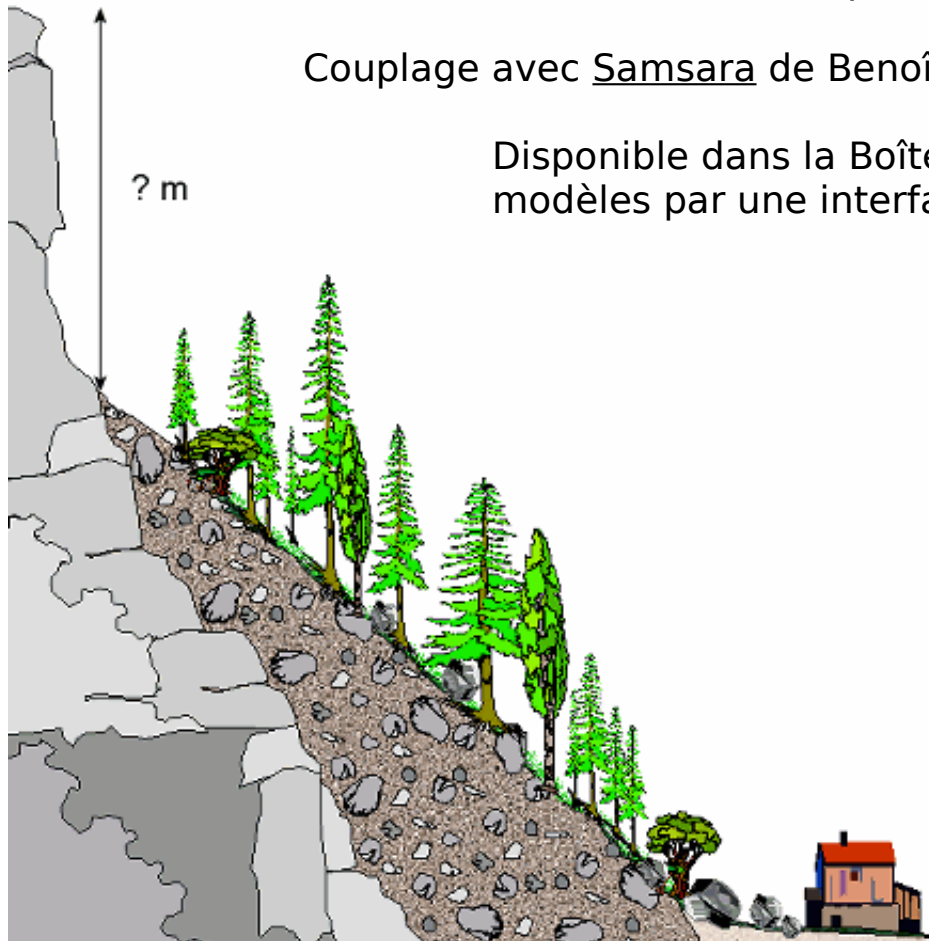
### Rockfornet (intégré en 2006)

Intégration de l'outil Rockfornet dans Capsis

Estimation de l'aléa résiduel probable de chutes de pierres (ARP) à l'aval d'une forêt

Couplage avec Samsara de Benoît Courbaud

Disponible dans la Boîte à outils, adaptable à d'autres modèles par une interface "RockfornetStand"



## Ex: Atelier de Qualité du Bois

## Wood Quality Workshop (depuis 2005)

En aval d'un modèle de croissance (Pin radiata, Pin maritime, Chêne), algorithmes de billonnages, possibilité de sciage

**Atelier Qualité du Bois - f.150a**

**Résultats des calculs de billonnages**

- Id job	Type	Statut	Resultat	Lancement	Dernier statut
8	GeoLog	Finished	82 billons	10/03/08 11:44:21	10/03/08 11:44:49
5	Billonnage systématique	Finished	690 billons	15/02/08 16:58:51	15/02/08 17:00:33

**Billons du calcul sélectionné**

Id pièce	+ Id arbre	Rang dans...	Effectif	Nb disques	Nb branches	Nb poin
1	1	1	1.0	3	0	
2	1	2	1.0	10	0	
3	1	3	1.0	21	0	

**Billonnage de chêne**

Liste des produits (priorité décroissante): souche, **tranchage**, merrain, plot, sciage, lvi, particule, feu, sommet

Règles de billonnage

tranchage

- nombre maximal / arbre : 1
- houppier accepté :
- longueur minimale (m) : 1.0
- longueur maximale (m) : 2.2
- diamètre minimal (cm) : 50.0
- position relative du diamètre : 0.5 (0=gros bout à 1=fin bout)
- diamètre sur écorce :
- prix / m3 :  $2.530968078 * \text{diam} + -143.5791565$
- notes minimales de qualité d'arbre aléatoire (0 à 1): n° 1: -1.0 n° 2: -1.0 n° 3: -1.0
- diamètre maximal (cm) : 140.0
- diamètre maximal du coeur branchu (cm) : 10.0
- rapport maximal coeur branchu / duramen : 1.0

**Visu billons 2D**

Hauteur (m)

18 sommet, 17 feu, 16 feu, 15 feu, 14 feu, 13 feu, 12 feu, 11 feu, 10 feu, 8 particule, 7 particule, 6 particule, 5 sciage, 4 sciage, 3 sciage, 2 tranchage, 1 souche

Legend: Aubier (yellow), Duramen (orange), Ecorce (brown), Base de houppier (red), Bois juvénile (green)

**Log viewer 2D**

Height (m)

7 [0], 6 [-1], 5 [2], 4 [2], 3 [2], 2 [2], 1 [2]

Legend: Sapwood (yellow), Bark (brown), Juvenile wood (green)

Options:  Noms  Légende Aide

Options:  Names  Legend Help

Dialogue annulé  
Job 8 starting for 5 trees: 1 4 6 7 9 ...  
Job 8 finished

## Ex: Capsis comme base de partenariat inter-organismes

### Inventaire Forestier National (depuis 2006)

l'IFN a choisi Capsis pour la partie simulation de ses outils d'évaluation de la ressource

Modèle par classes d'âge implémenté au deuxième semestre 2006

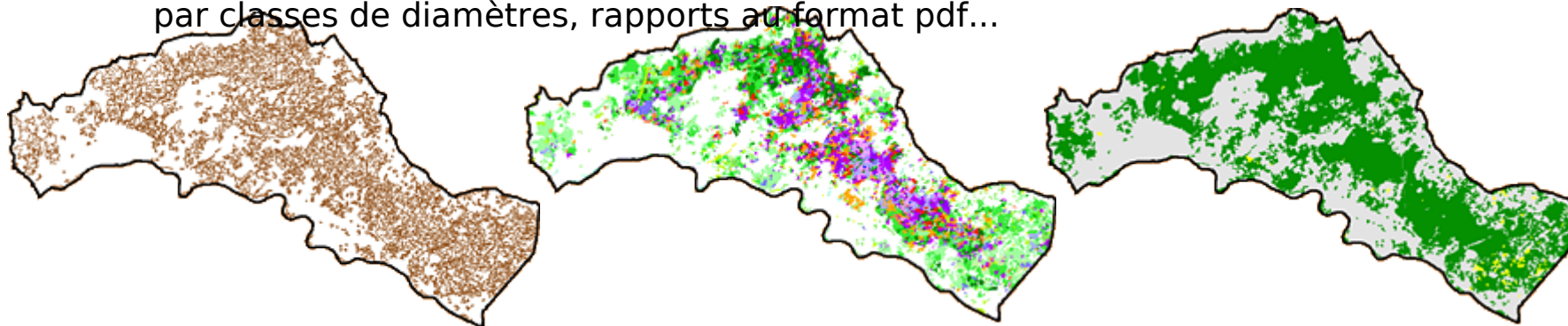
Utilisé en début d'année 2007 pour une étude de ressource et de disponibilité en bois en région Auvergne

Capsis a été utilisé en mode interactif pour environ 7 peuplements, chacun avec 1 à 2 itinéraires sylvicoles

L'option base de données permet ensuite de manipuler facilement les résultats en les ventilant, puis en les agrégeants

Résultat sur [www.dispoboisauvergne.ifn.fr](http://www.dispoboisauvergne.ifn.fr)

Actuellement : travail sur mode batch pour pouvoir lancer des simulations sur plusieurs modèles et peuplements en même temps, bientôt : intégration du modèle par classes de diamètres, rapports au format pdf...



Modèle de biomasse forestière, taillis à courte rotation, partie croissance réduite, accent mis sur les itinéraires d'exploitation (de l'abattage au bois rendu usine) et la synthèse économique et environnementale

# Ex: Bilan Economique

## Regix (depuis 2007)

■ r.*2a - Bilan Economique									
Rotation	An	Opération	Détail	Type	Quantité...	Unité	Prix unit...	Gazole(l)	Total parcelle
1	0	Nettoyage parcelle / Broyage végétation	Girobroyeur ou disques	Mécanis...	1	ha	75,00 E...	0	-75,00 EUR
1	0	Herbicide en plein préparation	Roundup (3l/ha)	Intrant	3	l	10,00 E...	0	-30,00 EUR
1	0	Herbicide en plein préparation	Application	Mécanis...	1	ha	60,00 E...	6	-60,00 EUR
1	0	Fertilisation avant labour	Engrais 100 U P2O5 (super 45%)	Intrant	222	kg	0,22 EUR	0	-48,84 EUR
1	0	Fertilisation avant labour	Application	Mécanis...	1	ha	30,00 E...	12,6	-30,00 EUR
1	0	Labour profond	Labour 35-40 cm	Mécanis...	1	ha	160,00 ...	30,7	-160,00 EUR
1	1	Reprise labour	Disques ou Herse rotative	Mécanis...	1	ha	100,00 ...	3,75	-100,00 EUR
1	1	Boutures	1000 tiges/ha		1 000		0,30 EUR	0	-300,00 EUR
1	1	Plantation manuelle	1000 boutures / h / jour		1	ha	150,00 ...	0	-150,00 EUR
1	1	Herbicide de prélevée sur ligne année 1	Gardenet paysage 3,5 l/ha sur...	Intrant	3,5	l	85,00 E...	0	-297,50 EUR
1	1	Application année 1	Tracteur + rampe	Mécanis...	1	ha	60,00 E...	6	-60,00 EUR
1	1	Entretien entre lignes année 1	Herse rotative	Mécanis...	1	ha	100,00 ...	16,6	-100,00 EUR

### ■ r.\*2a - Synthèse financière

Taux d'actualisation % [0,100] : 4.0  Appliquer aux dépenses et recettes

Unité des quantités : MWh

**Synthèse globale projet :**

Quantité	Quantité ga...	Coût culture	Coût exploit...	Revenu	TIR (%)	BAo	BASIo	Annuité con...
1 039	2 047,586	2 208,84 ...	11 962,34...	17 253,36...	2,129	-945,64 EUR	-1 080,85 ...	-43,23 EUR

**Synthèse projet : détail par produit :**

Produit	Quantité	Quantité gazole	Coût exploitation	Revenu	Solde
plaquettes bord d...	412,964	0	5 282,92 EUR	6 121,00 EUR	838,08 EUR
billon usine	625,886	0	6 679,41 EUR	11 132,35 EUR	4 452,94 EUR

**Synthèse projet : détail par produit et rotation :**

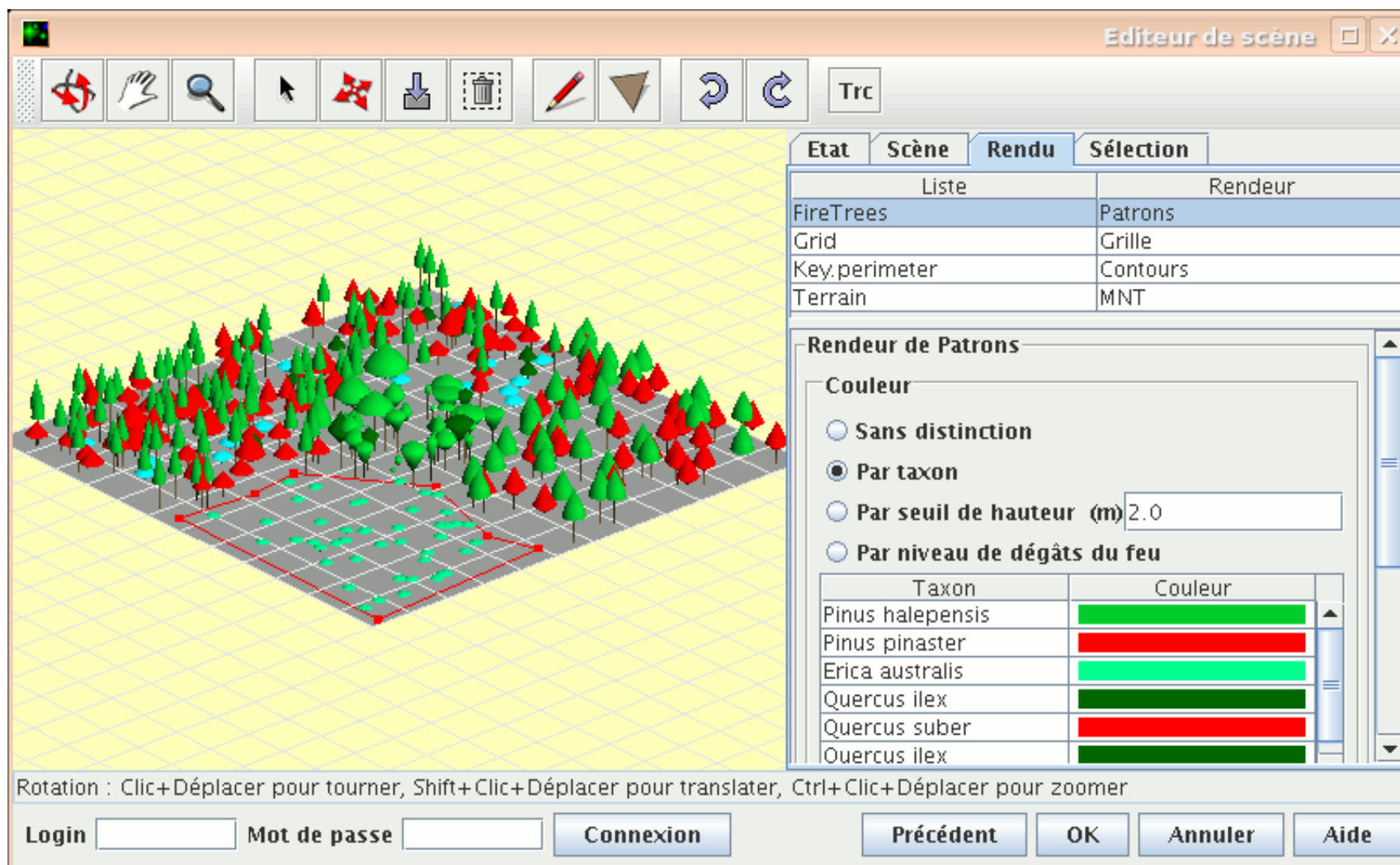
Rotation	Produit	Quantité	Quantité gazole	Coût exploitation	Revenu	Solde
1	plaquettes bor...	412,964	0	5 282,92 EUR	6 121,00 EUR	838,08 EUR
2	billon usine	625,886	0	6 679,41 EUR	11 132,35 EUR	4 452,94 EUR
2	plaquettes bor...	93,988	0	1 374,52 EUR	1 393,10 EUR	18,57 EUR

## Ex: Capsis comme support d'un projet européen

### FireParadox (depuis 2007)

Régulation de la dynamique des écosystèmes naturels par le feu (brûlage dirigé), prévention des incendies de forêts (partenaire local : URFM Avignon, équipe PIF)

Besoin d'un logiciel pour placer le combustible en 3D, exporter vers un code de calcul, prévision d'un module de repousse après feu



## Actions de Transfert

22 oct 2007 : **Mathieu Fortin** and **Sylvain Turbis** organised a training session on Capsis and the SaMARE model for 13 people outside the Department of Natural Resources and Wildlife on September 12 in Quebec City. The trainees were from **timber companies, consulting firms** and **forest cooperatives** from several regions of Quebec where Maple is present.

20 août 2007 : On June 7th 2007, **Céline Meredieu** and **Thierry Labbé** (INRA Bordeaux) presented Capsis and the PP3 module to foresters. Thirty three participants came from **CASFA, CPFA, CRPF, GFOGARGPF Sud-Landes, Groupama, ONF, SODEF**. This session was jointly **organised by INRA, CRPF Aquitaine and ONF**. The presentation began by the context of the Sylvogène project (Pôle de compétitivité Industrie et Pin du futur) with Sebastien Drouineau (CRPF). Then Céline Meredieu presented Capsis and theoretical and conceptual information about the PP3 project. Dominique Merzeau (CPFA), Sebastien Drouineau (CRPF) and Didier Canteloup (ONF) showed how to use Capsis/PP3 for various applications. (...)

15 jan 2007 : On January 10th, **Mathieu Fortin** and **Sylvain Turbis** (Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF), Québec, Canada) presented Capsis and the Samare module to **foresters from MRNF region 06 and 07**. Four of the seven participants came from the region 06 (BR06, UG61, UG62, UG64), and the three others were from the region 07 (BR07, UG71, UG72) (BR ? regional office, UG ? management unit). (...)

28 nov 2006 : On October 17th, **Thomas Pérot** and **Sandrine Perret** (Cemagref Nogent sur Vernisson) organized a second session to transfer to the French Forestry Office (ONF) the Laricio and Sylvestris modules. Two of the three participants came from the **ONF DT Centre Ouest**, and the third was from the **ONF DT RD based at Fontainebleau**. (...)

29 juin 2006 : In Orleans, training session by **Patrick Vallet** to the Fagacees model and how to use it in the Capsis platform for the colleagues of the **French Forestry Office (ONF)**. The session was **organized by Sandrine Verger (ONF-DT Centre-Ouest)** and welcomed 12 participants (12.6.2006).



<http://capsis.free.fr>



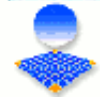
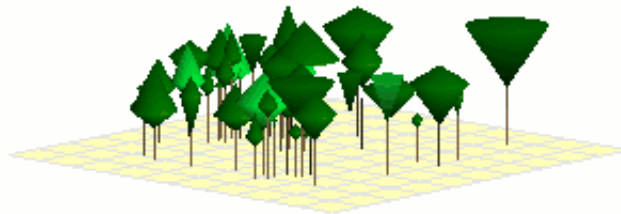
## Capsis

UMR Cirad - CNRS - INRA - IRD - Université Montpellier II  
 botAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes  
 (AMAP)



- [Accueil](#)
- [Capsis](#)
- [Charte](#)
- [Publications](#)
- [Documentation](#)
- [Téléchargement](#)
- [Projets](#)
- [Aperçus](#)
- [Notes](#)
- [Liens-Accès](#)

Capsis is a simulation platform for forestry growth / dynamics models. It is a tool for forestry researchers, forest managers and educational purposes.



[English](#)

- ▶ The 2008 Capsis modellers training session took place in Montpellier on february, 13-14 with 10 trainee modellers. 3.3.2008
- ▶ The graphical Extension Manager (in the Tools menu) was enhanced. It is now possible to manage extensions compatibility for all kinds of extensions either with a veto system or by creating an exhaustive list of compatibility for a given model. The built-in compatibility system is still available by default. See the documentation page > Technical files entry for more information. 26.10.2007
- ▶ Mathieu Fortin and Sylvain Turbis organised a training session on Capsis and the SaMARE model for 13 people outside the Department of Natural Resources and Wildlife on September 12 in Quebec City. The trainees were from timber companies, consulting firms and forest cooperatives from several regions of Quebec where Maple is present. 22.10.2007
- ▶ The Translation Assistant was added into Capsis to ease the translation of the user interface in french and english by just typing F2 on a dialog box. See the related technical file in the Documentation page. 22.8.2007
- ▶ On June 7th 2007, Céline Meredieu and Thierry Labbé (INRA Bordeaux) presented Capsis and 20.8.2007

