

# **Modélisation de la dynamique forestière à l'échelle du massif avec le métamodule SIMMEM :**

## **structure, initialisation et prise en compte de la desserte**

***P. Vallet<sup>1</sup>, V. Cucchi<sup>1</sup>, F. de Coligny<sup>2</sup>, P. Dreyfus<sup>3</sup>, F. Berger<sup>4</sup>, T. Cordonnier<sup>4</sup>***

*1 – UR « Ecosystèmes Forestiers », Cemagref Nogent*

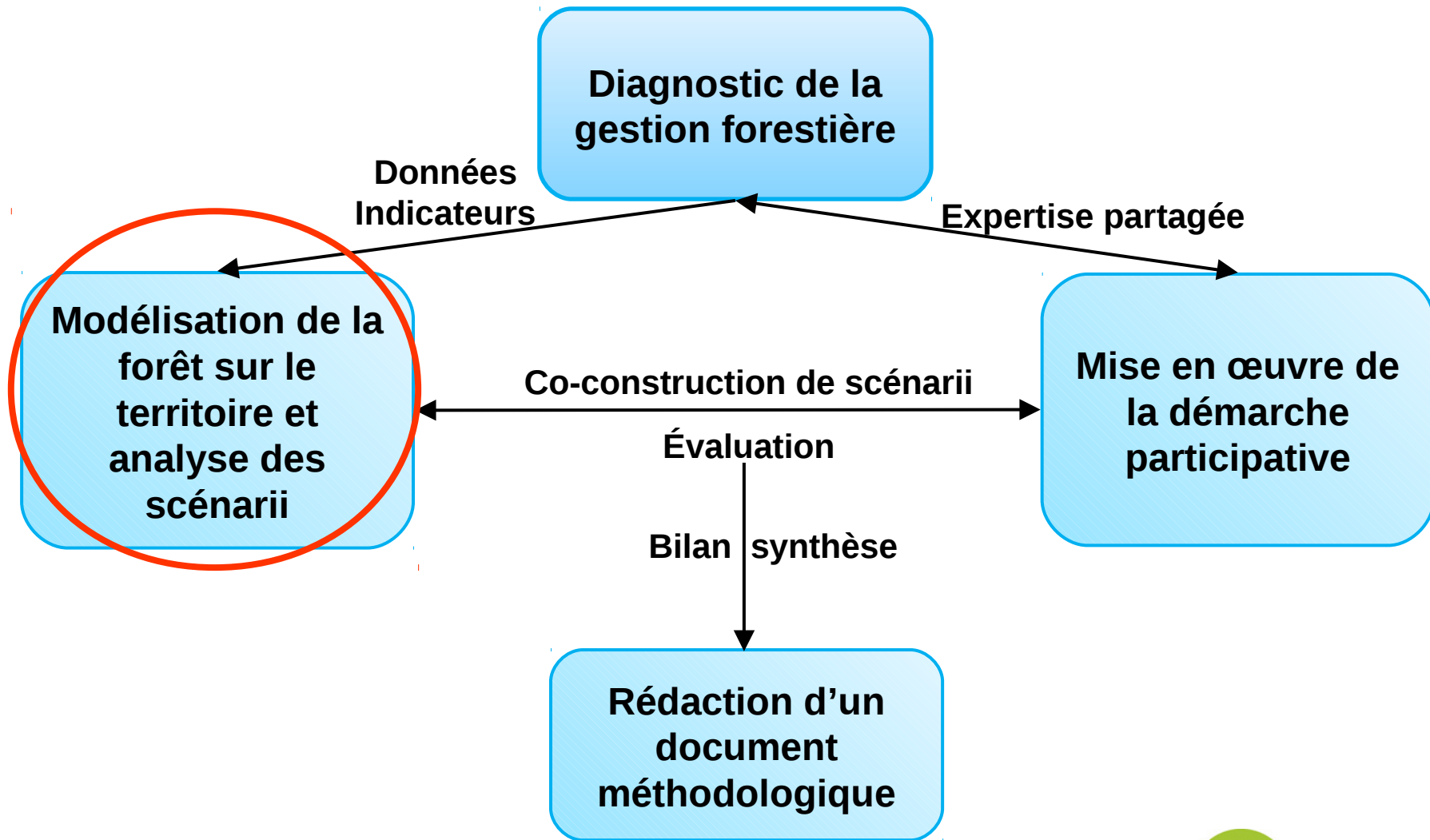
*2 – UMR « AMAP », Cirad-Cnrs-Inra-Ird-Université Montpellier II*

*3 – UR « Écologie des Forêts Méditerranéennes »*

*4 – UR « Ecosystèmes Montagnards », Cemagref Grenoble*

Journées FORGECO  
Paris – 22 et 23 mars 2011

# Quatre grandes tâches





# Construction d'un outil : SIMMEM

**SIMMEM** : **SI**mulateur **M**ulti**M**odules pour l'**E**chelle **M**assif

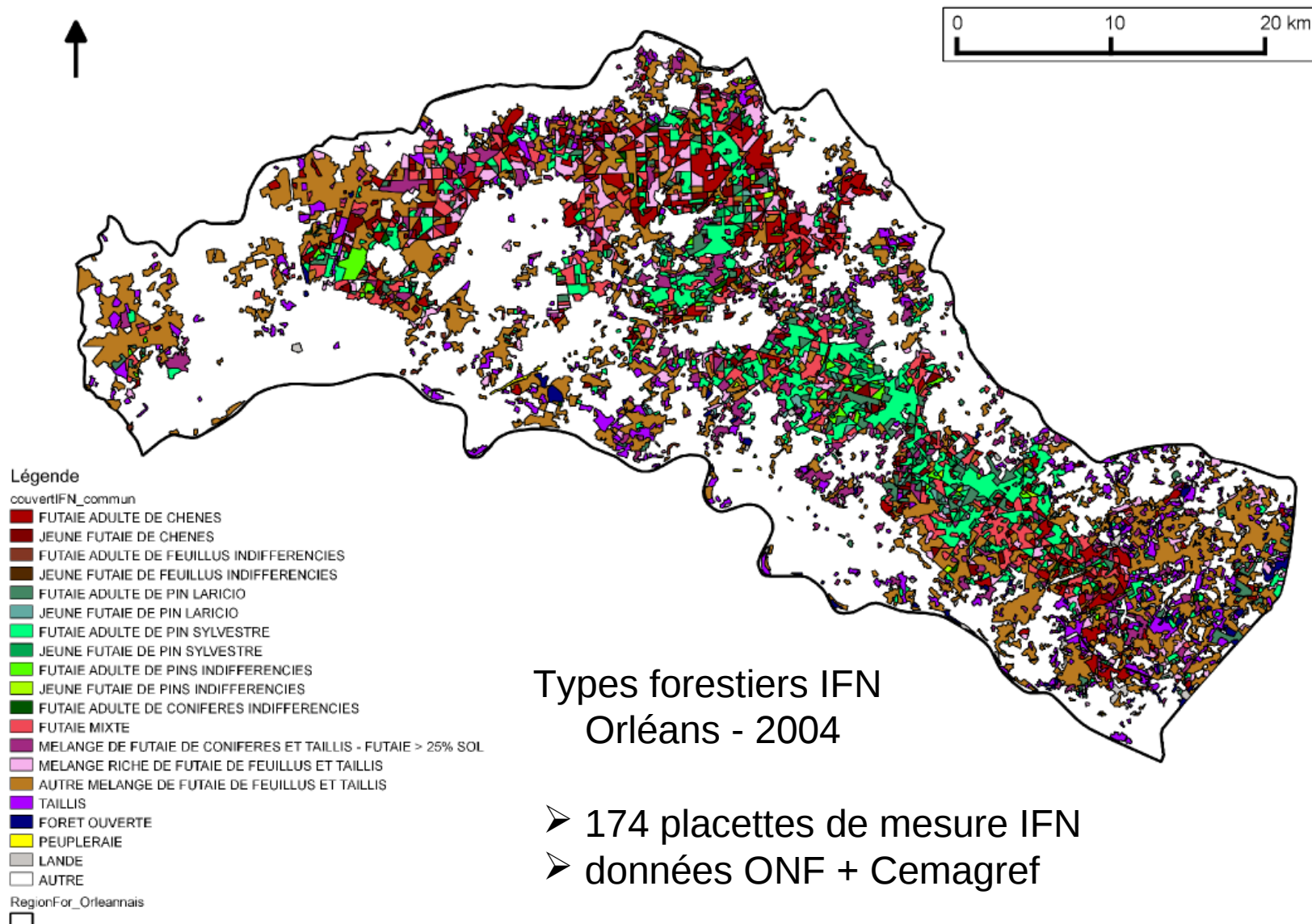
Objectif : simuler la croissance des peuplements forestiers à moyen/long terme :

- sur 2 **massifs pilotes** (Forêt d'Orléans, Massif des Quatre Montagnes)
- en fonction de **scénarii de gestion**
- pour produire des sorties :
  - de **production / volumes exploitables**, carbone...
  - sur **l'état sylvicole** des peuplements
  - pour les **indicateurs de biodiversité**



**Comparaison des sorties des divers scénarii**

# Les données disponibles en entrée



# Les données disponibles en entrée



## Types forestiers IFN 4 montagnes - 1993

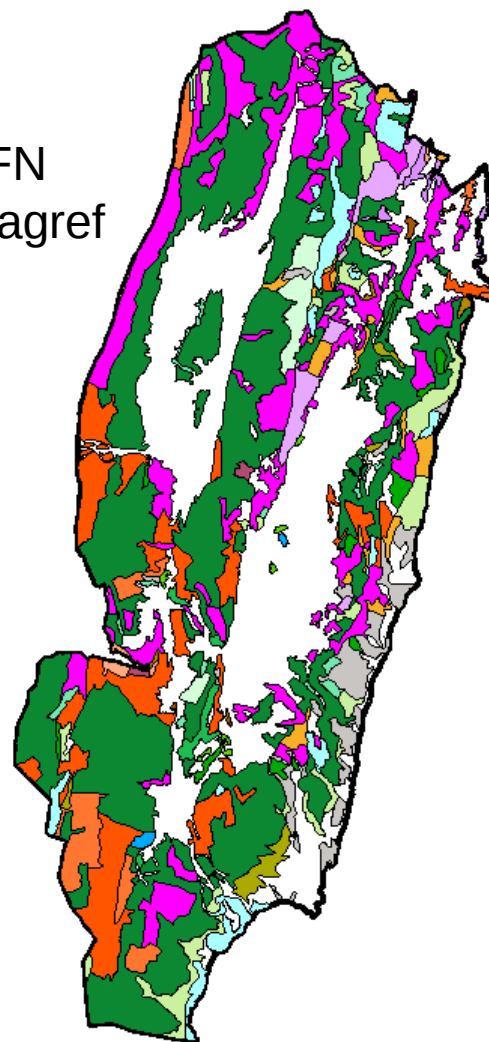
- 28 placettes IFN
- données Cemagref

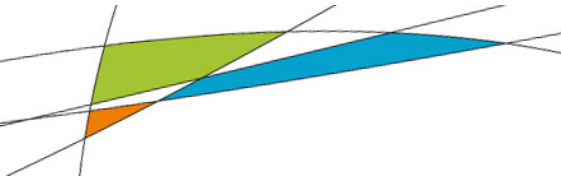
### Légende

couvertIFN\_commun

- FUTAIE DE PINS
- FUTAIE D'AUTRES CONIFERES (NON RECENSABLES OU PETITS BOIS)
- FUTAIE D'AUTRES CONIFERES (MOYENS OU GROS BOIS)
- FUTAIE D'AUTRES CONIFERES (TRES GROS BOIS)
- AUTRE BOISEMENT MASSIF (CONIFERES MAJORITAIRES)
- AUTRE BOISEMENT MARGINAL DE CONIFERES
- BOISEMENT MORCELE DE CONIFERES
- ACCRU DE CONIFERES
- AUTRE BOISEMENT MASSIF (FEUILLUS MAJORITAIRES)
- AUTRE BOISEMENT MARGINAL DE FEUILLUS
- BOISEMENT MORCELE DE FEUILLUS
- ACCRU DE FEUILLUS
- FUTAIE MIXTE DE CONIFERES ET FEUILLUS
- FUTAIE MIXTE DE FEUILLUS ET CONIFERES
- MELANGE DE FUTAIE D'AUTRES FEUILLUS ET TAILLIS
- MELANGE DE FUTAIE DE CONIFERES ET TAILLIS - FUTAIE > 10% SOL
- MELANGE RICHE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS
- TAILLIS D'AUTRES FEUILLUS
- TAILLIS DE CHENES
- TAILLIS DE HETRE
- LANDE
- PATURAGE MONTAGNARD OU SUBALPIN
- ESPACE VERT URBAIN
- AUTRE

LimiteTotale4Montagnes





## Un outil existant : Capsis

- **C**roissance d'**A**rbres en **P**eulement avec **S**imulation d'**I**nterventions **S**ylvicoles
- Une **plateforme logicielle** en co-développement
- Une quarantaine de **modules de croissance forestière**, de nature variée,
  - Modèles d'arbres spatialisés,
  - Modèles d'arbres non spatialisés,
  - Modèles peuplement

→ *Les modules peuvent être très différents les uns des autres.  
exemple : le pas de temps de simulation  
obligation de généricité et d'homogénéisation pour développer SIMMEM*



# Modèles/Modules de Capsis ciblés

## Orléans

- **Sylvestris** : peuplements réguliers de Pin sylvestre
- **Laricio** : peuplements réguliers de Pin laricio
- **PP3** : peuplements réguliers de Pin maritime
- **Fagacées** : peuplements réguliers de Chêne sessile
- **FASY** : couplage Fagacées / Sylvestris
- Oakpine v2 : peuplements mélangés

Chêne sessile - Pin Sylvestre (réguliers)

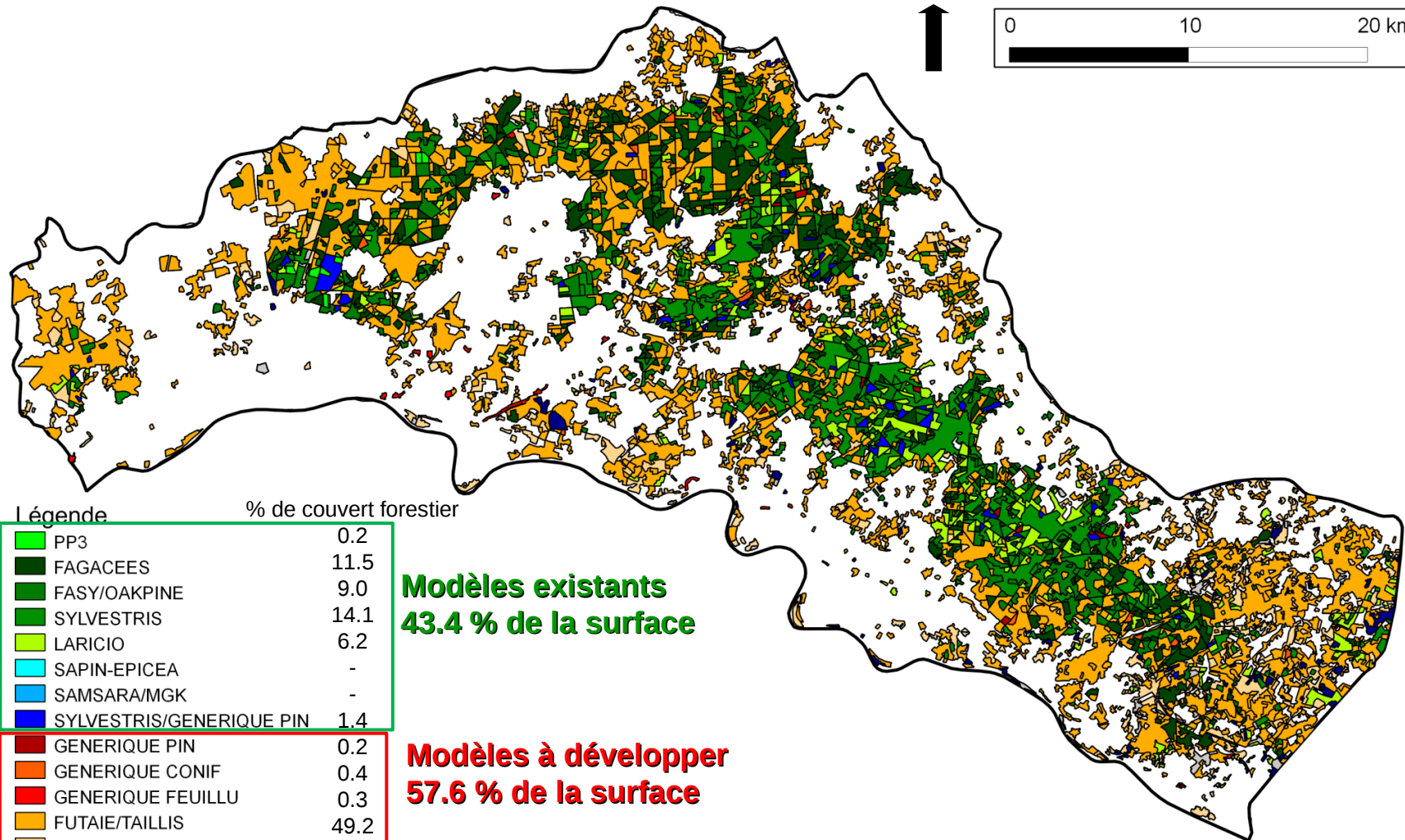
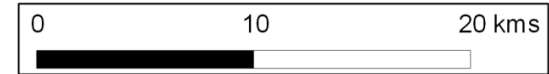
## Vercors

- Modèle **G. Kunstler** : diverses essences en mélange
- Modèle **Sapin-Epicéa** : mélange sapin-épicéa
- Samsara : mélange hétérogène sapin, épicéa, feuillus
- Fagacées : Hêtre, Chêne ?
- Sylvestris

Surface peuplement, âge, distribution d, Ho, essence, voisinage, position des arbres, etc....



# Modèles ciblés : cartographies du potentiel



## Légende

% de couvert forestier

PP3	0.2
FAGACEES	11.5
FASY/OAKPINE	9.0
SYLVESTRIIS	14.1
LARICIO	6.2
SAPIN-EPICEA	-
SAMSARA/MGK	-
SYLVESTRIIS/GENERIQUE PIN	1.4
GENERIQUE PIN	0.2
GENERIQUE CONIF	0.4
GENERIQUE FEUILLU	0.3
FUTAIE/TAILLIS	49.2
TAILLIS	7.5

**Modèles existants**  
**43.4 % de la surface**

**Modèles à développer**  
**57.6 % de la surface**

□ zone non forestière ou boisement très morcelé/marginal

Limite massif





# Modèles ciblés : cartographies du potentiel

Données 1993, actualisations possibles :

- Carte des formations végétales PNRV
- Mise à jour carte IFN 2009

Vérifications sur le terrain nécessaires ?

Exemple : taillis sous futaie = futaie mixte hêtre/pin ?

Légende	% de couvrt forestier
PP3	-
FAGACEES	-
FASY/OAKPINE	-
SYLVESTRIS	0.6 ?
LARICIO	-
SAPIN-EPICEA	55.5
SAMSARA/MGK	15.5
SYLVESTRIS/GENERIQUE PIN	1.4
GENERIQUE PIN	0.2
GENERIQUE CONIF	1.3
GENERIQUE FEUILLU	2.4
FUTAIE/TAILLIS	19.0
TAILLIS	5.7

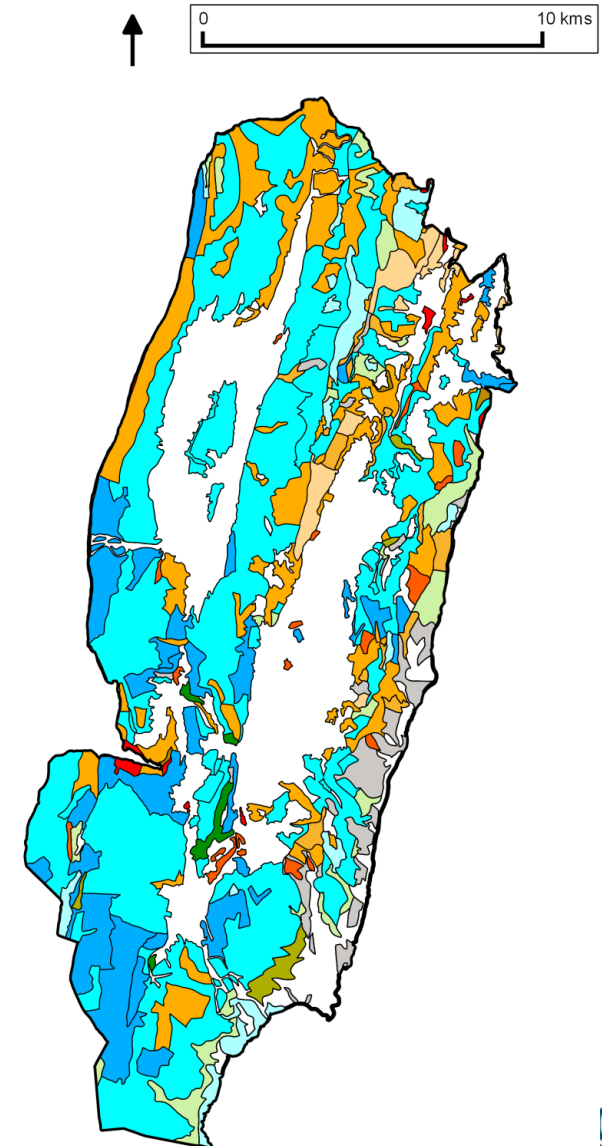
□ zone non forestière ou boisement très morcelé/marginal

Limite massif

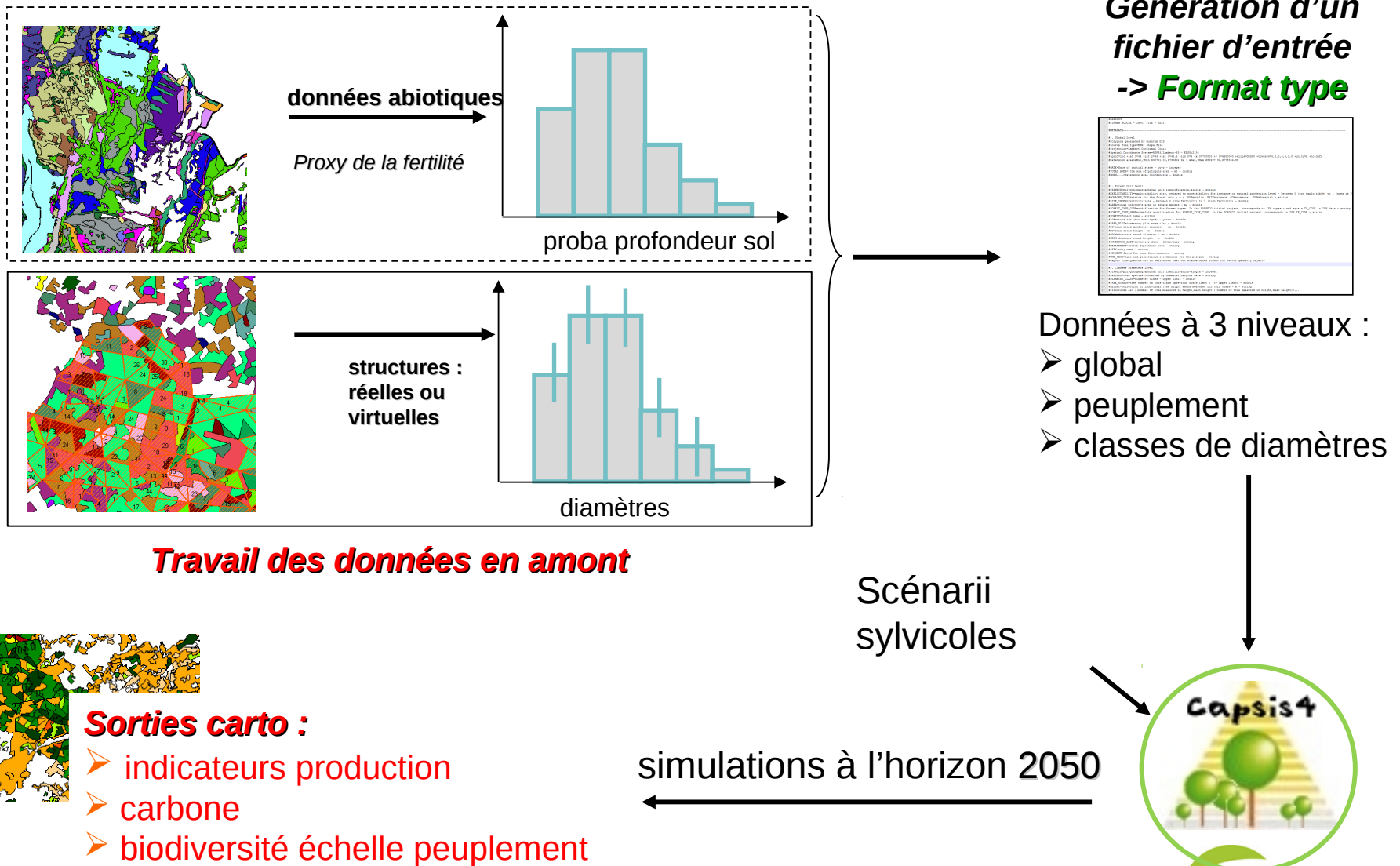


**Modèles existants**  
**71.6 % de la surface**

**Modèles à développer**  
**28.4 % de la surface**



# SIMMEM : principe envisagé



# Comment simuler la sylviculture à l'échelle massif ?

- **En entrée**
  - un ensemble **d'unités géographiques** - occupation du sol
  - standardisation d'informations, utilisation de **valeurs relatives**



**fertilité entre 0 et 1**



# Comment simuler la sylviculture à l'échelle massif ?

- **Définition de scénarii sylvicoles**

- date cible à atteindre
- un **scénario par défaut** paramétré en dur dans le code
- des **scénarii alternatifs** : variations autour du scénario par défaut appliquées sur **tout ou partie** du territoire

successives automatiques peuplement par peuplement  
module de croissance correspondant à chaque peuplement



# Qu'est-ce qu'un scénario dans SIMMEM ?

- **Scénario** : ensemble de règles

scénario par défaut : une seule règle, celle par défaut, appliquée à l'ensemble des peuplements

- **Règle** : pour **un** groupe de peuplements sélectionnés,  
ensemble **des** actions à appliquer
  - **Groupe** : selon un attribut (ex : essence)
  - **Action** : modification d'un paramètre sylvicole

**Les actions sont hiérarchisées**




# Qu'est-ce qu'un scénario dans SIMMEM ?

- **Actions :**

- Modifier la **longueur** de la **révolution**

- Modifier le **régime d'éclaircie**

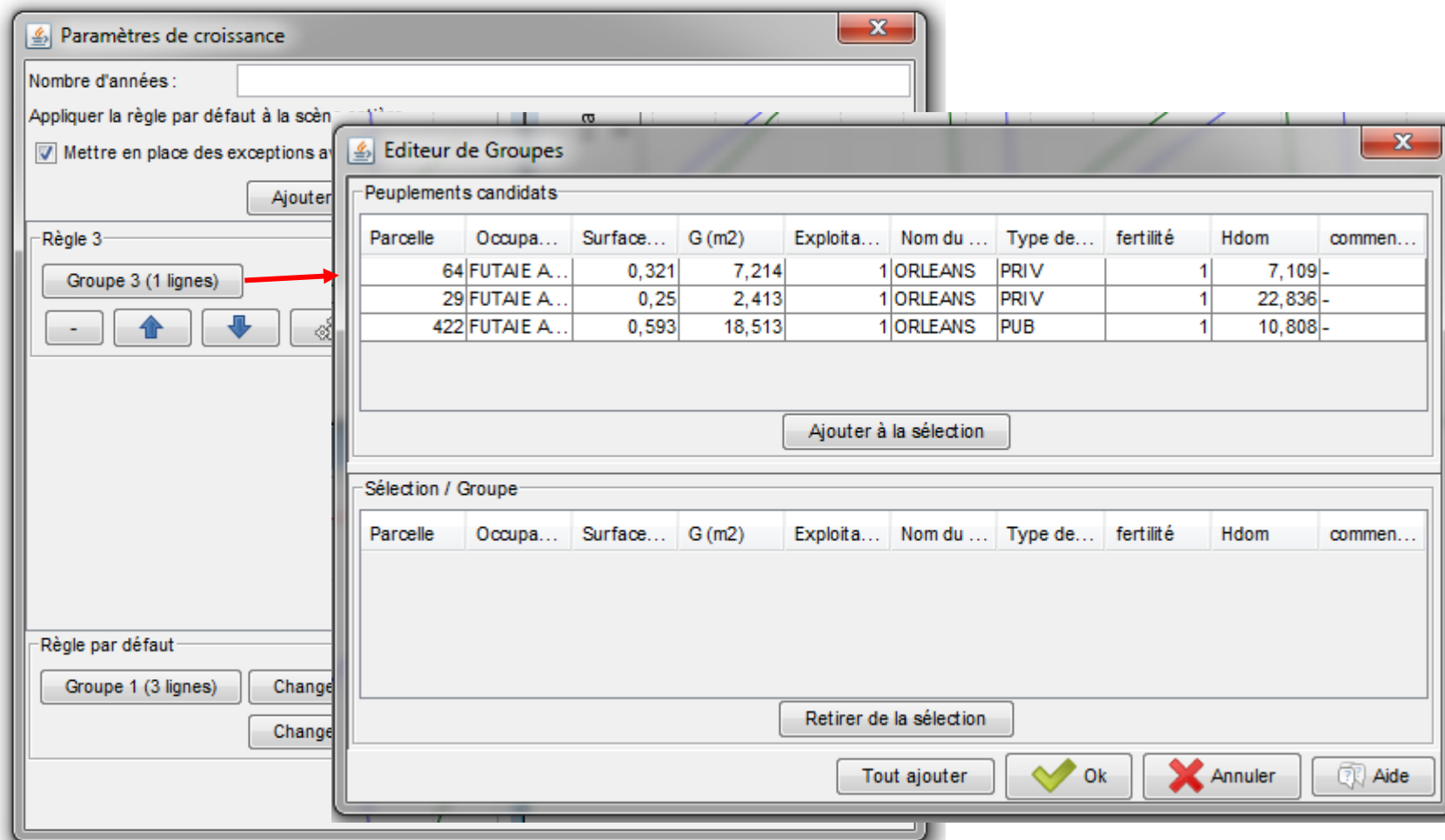
- Modifier la **valeur** d'une **variable** en entrée :

-  ➤ **Exploitabilité** (par exemple, mise en place d'une desserte)
- **Fertilité**
- **Type de propriété** (public/privé)

- **Changement d'usage du sol** (reforestation, changement d'essence objectif...)



# Qu'est-ce qu'un scénario dans SIMMEM ?



# Qu'est-ce qu'un scénario dans SIMMEM ?

**Paramètres de croissance**

Nombre d'années :

Appliquer la règle par défaut à la scène entière

☒ Mettre en place des exceptions avec des règles particulières

Ajouter une règle Ouvrir Enregistrer

Règle 3

Groupe 3 (1 lignes)

Changer la valeur d'exploitabilité -

Changer la longueur de révolution

Changer la longueur de révolution

Changer le régime d'éclaircie

Règle par défaut

Groupe 1 (3 lignes)

Changer la longueur de révolution

Changer le régime d'éclaircie

Ok Annuler Aide

**Valeur d'exploitabilité**

Rend possible ou impossible l'exploitation des parcelles du groupe

☒ Autoriser l'exploitation

Ok Annuler Aide

**Coupe rase**

Choisir un diamètre dominant de coupe rase pour chaque espèce

Espèce	Ddom
Quercus petraea	70
Pinus sylvestris	45

**Editeur d'éclaircies**

Densité [0, 1]

Ddom [0, 1]

d max d min

Points de contrôle

Ddom [0, 1]	Densité [0, 1]
0,1	0,1
0,5	0,5

Supprimer la sélection

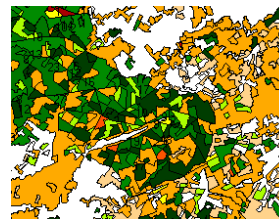
Ddom [0, 1] : Densité [0, 1] : Ajouter

Largeur de l'intervalle de densité [0, 0.5] : 0.1

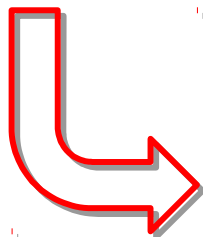
Ok Annuler Aide

# Les données voulues en sortie

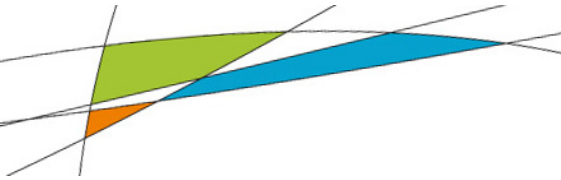
- Récoltes contextualisées
- Etat sylvicole à l'échelle massif
- Stocks de carbone
- Données/indicateurs pour les autres tâches
- Autres besoins ?



## INDICATEURS BIODIVERSITE



- *volume produit de bois mort lors des exploitation/éclaircies ?*
- *surface terrière en gros bois et plus ?*
- *diversité en diamètres*
- *richesse spécifique, indice de Shannon sur les essences ?*
- *trame verte intra-massif ?*
- *disposition des ilots de sénescence ?*

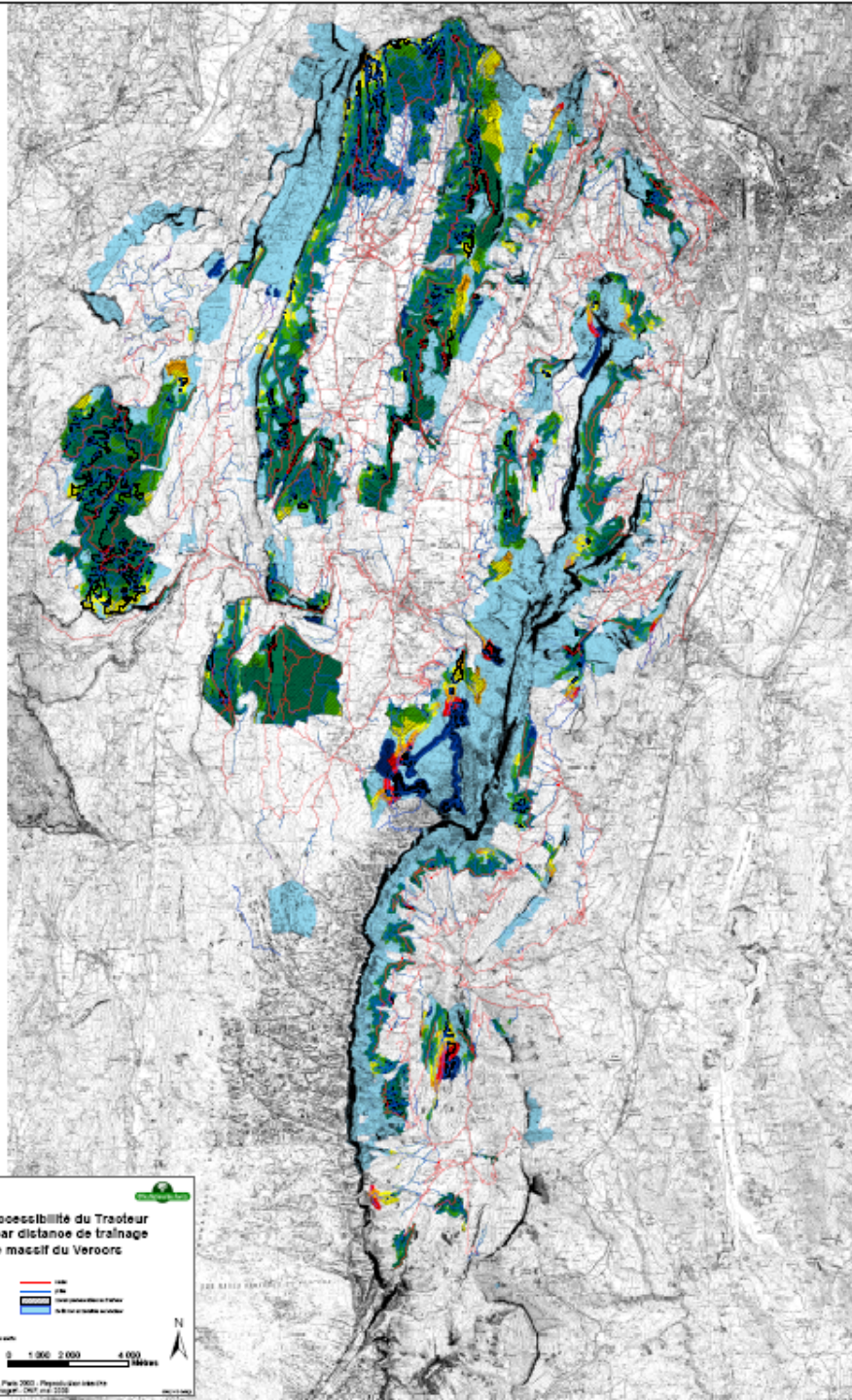


# Flexibilité de l'approche

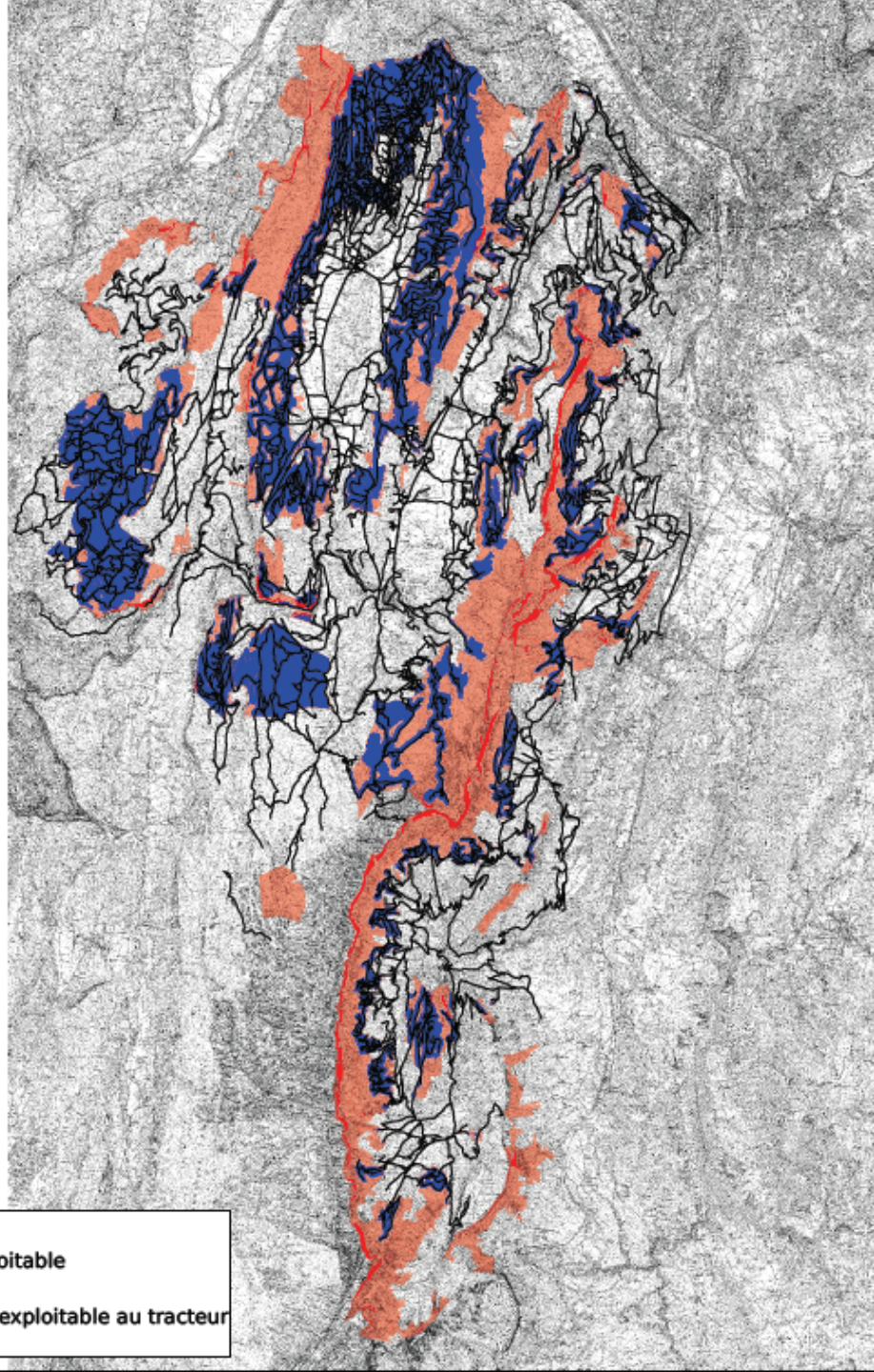
- Comment prendre en compte une nouvelle desserte
- Comment prendre en compte les variations de fertilité au sein d'un massif

## Cartographie des unités de vidange en fonction des contraintes topographiques et des spécificités techniques et économiques des modes d'exploitation :

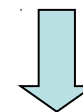
- Utilisation du module SIG Cartuvi
- Nécessité de disposer d'un MNT robuste
- Nécessité de disposer du réseau de desserte (pistes et routes)
- Nécessité d'évaluer les contraintes économiques de chacun des modes d'exploitation (coût des distances de trainage, ...)



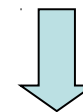




« Simplification » des résultats par agrégation en zone exploitable et zone non exploitable au tracteur



Croisement de cette couche avec le parcellaire initial



Variable « exploitabilité » dans SIMMEM:  
Passage de la valeur 0 à la valeur 1  
au moment de la mise en place de la desserte

exploitable  
non exploitable au tracteur





# Variations de fertilité dans le massif

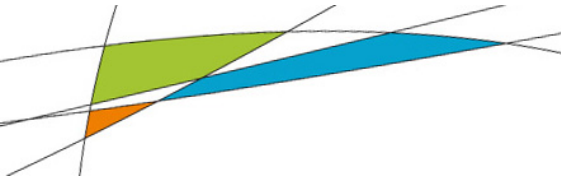
- Utilisation dans le fichier d'entrée de valeur relatives des variables, entre autres de la fertilité

Travail en amont :

facteur abiotique → fertilité entre 0 et 1

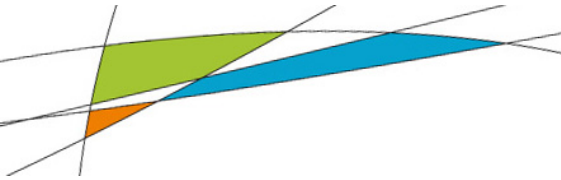
Dans SIMMEM, au niveau de l'interface entre SIMMEM et chaque module

fertilité entre 0 et 1 → transformation inverse



## Ce qu'il reste à faire dans SIMMEM

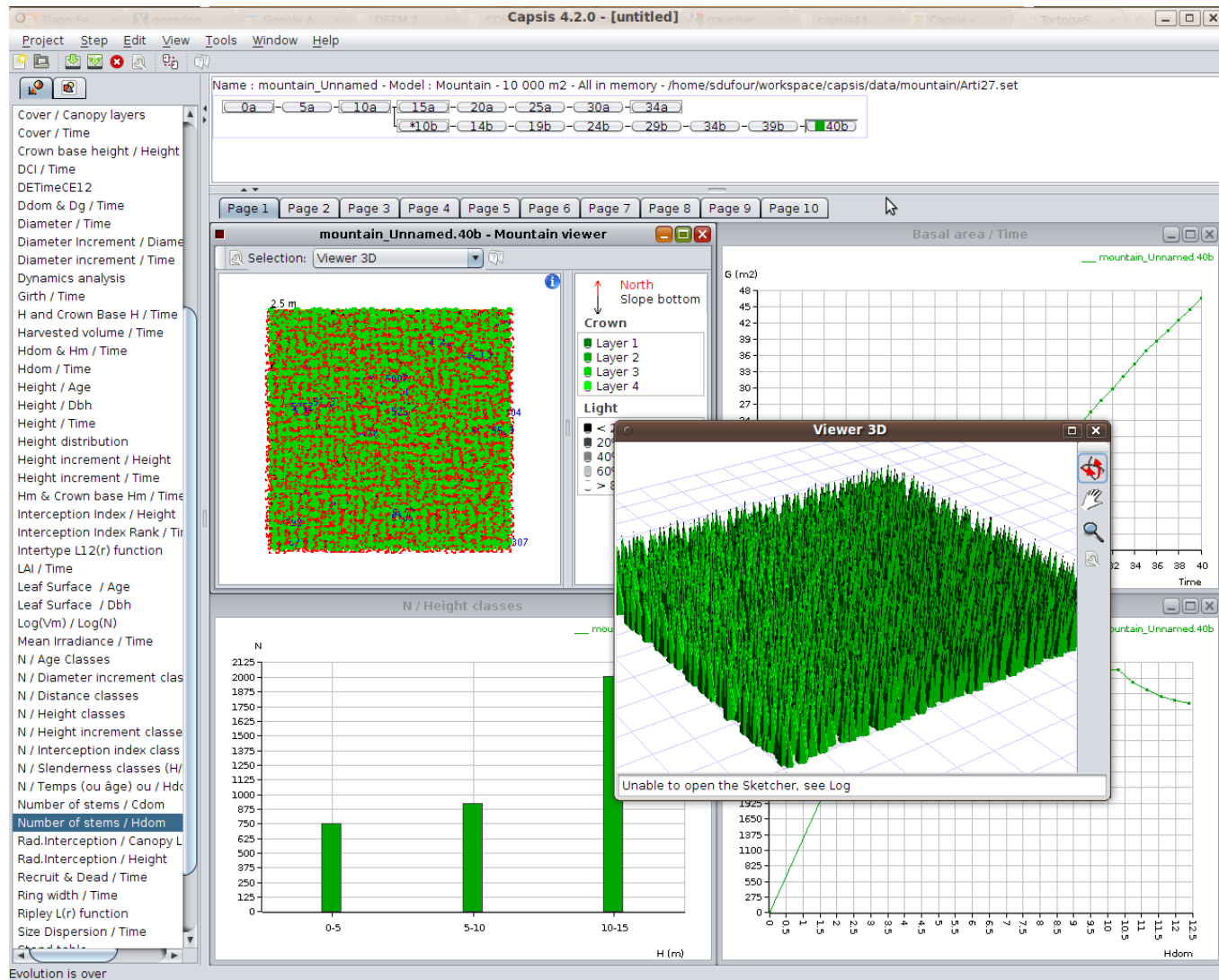
- autres actions de **changement de valeur d'une variable** fertilité, type de propriété
- action "**changer l'occupation du sol**"
- **extracteurs** et **export** des données au format **shape**
- rendre **d'autres modules compatibles** avec SIMMEM certains modules à développer



# Démo live !

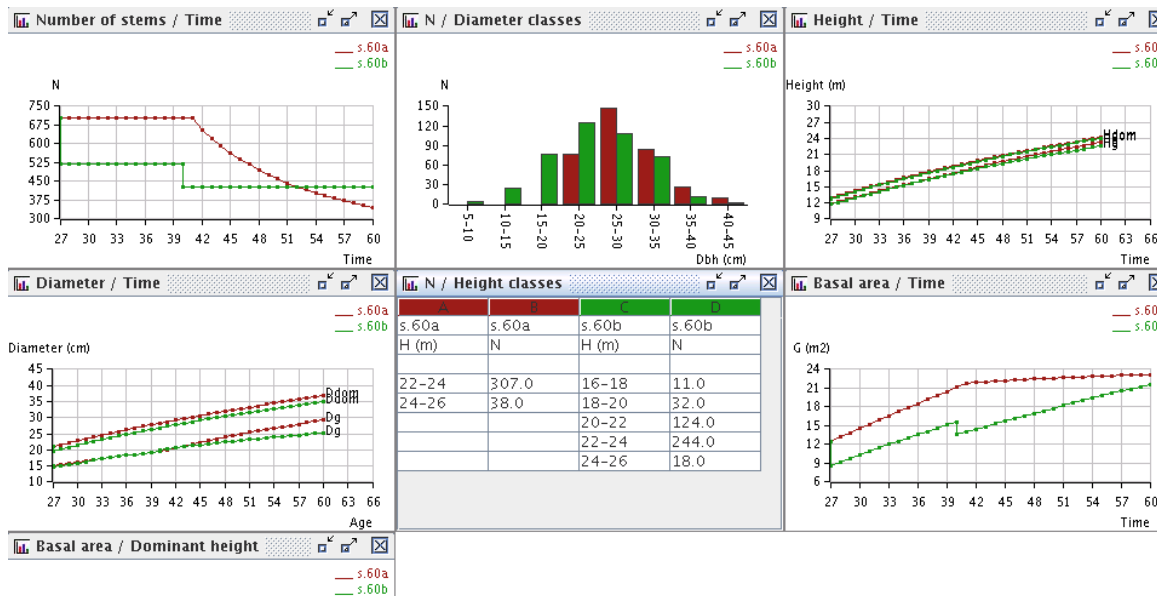
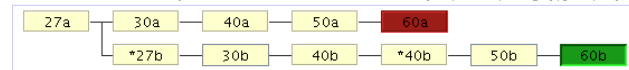
(qui plante pas...)

# exemples modules : *Mountain*



# exemples de modules : *Sylvestris*

Name : s - Model : Pin sylvestre - 5 490 m2 - All in memory - /home/coligny/java/capsis4\_openGL\_branch/data/Sylvestris/er48b1990c1cm.txt



### Thinning diagram

**Parameters**

Class width (cm) : 5.0 Minimum threshold (cm) : 0.0

☐ Per hectare

☐ Girth

0 41 269 196 12

0-5 5-10 10-15 15-20 20-25

**Results (approximate)**

	Before	After	Cut
N	705	518	187
G (m2)	12.47	8.56	3.91
Dg (cm)	15.01	14.51	16.31

OK Cancel Help

### Thinning parameters

**Choose Stocking variable**

☒ N/ha ☐ G/ha ☐ V/ha ☐ RDI ☐ S%

**BEFORE thinning**

N/ha 942 G/ha 28.5 V/ha 213.5 RDI - S% 19.5

**AFTER thinning**

N/ha G/ha V/ha RDI S%

**Stocking and Kg**

Target Stocking 780 Target Kg 0.8 Kg mini (according to variable & target stocking)

( specify Target Stocking & Kg, then ENTER - When fitted : OK ) OK Cancel Help



## La tâche 2 : « modélisation – analyse »

### Représenter les territoires

Base de données géographiques - SIG

### Modéliser les forêts de la parcelle au territoire

Initialiser/paramétrer les modèles

**SIMMEM (Métamodule)**

Valeur écologique des habitats

### Analyse de viabilité et performance des scénarii

Indicateurs pour l'analyse des scénarii

Impacts scénarii de gestion sur productions non-bois

Performance multifonctionnelle et viabilité des scénarii