

Projet du GIP ECOFOR : Les propriétaires forestiers face au risque

Partie 2 : Développement du module économique de CAPSIS

C. Orazio, Directeur de l'IEFC,
Site de recherche forêt bois, 69, route d'Arcachon, 33612 CESTAS

Sommaire

Mission confiée à l'IEFC	2
Objectif général de l'étude confiée à l'IEFC.....	2
Pourquoi avoir confié cette étude à l'IEFC ?	2
Pourquoi utiliser CAPSIS ?.....	2
Spécifications techniques de CAPSIS.....	3
Genèse du projet CAPSIS	3
Langage et licence	3
Les modules.....	3
Utilisation de CAPSIS.....	4
Le gestionnaire de projet	4
L'initialisation du projet.....	5
Le développement d'une branche (Simulation de l'évolution d'un peuplement).....	7
La liste des extensions.....	7
Les visualisateurs	7
Intérêts et inconvénients de CAPSIS	8
Travaux réalisés dans le cadre de l'étude.....	9
Formation à JAVA	9
Formation au développement sous CAPSIS	9
Définition du cahier des charges	10
Développement de l'extension.....	11
Les deux options techniques envisagées	11
Avantages et inconvénients de l'option type « tableur »	12
Description des outils développés sous CAPSIS	12
La gestion des fonctions dépenses, recettes	13
La gestion dépenses et recettes régulières.....	13
La gestion des interventions non prises en compte par les modèles de croissance.....	14
La gestion des résultats	15
Mutualisation du travail par le système CVS.....	16
Concertation et promotion de l'étude	16
Travaux restant à accomplir	16
Dans le cadre du projet.....	16
Développement de nouvelles fonctions économiques	16
Mise au point d'un système d'exportation et d'importation des opérations régulières ...	17
Développement d'outil d'exportation ou de copie.....	17
Amélioration de la gestion de la période d'amortissement	17
Sur le long terme	17
Création de nouvelles fonctions économiques	17
Gestion de révolutions successives	17
Visualisateurs	17
Amélioration de la saisie des paramètres économiques	17
Conclusion.....	18

Mission confiée à l'IEFC

Objectif général de l'étude confiée à l'IEFC

Dans le cadre du projet porté par l'IAE, sur le comportement des propriétaires forestiers, l'I.E.F.C. (Institut Européen de la Forêt Cultivée) est chargé de développer un outil informatique permettant d'effectuer des calculs économiques à partir de simulations issues du modèle de croissance PP3 déjà incorporé dans CAPSIS.

Il sera possible ainsi de simuler les nouvelles options sylvicoles prises par les propriétaires forestiers suite à la tempête de 1999 et de voir les conséquences économiques de ces choix sur le long terme. Pour ce faire, nous comparerons des indicateurs économiques tels que le bénéfice actualisé et le taux interne de rentabilité lorsque la durée de révolution n'est pas remise en compte, ou le taux interne de rentabilité de la série infinie si les décisions du propriétaire affectent la durée de la révolution.

Nous évaluerons ainsi la cohérence économique de décisions empiriques prises par les propriétaires dans un contexte d'après crise qui pèse encore sur le marché. Indépendamment du contexte de crise, l'outil pourra aussi être utilisé pour évaluer l'impact économique de décisions ponctuelles générées par la conjoncture économique d'après tempête comme par exemple des reports d'éclaircie.

Pourquoi avoir confié cette étude à l'IEFC ?

L'IEFC est une association d'organismes de recherche et de développement qui a deux missions principales : favoriser les échanges entre chercheurs et favoriser le transfert vers les acteurs du monde forestier autour de la problématique de la gestion durable. Les outils d'intégration des modèles présentent l'avantage de répondre à ces deux questions en même temps, et rentrent donc légitimement dans le champ de compétence de notre organisation.

De plus, le directeur de l'IEFC a soumis une proposition de thèse sur le rôle que pourrait jouer un outil tel que CAPSIS pour intégrer et diffuser les connaissances scientifiques auprès des acteurs de la filière ; en effet, en observant les autres outils d'aide à la décision qui se développent en Europe, il apparaît qu'il est assez rare qu'une même plate-forme informatique regroupe autant de moteurs de croissance. Cependant pour passer de l'outil de modélisation à l'outil d'aide à la décision, il nous semble nécessaire de raccrocher les éléments suivants :

- Des calculs économiques associés aux paramètres dendrométriques,
- La gestion simultanée d'une mosaïque d'unités de gestion définies par une station et un peuplement homogène,
- La représentation spatiale des unités de gestion,
- Des outils d'optimisation intégrés.

Ce projet était donc l'opportunité de combler la première des lacunes identifiées pour favoriser la vulgarisation de tels outils.

Pourquoi utiliser CAPSIS ?

Pour bien comprendre l'intérêt du travail effectué, il est nécessaire de comprendre ce qu'apporte le logiciel CAPSIS par rapport à d'autres solutions. Nous présentons donc d'abord les principales fonctionnalités du logiciel avant de présenter le travail effectué dans le cadre du projet.

Spécifications techniques de CAPSIS

Genèse du projet CAPSIS

Le projet CAPSIS est parti d'une initiative de P. Dreyfus qui a développé en premier un logiciel permettant de visualiser de manière conviviale et opérationnelle les résultats issus de différents modèles de croissance.

Le cahier des charges du projet s'est fortement élargi lors du passage de la version 2 à la version 4 de CAPSIS. En effet, à ce moment-là, un consortium élargi s'est formé autour du projet regroupant les principaux modélisateurs français afin de définir les spécifications d'un outil permettant à tous les partenaires de regrouper leurs modèles. C'est ainsi que toute la partie commune du logiciel a été reprogrammée de manière à pouvoir accueillir aussi bien des modèles peuplements (où seule l'évolution des paramètres moyens des peuplements est modélisée : Diamètre moyen, Hauteur dominante,...) que des modèles arbres dépendants ou indépendants des distances, voire tous types de modèles pour les écosystèmes forestiers.

Langage et licence

CAPSIS 4 (Croissance d'Arbres en Peuplement avec Simulation d'Itinéraires Sylvicoles) est un logiciel développé en JAVA. Le principal avantage du langage JAVA pour les utilisateurs réside dans la portabilité des logiciels développés avec ce langage. En effet, le code développé en JAVA est interprété par un petit logiciel appelé machine virtuelle JAVA. Celui-ci, développé par SUN, peut être installé sur tous les ordinateurs quel que soit le système d'exploitation utilisé : OS, LINUX, UNIX, WINDOWS, ...

Un autre choix important qui a été fait par l'INRA est de mettre toutes les parties communes du logiciel sous licence GPL (c'est-à-dire que le code est libre et peut être diffusé gratuitement) et de laisser choisir aux modélisateurs le mode de diffusion qu'ils souhaitent utiliser. Les modèles sont donc inclus dans des modules qui peuvent être rajoutés, modifiés ou supprimés sous la seule responsabilité des modélisateurs qui en sont propriétaires.

Les modules

C'est ainsi que fin 2003, la version en GPL contient les modules correspondant aux modèles de croissance du Pin Maritime et de l'Epicéa. De nombreux autres modules pour d'autres espèces sont en cours de développement et seront vraisemblablement diffusés dans les mois qui viennent. Le tableau suivant (Tableau 1) récapitule les principaux modules en cours de développement et les espèces correspondantes, dans la version utilisée en 2003.

Nom du modèle	TYPE	Espèce	Auteur	Institut
Eucalypt	MAID	Eucalyptus	Laurent Saint-André	Cirad-forêt
Fagacées	MAID	Chêne sessile, hêtre	JF d'Hôte, P. Vallet	INRA-ENGREF
Pinlaricio	MAID	Pin laricio	C. Meredieu, S. Perret	CEMAGREF-IDF-INRA
Mountain	MADD	Epicéa	Benoit Courbaud	CEMAGREF
PNN	MAID	Pin Noir	Philippe Dreyfus	INRA
PP3	MAID	Pin Maritime	Philippe Dreyfus, B. Lemoine, C. Meredieu	INRA
QS1	MADD	Chêne	Jean François d'Hôte	LERFOB
Ventoux	MADD	Sapin, Hêtre, Pin noir, Pin Sylvestre	Philippe Dreyfus	INRA

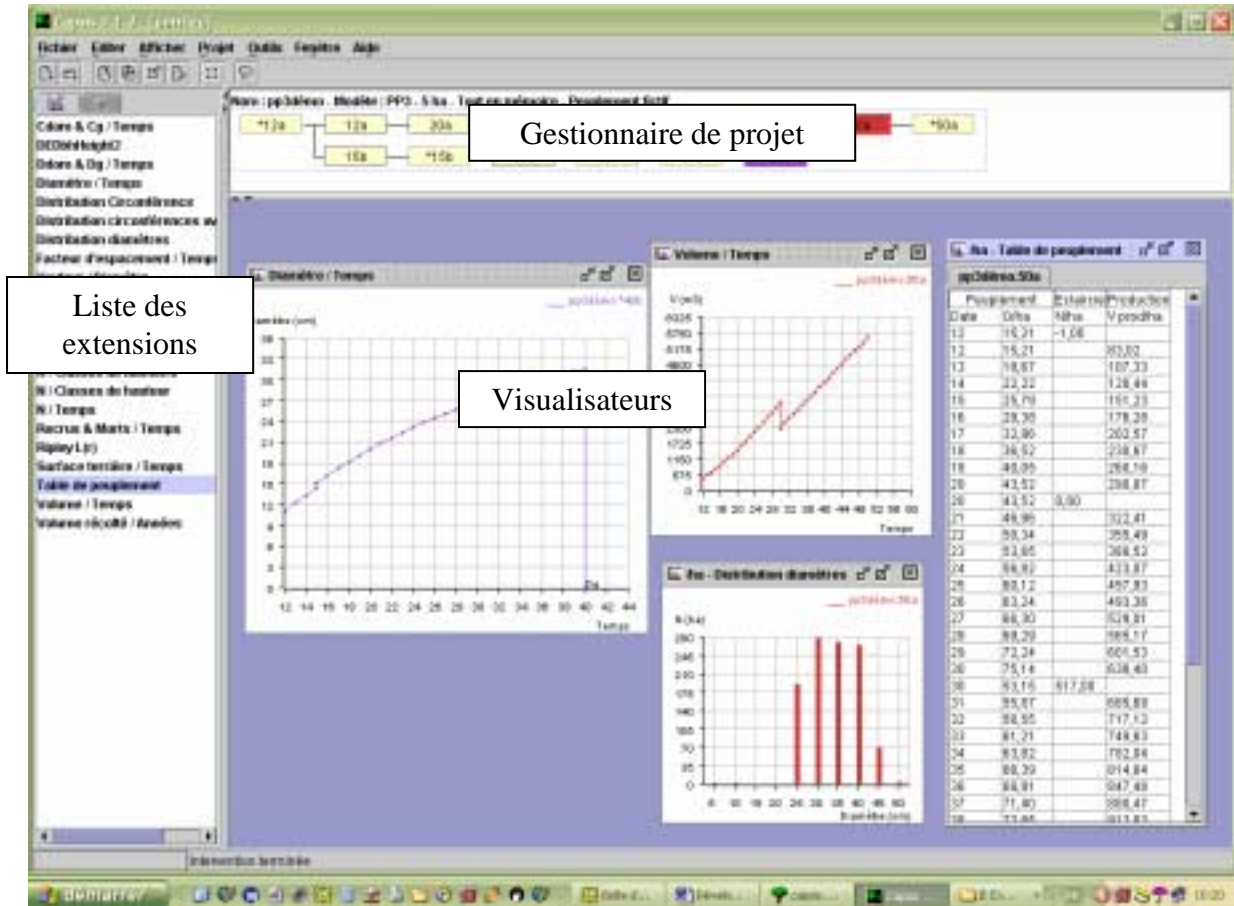
Tableau 1 : Liste des modules

Utilisation de CAPSIS

Lorsque l'utilisateur ouvre le logiciel CAPSIS il se trouve face à une fenêtre divisée en trois parties :

- Le gestionnaire de projet
- La liste des extensions compatibles
- Les visualisateurs

Figure 1 : Ecran de travail de CAPSIS avec le pilote



Le gestionnaire de projet

C'est le compartiment le plus important du logiciel, car c'est cet ensemble qui sert à définir les itinéraires techniques que nous souhaitons appliquer au peuplement.

Ce compartiment se présente sous la forme suivante où chaque case correspond à une étape, c'est-à-dire à l'état du peuplement forestier considéré à l'année n. Lorsqu'un peuplement subit une intervention sylvicole, le peuplement après intervention est marqué d'une étoile.

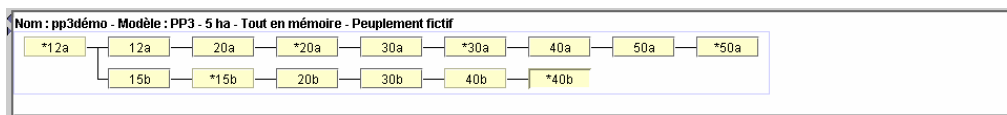


Figure 2 : Représentation d'une simulation dans le gestionnaire de projet

Pour constituer cette arborescence (Figure 1), il y a deux étapes obligatoires :

- L'initialisation du projet
- La définition des paramètres d'évolution.

L'initialisation du projet

La première chose à définir pour créer l'étape racine est de choisir quel modèle (contenu dans un module) nous souhaitons utiliser. Dans le cadre de notre étude, nous travaillerons avec le modèle PP3 développé par Céline Meredieu à partir du travail de Bernard Lemoine sur le Pin Maritime. Chaque module dispose d'une boîte de dialogue différente pour l'initialisation. De manière générale, l'utilisateur devra entrer trois types d'information :

- Les paramètres du modèle qui permettront d'obtenir un peuplement simulé conforme aux conditions stationnelles que nous souhaitons considérer,
- Les paramètres caractérisant la géographie de la parcelle,
- Les paramètres du peuplement initial dont nous souhaitons simuler l'évolution.

Saisie des paramètres du modèle

Cette étape est indispensable pour définir les propriétés du milieu qui serviront à simuler l'évolution des peuplements. Selon les modèles considérés, une ou plusieurs options de paramétrages sont accessibles à l'utilisateur. De manière générale, le paramétrage des modèles peut se faire de la manière suivante :

- Saisie des coefficients des équations : cette méthode est la plus complexe et est essentiellement réservée aux spécialistes qui cherchent à valider leurs équations. En général, seuls les modèles en cours de développement donnent accès à ces paramètres, les autres proposent des solutions de paramétrage plus simples.
Il est à noter le cas particulier du module sexi-brige qui par une interface relativement conviviale permet de définir ainsi les paramètres de croissance d'une espèce qui ne fait pas l'objet d'un module spécifique, mais dont on connaît les caractéristiques.
- Saisie de paramètres spécifiques : il s'agit, non pas de coefficients d'équations dépourvus de sens, mais de paramètres liés à la biologie des espèces comme par exemple : transparence du houppier, taux de survie des régénérations, coefficient de forme, probabilité de mortalité annuelle, probabilité de dégâts,...
- Saisie de paramètres dendrométriques : l'indicateur de fertilité constitué par le couple hauteur dominante-âge, est le plus répandu dans le monde forestier ; c'est aussi celui qui est le plus couramment utilisé pour initialiser les modèles de croissance. Les modèles les plus sophistiqués demandent aussi le mélange d'essences ou l'intensité de la sylviculture qui va être appliquée.

Ces données parfois s'accompagnent de paramètres utiles pour l'optimisation des temps de calculs comme le pas de temps utilisé, ou la taille des cellules utilisées pour le calcul de l'éclairement au sol, paramètres qui ne sont pas directement liés au modèle mais qui peuvent influencer le résultat.

Saisie des paramètres de la parcelle

Pour les modèles non spatialisés, cette information se limite souvent au nom de la parcelle et à sa superficie.

Pour les modèles spatialisés, des informations supplémentaires peuvent être fournies comme le contour de la parcelle, la pente, l'exposition, la latitude, l'ensoleillement,...

Saisie des paramètres du peuplement

Comme pour les autres étapes plusieurs options d'initialisation des peuplements sont possibles :

- Tous les modèles acceptent de charger un fichier de données contenant la description des peuplements ou des arbres ; cependant, ce format n'est pas standardisé et doit faire

l'objet d'une mise en forme particulière, propre à chaque module. (NB : la définition d'un standard de fichier « peuplement forestier » européen pourrait faire l'objet d'une étude de l'IEFC).

- Certains modèles proposent de charger des peuplements types qui sont soit des peuplements virtuels caractéristiques, soit des jeux de données issus de parcelles expérimentales types.
- La majorité des modèles non spatialisés proposent de générer un peuplement aléatoire selon une distribution gaussienne (ou autre), en fixant une densité initiale et un couple hauteur dominante-âge.
- Les modèles spatialisés fournissent en général des générateurs de peuplement plus sophistiqués pour intégrer la répartition spatiale des arbres, selon leurs caractéristiques, combinant des outils de génération aléatoire et des informations spatiales saisies par l'utilisateur.

Initialisation de PP3

La figure 3 présente la fenêtre d'initialisation de PP3. Comme notre étude n'a pas vocation à valider le modèle de croissance, nous utiliserons les paramètres par défaut.

De même que comme nous ne souhaitons pas étudier l'évolution d'un peuplement particulier, nous utiliserons donc un peuplement virtuel générique auquel nous appliquerons des sylvicultures variables. Pour ce faire, nous ferons appel au générateur de peuplements virtuels qui se présente comme ci-dessous.

Figure 3 : Initialisation de PP3

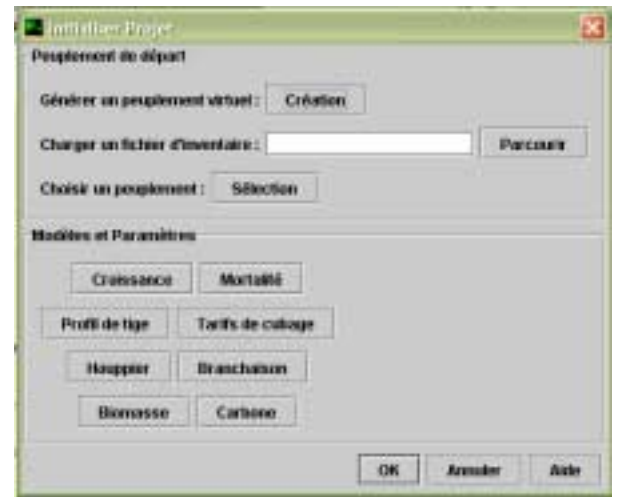
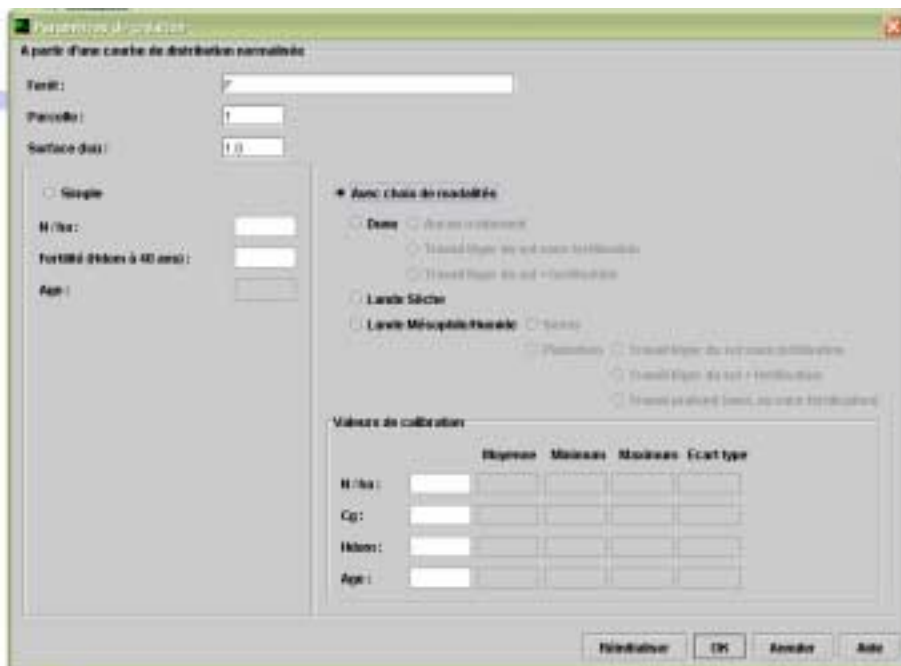


Figure 4 : Création d'un peuplement virtuel



Nous utiliserons préférentiellement dans le contexte de notre étude l'option permettant de générer un peuplement simple à partir de la densité initiale et de la hauteur dominante à 40 ans.

Le développement d'une branche (Simulation de l'évolution d'un peuplement)

Une fois tout le travail d'initialisation du projet achevé, il est alors possible de faire évoluer le peuplement à partir de n'importe quelle étape, en définissant quels sont les paramètres d'évolution. Tous les modèles proposent de choisir le nombre d'années dont on souhaite faire vieillir le peuplement, certains comme PP3 proposent des critères d'évolution plus sophistiqués comme : la hauteur dominante à atteindre, la circonférence moyenne à atteindre,...

Indépendamment du critère choisi pour arrêter l'évolution du peuplement, un peuplement virtuel est calculé tous les ans. Cependant, pour faciliter la représentation d'un itinéraire technique, l'utilisateur peut choisir de ne faire apparaître qu'une étape sur 10, ou seulement les étapes où le peuplement forestier subit une intervention. On obtient alors une arborescence dont chaque branche correspond à un itinéraire sylvicole :



Figure 5 : Boîte de dialogue pour faire évoluer un peuplement sous PP3

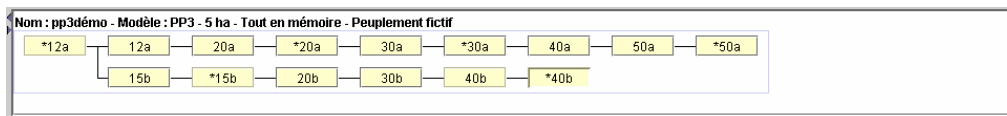


Figure 6 : Représentation d'un itinéraire sylvicole sous CAPSIS

Les peuplements obtenus après une intervention sylvicole sont marqués d'une étoile. Pour le moment, la seule intervention qui soit gérée par les modèles de croissance est l'éclaircie. Il est possible d'imaginer que dans le futur, les modèles réagiront à d'autres interventions comme l'élagage, le type de préparation du sol, ...

La liste des extensions

La liste des extensions permet d'afficher ou de masquer les visualisateurs des données dendrométriques de chaque peuplement et de chaque étape.

Cette liste se met automatiquement à jour pour ne proposer que des sorties graphiques compatibles avec le modèle de croissance sur lequel l'opérateur est en train de travailler.

Les visualisateurs

Les visualisateurs sont des extensions qui permettent de représenter sous forme visuelle l'état d'un peuplement correspondant à une étape de l'arborescence. Ces données peuvent être représentées sous forme de graphiques, de tableaux, ou de plans. L'ouverture d'un visualisateur se fait en sélectionnant l'étape dans le gestionnaire de projet puis en cliquant sur le nom du visualisateur dans la liste des extensions.

La majorité des visualisateurs fait partie intégrante de CAPSIS et est partagée pour tous les modèles, cependant, des modélisateurs peuvent développer des outils plus complexes, qui n'apparaissent que sur le second onglet de la liste des extensions.

L'illustration ci-après donne une idée de la diversité des sorties graphiques qui peuvent être associées à un peuplement forestier.

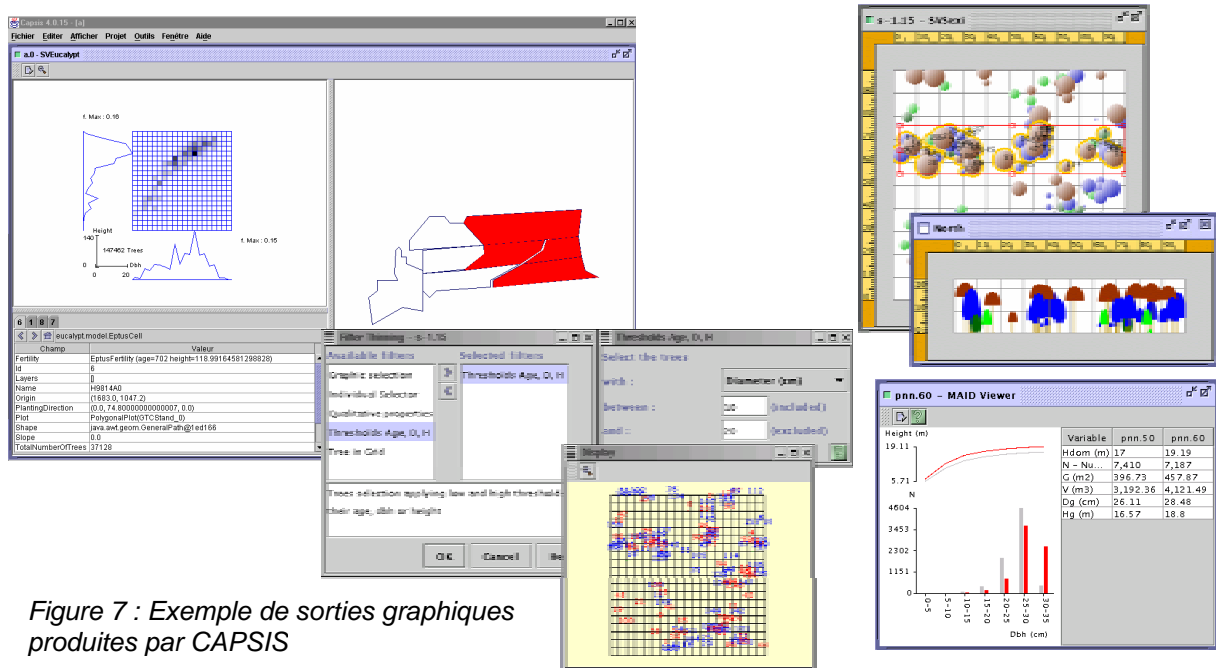


Figure 7 : Exemple de sorties graphiques produites par CAPSIS

Intérêts et inconvénients de CAPSIS

Le principal intérêt de CAPSIS est de disposer d'un outil où le modèle de croissance que nous souhaitons utiliser est déjà intégré dans un environnement qui permet une manipulation aisée du modèle et des données. De plus, comme le logiciel est ouvert et organisé de façon modulaire, il est relativement facile de rajouter ou d'adapter des fonctionnalités.

Un autre avantage d'utiliser CAPSIS est que nous disposons ainsi de toutes les innovations dont bénéficient le modèle et les visualisateurs, grâce au travail d'intégration en cours fait par Céline Méredieu. Par exemple, à chaque peuplement, il sera bientôt possible d'associer un indice de stabilité selon la méthode utilisée par le logiciel FORESTGALE couplé à CAPSIS, de calculer les volumes selon différents tarifs, de voir les profils de tige des arbres, de faire des coupes par qualité,...

Enfin, en développant un outil économique sous CAPSIS, nous répondons aux attentes de nombreux utilisateurs, car cette extension, si elle est bien conçue pourra être utilisée avec tous les modules, et donc bénéficier à l'ensemble des utilisateurs du logiciel, bien après la fin du projet.

Le principal inconvénient de CAPSIS est induit par sa grande modularité. En effet, pendant la phase de développement des modules, il arrive fréquemment que l'utilisateur ne puisse pas recharger des simulations qu'il a effectuées avant la mise à jour du logiciel. Ceci nous oblige à choisir, à un moment, une version donnée de CAPSIS et à effectuer toutes les simulations nécessaires pour le projet sans faire de mise à jour.

Un autre inconvénient de CAPSIS est que son architecture modulaire est complexe. Donc pour pouvoir développer un outil qui réponde à nos attentes, il faut un investissement minimum dans son organisation et dans la programmation en JAVA.

Travaux réalisés dans le cadre de l'étude

Formation à JAVA

La première étape pour pouvoir développer le module économique de CAPSIS a donc été de se former à JAVA. Plusieurs sessions de formation en ligne et sur site ont été suivies par le personnel de l'I.E.F.C. qui, bien que connaissant plusieurs langages de programmation a dû se familiariser aux spécificités de JAVA et aux contraintes ajoutées par le coordinateur du projet CAPSIS (François de Coligny) parmi lesquelles nous pouvons noter :

- **L'encapsulation** : qui permet de combiner des **données** et des **traitements** dans un emballage unique (l'objet), et de dissimuler l'implémentation aux utilisateurs de l'objet qui ne connaissent que son **interface graphique** ;
- Les différents types de **classes et d'objets informatiques** disponibles sous JAVA : les classes définissent des groupes de variables et de fonctions autonomes pour chaque objet créé ;
- Le système de pointeur de JAVA : les noms de variables ne contiennent pas le contenu d'un objet informatique, mais pointent vers cet objet. Une même variable peut donc être redirigée vers un objet différent, et deux variables peuvent désigner le même objet ;
- La notion d'héritage : avec JAVA, il est possible de définir des sous-classes, qui héritent de toutes les variables et les fonctions de la classe d'origine (qui devient une super-classe), mais en lui rajoutant des fonctionnalités ;
- Les classes abstraites et les interfaces : ce sont des outils obligeant les développeurs de modules à créer un minimum de variables et fonctions dans leur modules avec des noms prédéfinis de manière à faciliter l'ajout de différents modules faits par des programmeurs différents ;
- Les Applets : petites applications téléchargées sur le réseau qui peuvent être exécutées par n'importe quel navigateur web (internet explorer, mozilla, netscape , ..) ;
- Transtypage : changement de type d'une variable en cours d'exécution ;
- L'organisation des classes en packages, pour organiser la diffusion des modules sous forme de fichiers compacts ;

Une fois assimilées les spécificités de ce langage, il a alors été possible de s'intéresser à l'organisation du logiciel CAPSIS.

Formation au développement sous CAPSIS

Une semaine de formation pour les développeurs de CAPSIS a donc été organisée à Bordeaux au mois de janvier 2003 à la demande de l'IEFC. Cette formation était animée par le concepteur animateur du projet CAPSIS, François de Coligny, (basé à Montpellier,) afin de rendre les partenaires du projet autonomes, et de définir les précautions d'usage pour développer notre outil économique.

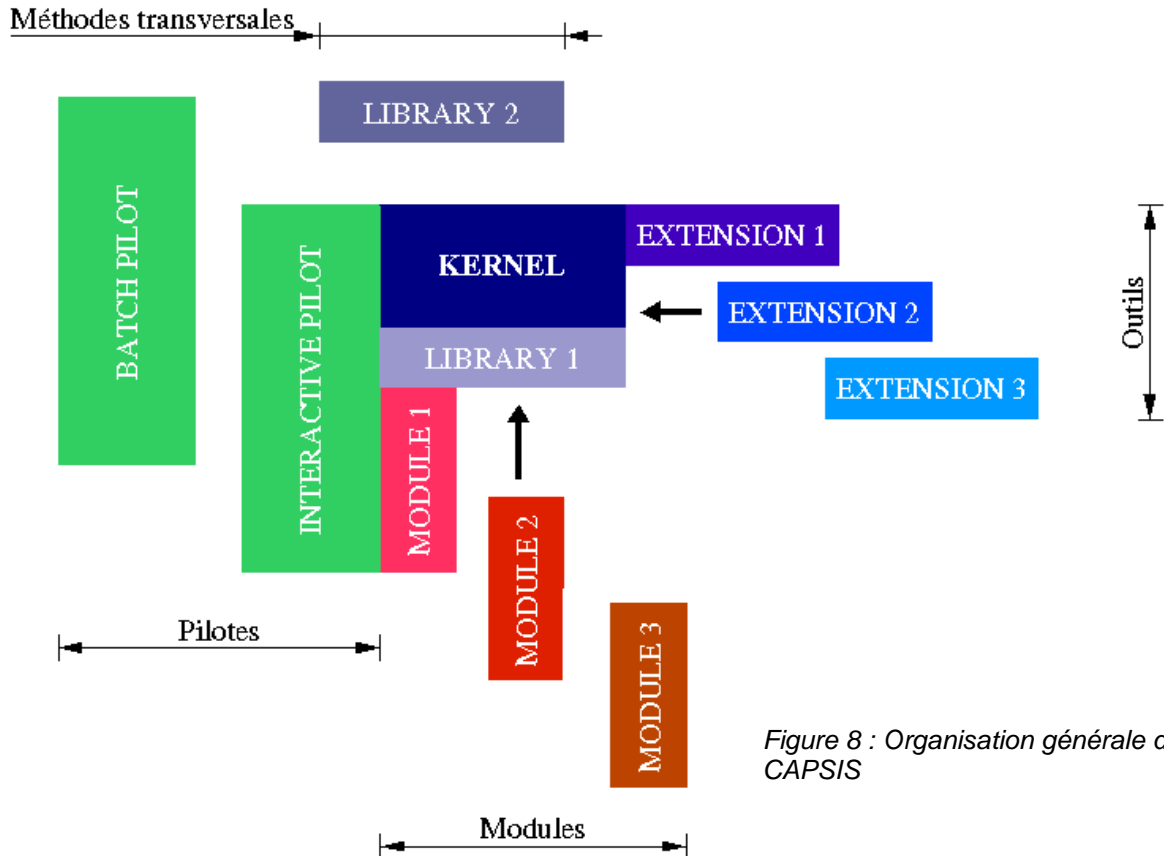
Cette formation étant assez technique, nous n'allons pas en détailler le contenu qui pourra être trouvé sur le site internet de CAPSIS, mais juste illustrer la complexité qu'induit la modularité du système CAPSIS.

C'est ainsi que le vocabulaire pour désigner les différentes parties du logiciel est le suivant :

- Le **noyau** regroupe toute la partie logicielle commune, il sert à détecter les modules et les extensions présentes, et lance le pilote désiré, organise la structure des données, et gère les fichiers.
- Le **pilote** : C'est lui qui détermine comment est utilisé CAPSIS. Actuellement, l'utilisateur a le choix entre deux pilotes. Il peut soit envoyer un script à une boîte

noire et récupérer les résultats dans un fichier, soit utiliser le logiciel de manière traditionnelle avec la souris par l'intermédiaire du pilote graphique.

- Les **modules** sont les parties de logiciel contenant les modèles de croissance qui servent à simuler le vieillissement d'un peuplement.
- Les **extensions** sont toutes les parties logicielles qui servent à modifier les paramètres d'un peuplement, (par exemple une éclaircie), ou à effectuer des calculs spéciaux.
- Un **projet** regroupe l'étape racine (état initial du peuplement) et tous les peuplements qui en découlent suite à une simulation ou une intervention.



Ce schéma (Figure 8) montre bien la modularité du logiciel, et exprime clairement qu'il est possible de rajouter autant de modules et d'extensions que nous le souhaitons. Cependant la complexité des relations entre les différentes parties rend une formation obligatoire. Ce n'est qu'une fois cette formation effectuée, que nous avons pu créer un cahier des charges cohérent.

Définition du cahier des charges

Le personnel de l'IEFC possédant la double compétence, forêt et informatique, il lui a été demandé de définir le cahier des charges de l'outil à développer pour mener à bien le projet. Dans le cadre de notre étude, l'objectif était simple : créer un outil qui permette d'associer des coûts et des recettes aux données dendrométriques calculées par le modèle PP3, afin de comparer différents scénarios sylvicoles en fonction des résultats obtenus par les enquêtes.

Ceci suppose donc que l'opérateur puisse réaliser les opérations suivantes :

1. Créer un ou plusieurs peuplements de Pin Maritime de référence,
2. Simuler sa croissance en y appliquant une série d'interventions sylvicoles jusqu'à la coupe rase (préparation du sol, plantation, nettoyage, éclaircie, ...)
3. Affecter des coûts à toutes ces opérations,

4. Calculer les recettes induites par les différentes éclaircies,
5. Prendre en compte les coûts et les recettes annuels ou périodiques indépendamment des interventions,
6. Faire le bilan économique sur une révolution en produisant des indicateurs économiques traditionnels que sont le bénéfice net, le bénéfice net actualisé, le bénéfice net actualisé de la série infinie et le taux interne de rentabilité.

Le point 1 par définition ne pose pas de problème, mais il a quand même été nécessaire d'introduire de petits ajustements sur le modèle, comme notamment, pouvoir choisir la superficie de la parcelle lors de l'initialisation du programme. Ces changements affectant le module PP3 ont été faits par Céline Meredieu et n'ont nécessité aucune intervention de notre part.

Le point 2 pose problème, car pour l'instant, le modèle de croissance PP3 ne gère que la réaction du peuplement à l'éclaircie, et ne propose donc pas de prendre en compte d'autres types d'interventions sylvicoles. Il faudra donc que ce problème soit géré par l'outil que nous allons développer, et que nous puissions introduire des traitements sylvicoles supplémentaires pour nos calculs économiques, même si le modèle ne fait pas réagir les peuplements en conséquence.

Le point 3 n'est absolument pas pris en compte par CAPSIS. Il faudra donc trouver une solution pour associer les coûts aux différentes interventions sylvicoles effectuées dans notre outil.

Le point 4 n'est pas non plus couvert par CAPSIS, par contre, l'organisation du logiciel fait qu'il est aisé d'identifier les peuplements issus d'éclaircie, et donc d'obtenir les données dendrométriques avant et après éclaircie. Il faut donc que notre outil soit capable d'associer des prix à ces opérations pour calculer les recettes.

Le point 5 est une notion cruciale qui peut complètement fausser tous les calculs effectués. En effet, les impôts fonciers, par exemple, sont une composante non négligeable des frais de gestion qui s'appliquent à la forêt. Il faut donc pouvoir prendre en compte ces charges dans les calculs d'amortissement. La mise en place d'un outil intégrant des charges et des recettes indépendantes des interventions sylvicoles permet aussi de résoudre l'intégration des frais d'installation du peuplement (frais antérieurs à la date de plantation). Ceci permet par exemple de résoudre l'intégration des coûts des nettoyages effectués avant que la circonférence à 1.30 m soit prise en compte par le modèle, c'est-à-dire avant 12 ans (dans le cas d'un peuplement virtuel PP3).

Le point 6 : une fois que tous les problèmes précédents seront résolus, le calcul des indicateurs économiques sur une rotation, devient un simple problème mathématique à partir des données saisies. Seul le calcul du taux interne de rentabilité demande de procéder par itération, et fera l'objet d'une approximation informatique.

Développement de l'extension

Les deux options techniques envisagées

Après une première proposition trop ambitieuse (par rapport au temps imparti) qui consistait à développer un pilote spécifique pour les gestionnaires, nous nous sommes trouvés confrontés à deux options plus réalistes : soit nous créons une sorte de visualisateur de données qui fait

afficher les valeurs dendrométriques dont nous avons besoin pour les calculs économiques, et où l'opérateur doit saisir les formules qu'il souhaite utiliser dans une interface de type tableur, soit nous essayons d'intégrer les informations économiques au même titre que les informations dendrométriques dans CAPSIS.

Avantages et inconvénients de l'option type « tableur »

La première option présente l'avantage d'être simple. Il « suffit » de construire un système de visualisation ou d'exportation des données dendrométriques utiles aux calculs économiques, puis à travers une interface de type tableur, effectuer les calculs économiques. Le principal avantage de cette option c'est qu'elle limite le travail à la création d'une extension de visualisation ou d'exportation.

Si nous prenions l'option de faire un outil d'exportation vers un tableur (excel, quatre pro, ...), nous perdions le lien dynamique avec l'itinéraire technique appliqué sur le peuplement, et toute modification effectuée sur une partie de l'arborescence sous CAPSIS était perdue, et risquait de fausser la comparaison entre les itinéraires, car les calculs faits sous le tableur ne seraient plus à jour.

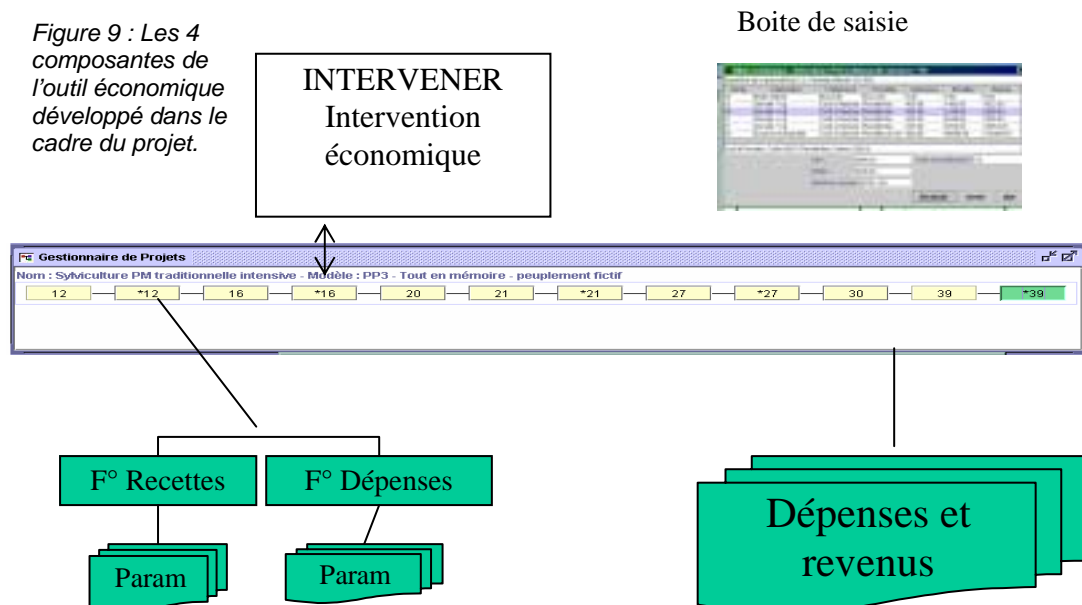
Il apparaît donc rapidement plus intéressant d'introduire les fonctionnalités d'un tableur dans un visualisateur de type tableau adapté à l'introduction de données économiques associées aux données dendrométriques. Cependant rapidement nous nous trouvons confrontés à des problèmes de stockage de l'information pour garder la cohérence des calculs. En effet, comment stocker toutes les données saisies dans le visualisateur (prix, coûts, taux d'amortissement, ...), pour que, lors de la sauvegarde du projet, toutes ces informations soient conservées de manière cohérente, quelle que soit l'étape à partir de laquelle nous appelons le visualisateur ?

N'ayant pas trouvé de réponses satisfaisantes à toutes ces questions, nous nous sommes donc orientés vers la deuxième option qui consiste à intégrer les données économiques dans CAPSIS de la même manière que les données dendrométriques afin de préserver la cohérence des calculs.

Description des outils développés sous CAPSIS

La solution technique retenue repose sur le développement de 4 types d'extensions complémentaires qui permettent de stocker toutes les informations à caractère économique nécessaires au calcul de bilan économique, et de respecter la structuration des données sous CAPSIS, afin que tous les modèles puissent bénéficier de cette extension.

Cette extension se compose de 4 parties :



- Une « interface JAVA » définissant les fonctions recettes dépenses et leur paramètres
- Un « intervenir » n'affectant pas les peuplements,
- Une « interface JAVA » pour le stockage des dépenses et recettes régulières
- Une boîte de dialogue pour gérer les données économiques.

La gestion des fonctions dépenses, recettes

Les fonctions qui permettent d'associer des calculs de dépenses et de recettes doivent stocker des données comme les prix ou les coûts à chaque intervention (éclaircie, coupe, ...).

Nous devons donc fournir la liste des fonctions et des paramètres nécessaires pour l'établissement de ces grandeurs sous forme de classes. Ces informations sont donc stockées dans des fichiers .java qui sont dans le répertoire capsis\extension\economicfunction\; pour l'instant seulement quatre fonctions ont été développées :

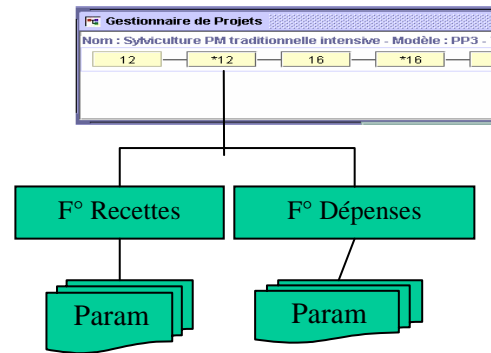


Figure 10 : Adjonction de fonctions économiques et de leurs paramètres à chaque étape

Nom du fichier	Calcul effectué
IncomeConstant.java IncomeConstantDialog.java IncomeConstantStarter.java	Stocke un montant et l'associe comme une recette lors d'une intervention
ExpenseConstant.java ExpenseConstantDialog.java ExpenseConstantStarter.java	Stocke un montant et l'associe comme une dépense lors d'une intervention
IncomeperVolume.java IncomePerVolumeDialog.java IncomePerVolumeStarter.java	Stocke un prix par mètre cube, et calcule le revenu d'une coupe.
ExpensePerHectare.java ExpensePerHectare Dialog.java ExpensePerHectare Starter.java	Stocke un prix par hectare, et calcule la dépense correspondant à la superficie de la parcelle.

Tableau 2 : Liste des fonctions économiques développées

NB : pour chaque fonction il y a trois classes, car les classes Xdialog servent à saisir les paramètres nécessaires au calcul, et les classes Xstarter servent à savoir depuis quelle étape est appelée la fonction.

Cette liste est très restreinte pour l'instant, mais est appelée à grandir rapidement en fonction des besoins (Cf. travaux restant à accomplir).

Pour que les données utilisées par ces fonctions puissent être associées à chaque étape, nous définissons un modèle de données économiques sous forme d'une interface JAVA stockée dans le fichier capsis/lib/economics/econStand.java. Ceci oblige tous les modélisateurs qui souhaitent rendre leur module compatible avec notre extension économique à prévoir des variables économiques prédéfinies en plus de leurs variables dendrométriques.

La gestion dépenses et recettes régulières

Pour obtenir des calculs économiques cohérents, il est nécessaire de pouvoir stocker des informations économiques indépendantes d'une intervention comme les impôts, la location d'une chasse, ou des travaux avant plantation.

Nous avons donc décidé de stocker ces informations au même endroit que les paramètres généraux qui servent à l'initialisation d'un modèle de croissance. Les modules, qui se veulent compatibles avec notre outil économique, doivent donc implémenter l'interface `capcis/lib/economics/econModel.java` qui définit l'ensemble des variables dont a besoin l'outil économique pour fonctionner. Parmi ces variables, nous trouvons :

- Le taux d'actualisation,
- La liste des dépenses ou des recettes régulières (`regularExpenseOrIncome.java`) avec :
 - La date de début
 - La date de fin
 - Le montant
 - Un libellé

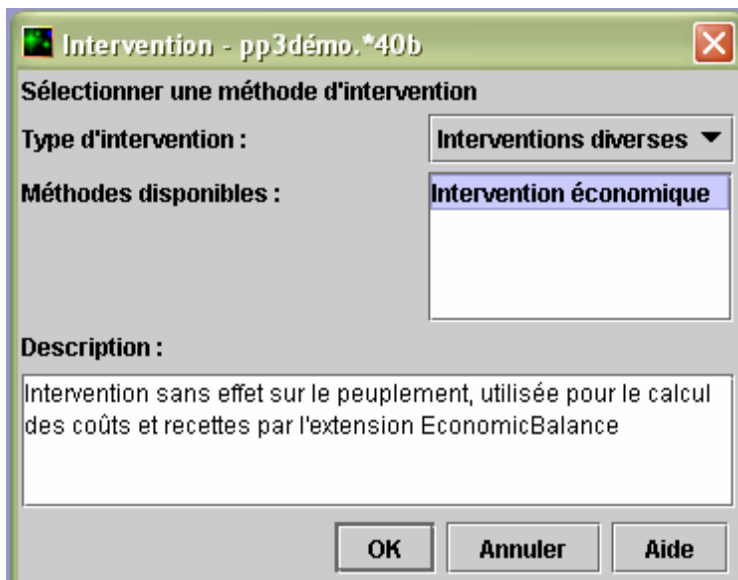
La gestion des interventions non prises en compte par les modèles de croissance

Comme notre système permet d'associer des recettes et des dépenses à des interventions sylvicoles, mais pas à n'importe quelle étape du peuplement, il était indispensable que nous puissions rajouter des interventions factices n'affectant pas le peuplement, afin d'y associer des recettes ou des dépenses.

Nous avons donc créé une extension de type « intervenir » qui permet d'effectuer des interventions ne modifiant pas les paramètres dendrométriques du peuplement : `capcis\extension\intervener\EconomicIntervention.java`

Cet outil apparaît dans la liste des interventions disponibles pour les modèles de croissance compatibles avec l'extension économique :

Figure 11 : Boîte de dialogue listant les interventions applicables à un peuplement



L'utilisateur n'a plus qu'à saisir le nom de l'intervention qu'il souhaite voir apparaître dans le bilan économique, et une étape nouvelle est créée dans l'arborescence des peuplements. A cette étape, on peut alors associer un calcul économique issu d'une des fonctions précédemment citées, comme s'il

Figure 12 : Saisie d'une intervention économique



par le modèle de croissance.

s'agissait d'une éclaircie générée

(Exemple figure 13 : le peuplement 15b subit une intervention économique et devient le peuplement 15b* que nous faisons vieillir ensuite jusqu'à 40 ans).

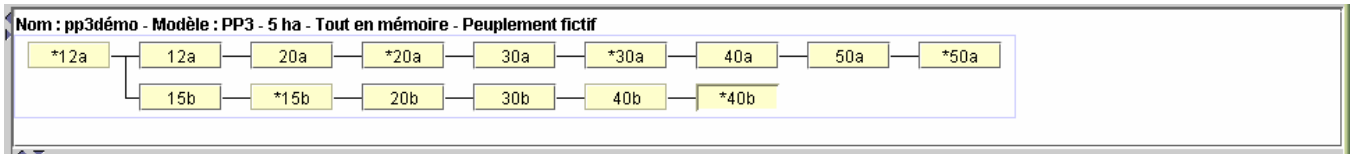


Figure 13 : Les interventions économiques apparaissent avec une étoile comme les autres, mais le peuplement est inchangé.

La gestion des résultats

Toutes les données que nous venons de citer dans les paragraphes précédents peuvent être ajoutées, modifiées ou supprimées à partir de l'extension économique proprement dite constituée par le fichier :

« capsis\extension\modeltool\economicbalance\economicBalance.java ».

Cet outil est appelé à partir d'une étape du projet et se présente sous la forme suivante (Figure 14) :

Superficie de la parcelle(ha):1.0 - Période d'étude: 0.0-39.0

Année	Intervention	F dépenses	F recettes	Dépenses	Recettes	Revenu	Début	Fin	Frais fixes	Dépenses	Recettes	Revenu
12	Etape initiale	[Aucune]	[Aucune]	0.00	0.00	0.00	0	0	Assainissem...	1150.0	0.0	-1150.00
12	Densité + Kg	Coût à l'hec...	Recette fixe	436.00	1458.00	1022.00	0	0	Préparation d...	2974.0	0.0	-4124.00
16	Densité + Kg	Coût à l'hec...	Recette fixe	436.00	2240.00	2826.00	1	1	Entretien (Vel...	742.0	0.0	-4866.00
21	Densité + Kg	Coût à l'hec...	Recette fixe	436.00	4646.00	7036.00	3	3	Dépressage	712.0	0.0	-5578.00
27	Densité + Kg	Coût à l'hec...	Recette fixe	436.00	8254.00	14854.00	3	3	Débroussaill...	436.0	0.0	-6014.00
39	Eclaircie individuelle	Coût à l'hec...	Recette par...	436.00	99590.84	114008.84	5	5	Dépressage	712.0	0.0	-6726.00
							5	5	Débroussaill...	436.0	0.0	-7162.00
							10	10	Débroussaill...	436.0	0.0	-7598.00

Coût à l'hectare, Coût=436.0 / Recette fixe, Valeur=2240.0

BÂo : 26888.03 Taux d'actualisation : 3.0
 BASlo : 39295.82
 Bénéfice courant : 97812.84

Recalculer Fermer Aide

Figure 14 : Extension économique réalisée par l'IEFC

La ligne du haut rappelle la superficie de la parcelle et la période sur laquelle sont faits les calculs d'amortissement.

La partie gauche de la fenêtre rappelle la liste des interventions effectuées sur le peuplement et permet d'associer à chaque ligne, les calculs de recettes et de dépenses souhaités par simple click du bouton droit (cf. Figure 15).

Figure 15 : Association d'une fonction recette/dépense à une intervention

Le menu contextuel est ouvert sur la ligne 40 du tableau. Les options disponibles sont :

- Dépense
- Recette
- Insérer intervention avant
- Supprimer intervention
- Nouvelle ligne
- Supprimer ligne

Le menu est également associé à des options de calcul de recettes :

- [Aucune]
- Recette fixe
- Recette par m3

La partie droite permet de saisir les dépenses et les recettes correspondant à des travaux antérieurs à l'âge auquel s'initialise le modèle de croissance. Cette partie permet aussi de saisir les dépenses fixes comme la taxe foncière de 30 à 50 ans, sur laquelle s'appliquera le taux d'actualisation choisi. Toutes les saisies se font en valeur courante.

Mutualisation du travail par le système CVS

Comme le développement de cet outil a nécessité une bonne collaboration avec l'auteur du module PP3, Céline Meredieu, il est rapidement apparu indispensable que chacun puisse disposer de la version à jour de l'autre ; à ce titre, Christophe Orazio et Céline Meredieu ont fait partie des testeurs du système de versionnement mis en place par le coordinateur CAPSIS : CVS. L'idée est qu'une version de référence du logiciel est stockée sur un serveur, et que toute personne étant identifiée comme auteur d'une partie du logiciel peut à la fois envoyer sur le serveur la version la plus à jour de son travail et télécharger la version la plus à jour du travail des autres.

C'est ainsi, qu'actuellement, le travail effectué dans le cadre de ce projet peut bénéficier à l'intégralité de la communauté des modélisateurs qui travaillent avec CAPSIS.

Concertation et promotion de l'étude

Que ce soit pour la conception de l'outil ou pour sa promotion, il était indispensable que l'auteur participe à un certain nombre de réunions :

- Novembre 2002, Bordeaux : rencontre avec le responsable du projet CAPSIS pour la présentation d'un avant-projet par Christophe Orazio.
- Décembre 2002, Paris: réunion avec les utilisateurs de CAPSIS et les gestionnaires pour une meilleure définition des besoins en terme d'outil de modélisation.
- Janvier 2003, Bordeaux : Organisation d'une session de formation sur JAVA et CAPSIS.
- Janvier-Février 2003, Montpellier : Rencontre avec François de Coligny pour préparer l'intégration de l'outil dans CAPSIS
- Mars 2003, Nancy : Présentation du projet à la réunion CAQ 6.
- Octobre 2003, Paris : Participation à une réunion de la DG FAR sur les perspectives d'application des modèles de croissance.

Travaux restant à accomplir

Dans le cadre du projet

Développement de nouvelles fonctions économiques

Actuellement, nous sommes bloqués parce que, pour prendre en compte la qualité des peuplements obtenus lors des simulations, nous souhaitons pouvoir affecter un prix par classe de diamètre. Or, le module PP3 ne fournit pas un volume par classe de diamètre pour l'instant. De plus, le tarif de cubage utilisé pour le calcul des volumes par PP3 n'est pas le volume de cubage correspondant aux prix dont nous disposons. Il faudrait donc que PP3 permette de choisir le tarif qui sert à calculer les volumes, et donne des volumes par classe de diamètre. Toutes ces mises à niveau de PP3 dépendent de Céline Meredieu et de son collaborateur Thierry Labbé. Elles devraient intervenir d'ici la fin de l'année 2003, nous pourrions donc développer une fonction recette qui associe un prix à chaque classe de diamètre, de manière à prendre en compte la qualité dans nos calculs de recettes.

Mise au point d'un système d'exportation et d'importation des opérations régulières

Dans le cadre de l'étude comparative qui doit être faite par l'IAE, il n'est pas envisagé de faire varier les modes de préparation de la parcelle avant plantation, ni les charges régulières. Il est donc utile que nous développions un système de sauvegarde et de chargement à partir d'un fichier texte de ces informations pour pouvoir appliquer les mêmes charges fixes à différentes simulations.

Développement d'outil d'exportation ou de copie

Pour pouvoir effectuer un traitement des données post-simulation, il est demandé par l'IAE que nous développions un outil qui permette de faire des « copier-coller » ou des exportations de l'ensemble des paramètres du bilan économique. Ceci pourra être fait à brève échéance, dès que la structure de l'outil économique sera stabilisée.

Amélioration de la gestion de la période d'amortissement

Le principal problème que nous rencontrons actuellement pour le calcul des amortissements est que la durée de rotation de notre simulation ne peut pas être supérieure à la durée de vie du peuplement. Or dans la sylviculture traditionnelle du pin maritime, pendant deux ans, le sol est laissé en jachère avant la plantation ; il est donc nécessaire que l'outil économique puisse faire les calculs d'amortissement à partir d'un âge -1 ou -2 du peuplement pour avoir des durées de révolution réalistes. Nous allons donc introduire cette option dans l'interface économique.

Sur le long terme

Création de nouvelles fonctions économiques

A moyen terme, dans le cadre de ce projet ou d'autres projets, il peut être envisagé de créer un grand nombre de fonctions économiques plus complexes. Par exemple, il est possible d'imaginer une fonction qui prenne en compte la plus-value engendrée sur les prix du bois élagué si un élagage intervient dans l'itinéraire sylvicole ; il peut aussi être possible d'associer une dépréciation à divers facteurs qui augmentent le risque sanitaire. Enfin, il est envisageable de construire des fonctions économiques associées à des produits non bois modélisables comme le carbone.

Gestion de révolutions successives

Dans le cadre de peuplements équiennes, il peut être intéressant de ne pas limiter le calcul économique à une révolution mais de l'effectuer sur plusieurs rotations correspondant à plusieurs simulations. Il sera donc utile d'adapter l'outil pour prendre en compte ce cas particulier.

Visualisateurs

Actuellement, les indicateurs économiques sont calculés dans la boîte de dialogue qui sert à faire le bilan économique. Cependant, il sera possible d'associer ces calculs à chacune des étapes du peuplement, et donc de faire des graphiques représentant les différentes options sylvicoles.

Amélioration de la saisie des paramètres économiques

Enfin, pour l'instant la saisie des paramètres économiques est fastidieuse, car elle doit se faire pour chaque intervention. Nous pouvons imaginer que dans le futur, le module économique puisse se référer à un fichier de grandeurs économiques types qui donnent le prix des travaux

d'installation, de vente des première, deuxième et troisième éclaircies, et que l'extension fasse les associations automatiquement.

Conclusion

En conclusion, le travail de l'IEFC est quasiment achevé car nous avons fourni un outil informatique sous CAPSIS répondant au cahier des charges. Nous avons été dépendants des développeurs du module PP3 pour certains aspects, comme la définition d'un volume commercial par classe de diamètre, mais ce travail étant achevé au mois de janvier 2004, nous allons pouvoir créer la fonction économique manquante et l'outil d'exportation demandés par l'IAE.

Ce projet est donc intéressant à double titre, car non seulement, il permet de bénéficier de CAPSIS pour évaluer l'intérêt économique des options sylvicoles prises par les différents propriétaires dans le cadre de notre étude, mais il a aussi permis de développer un outil économique puissant et évolutif, utile pour tous les utilisateurs des modèles de croissance disponibles sous CAPSIS.