

La plateforme Capsis

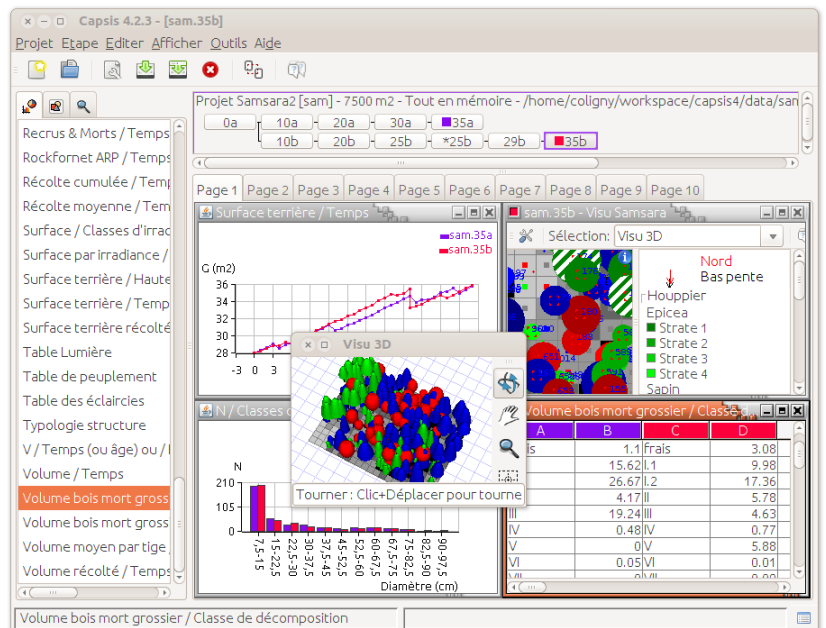


- ✓ Une plateforme logicielle dédiée à la simulation de la croissance et de la dynamique forestière, générique et ouverte, développée par l'INRA depuis 1994
- ✓ Un accompagnement des partenaires pour l'intégration de leurs modèles, en co-développement
- ✓ Un noyau logiciel libre et des codes sources partagés par tous les modélisateurs suivant les règles d'une charte garantissant la propriété intellectuelle de chacun

Un logiciel collectif pour la modélisation forestière

Capsis est né en 1994, au Laboratoire de Recherches Forestières Méditerranéennes de l'INRA, à Avignon : l'idée était de proposer un logiciel capable d'accueillir tout modèle de croissance d'arbres ou peuplements forestiers mis au point dans les organismes de recherche, afin de faciliter leur transfert et leur utilisation par les gestionnaires forestiers. Ainsi ce logiciel offre un environnement de simulation commun pour des modèles de croissance variés à la pointe des recherches du moment. Chaque modèle, en conservant ses spécificités, permet de simuler la dynamique de croissance de divers types de peuplements forestiers. En paramétrant le type et l'intensité des interventions (sylviculture), le gestionnaire peut ainsi réaliser des simulations qui l'aideront dans la prise de décisions.

Dès ses débuts, le projet a intéressé bon nombre de partenaires : ONF, ENGREF, Cemagref, Cirad, AFOCEL, IDF, IFN, ERTI (Budapest), INIA (Madrid) qui ont pu intégrer une douzaine de modèles de croissance pour plusieurs espèces : Pin noir d'Autriche, Hêtre, Pin maritime, Épicéa commun, Pin laricio, Chêne sessile, Pin d'Alep, Douglas, Cèdre de l'Atlas, Pin pignon. Le ministère français en charge des Forêts a apporté son appui à cette démarche collaborative. Fort de ces succès au sein des équipes de recherches forestières, l'INRA a soutenu ce projet en recrutant un ingénieur en 1999 à l'UMR AMAP de Montpellier, ayant pour mission d'amplifier son développement, au service de l'institut mais également de tous ses partenaires.



Une simulation Capsis-Samsara2 (Benoit Courbaud, IRSTEA, 2008)

Les modèles intégrés dans Capsis sont de plus en plus variés

Les modèles dendrométriques intégrés, relativement légers, peuvent représenter le peuplement forestier par quelques variables synthétiques, ou les arbres par une distribution en classes de diamètres. Ces modèles sont bien adaptés pour simuler l'évolution et la sylviculture de forêts homogènes (arbres de même âge, espèce unique), à l'échelle d'un peuplement de quelques hectares. Des modèles plus complexes simulent la croissance individuelle des arbres selon leur espèce, leur âge, les conditions de milieu, la position de leurs voisins et l'encombrement de leur couronne, dans des forêts mélangées ou naturelles, parfois en montagne, en zone tempérée comme tropicale. Cette diversité de modèles et leur complexification entraînent une augmentation des volumes de données simulées. Aujourd'hui les modèles peuvent simuler la gestion de massifs composés de plusieurs forêts. La gamme des processus modélisés (croissance, mortalité, régénération, dispersion de graines, de pollen...) s'est progressivement élargie, ainsi que l'éventail des données de sortie : dimensions des arbres, patrimoine génétique, branchaison, billonnage et qualité du bois, exploitation, transformation et évaluation économique des scénarios, sensibilité au vent et aux feux de forêts, biomasse, carbone stocké, minéralomasse.

Les modèles les plus récents sont capables de calculer les ressources disponibles arbre par arbre (lumière, minéraux...) grâce à la modélisation de processus écophysologiques (tenant compte directement de l'eau, de la température, du CO₂...). Ils permettent d'étudier la réaction des forêts aux changements climatiques.

Une approche d'accompagnement

Pour rendre accessible le logiciel aux chercheurs, une méthode d'accompagnement a été mise en place et affinée au cours des années afin de réduire considérablement les freins techniques. Un chercheur ayant conçu un modèle de croissance pour une espèce et une région donnée se voit proposer une formation rapide pour devenir programmeur débutant dans Capsis (langage Java). Une session de travail intensive est proposée dans la foulée, laquelle permet généralement d'obtenir en quelques jours un prototype fonctionnel pour ce modèle de croissance. Le développement peut être poursuivi en binôme au gré des disponibilités du chercheur, ou en autonomie s'il le préfère. Les chercheurs étrangers se voient proposer un stage de deux semaines au terme duquel ils repartent avec un simulateur fonctionnel.

L'architecture partagée de la plateforme et l'expérience des précédentes intégrations de modèles accélèrent le démarrage ; l'implication forte du chercheur, qui est mis à contribution dès le départ pour les moindres détails, garantit la validité du simulateur qui est construit sous sa surveillance.

Un vecteur de transfert en direction des forêts françaises

L'interface graphique, en français ou en anglais, propose aux utilisateurs la construction visuelle de scénarios sylvicoles, ainsi que leur évaluation par des sorties graphiques intégrées ou des exportations vers des outils d'analyse indépendants. Par l'intermédiaire de la plateforme, les modélisateurs peuvent facilement diffuser leurs modèles à leurs propres partenaires scientifiques, à leurs financeurs, ainsi qu'aux organismes en charge de la gestion des forêts. Capsis a été utilisé par l'Office National des Forêts lors de l'élaboration d'une quinzaine de guides de sylviculture ces dernières années. Capsis et ses modèles, combinés aux données de l'Inventaire Forestier National, ont aussi été utilisés après la tempête Klaus de 2009 pour estimer la ressource indemne au lendemain de la tempête.

Age	Peuplement						Eclaircie				Production totale		Accroissement courant annuel		
	N/ha	G/ha (m ²)	V/ha (m ³)	Ho (m)	Do (cm)	Dg (cm)	N/ha	% N pré	G/ha (m ²)	% G pré	V/ha (m ³)	V/ha (m ³)	G/ha (m ²)	en V (m ³ /ha)	en G (m ² /ha)
Fertilité 1															
17	1600	23,2	103	10,5	17	14						103	23		
18	1597	26,0	127	11,3	18	14						127	26		
18	1001	16,7	82	11,1	18	15	595	37	9,3	36	45	127	26		
23	998	27,8	193	14,6	23	19						239	37	22,3	2,2
23	700	20,3	143	14,6	23	19	298	30	7,5	27	51	239	37		
29	697	31,4	285	18,1	28	24						382	48	23,8	1,9
29	470	22,7	209	18,1	28	25	227	33	8,7	28	77	382	48		
36	467	33,6	374	21,5	35	30						548	59	23,8	1,6
36	330	25,8	290	21,5	35	32	136	29	7,8	23	84	548	59		
44	329	36,6	476	24,6	41	38						736	70	23,4	1,4
44	245	29,6	388	24,6	41	39	84	26	7,0	19	88	736	70		
54	245	41,5	611	27,5	49	46						959	82	22,3	1,2
54	200	35,0	516	27,5	49	47	45	18	6,6	16	95	959	82		
64	200	45,0	715	29,5	55	54						1158	92	19,9	1,0
64	170	39,0	622	29,5	55	54	30	15	5,9	13	93	1158	92		
70	170	44,1	725	30,4	59	57						1262	97	16,7	0,8
75	170	47,9	805	31,1	61	60						1341	101		
Production annuelle moyenne												17,9	1,4		

Exemple de simulations pour le Pin laricio avec Capsis-Pnl (Céline Meredieu, INRA, 1998). Extrait du Guide des sylvicultures ONF Pineraiés des plaines du Centre et du Nord-Ouest, Ludovic Chabaud et Loïc Nicolas, 2009

Un réseau de partenaires national et international

Les premiers partenaires du projet ont été les instituts de recherche, les universités, les organismes de gestion et les instituts techniques privés français. Plusieurs équipes étrangères les ont rejoints : Belgique (Université de Liège Gembloux, Université Catholique de Louvain), Portugal (UTAD - Vila Real), Finlande (University of Eastern Finland - Joensuu), Chine (Chinese Academy of Forestry - Beijing), Nouvelle Zélande (Scion - Rotorua), USA (Oregon State University - Corvallis OR, USDA Fire Science Laboratory - Missoula MT).

L'utilisation de Capsis en appui à la gestion forestière s'est aussi concrétisée au Canada, où le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec a intégré 6 modèles pour aider à la gestion des forêts de la province.

Pour en savoir plus

- ✓ Dufour-Kowalski S., Courbaud B., Dreyfus P., Meredieu C., de Coligny F., 2012. Capsis: an open software framework and community for forest growth modelling. *Annals of Forest Science* (2012) 69:221–233
- ✓ Meredieu C., Dreyfus Ph., Cucchi C., Saint-André L., Perret S., Deleuze C., Dhôte J.F., de Coligny F., 2009. Utilisation du logiciel Capsis pour la gestion forestière. *Forêt-entreprise* n°186-Mai 2009, 32-36
- ✓ Le site web de Capsis : <http://www.inra.fr/capsis>

Contact : coligny@cirad.fr

Date de mise à jour : Avril 2015

Comité de rédaction

François de Coligny (INRA), Céline Meredieu (INRA)
Mathieu Fortin (AgroParisTech), Philippe Dreyfus (ONF)