

SIMMEM

Aide / description / références

Sommaire

1 Présentation.....	2
1.1 Entrées	2
1.2 Sorties	4
1.3 Scenarii sylvicoles.....	4
2 Description des modèles.....	4
2.1 Modèle Fagacée-Sylvestris.....	4
2.1.1 Génération du peuplement	5
2.1.2 Indicateurs compris entre 0 et 1.....	5
2.1.3 Eclaircie	5
2.1.4 Coupe rase	5
2.2 Modèle Melies	5
2.2.1 Génération du peuplement	6
2.2.2 Indicateurs compris entre 0 et 1.....	6
2.2.3 Eclaircie	6
2.2.4 Coupe rase	6
2.3 Modèle Pin Laricio.....	6
2.3.1 Génération du peuplement	7
2.3.2 Indicateurs compris entre 0 et 1.....	8
2.3.3 Eclaircie	8
2.3.4 Coupe rase	8
2.4 Modèle Futaie-Taillis-Chêne	8
2.4.1 Génération du peuplement	8

2.4.2 Indicateurs compris entre 0 et 1	9
2.4.3 Eclaircie	9
2.4.4 Coupe rase	9
2.5 Modèle Sylvestris	9
2.5.1 Génération du peuplement	10
2.5.2 Indicateurs compris entre 0 et 1	11
2.5.3 Eclaircie	12
2.5.4 Coupe rase	12
2.6 Modèle Fagacées	12
2.6.1 Génération du peuplement	12
2.6.2 Indicateurs compris entre 0 et 1	12
2.6.3 Eclaircie	12
2.6.4 Coupe rase	13
3 Questions fréquentes (FAQ)	13
4 Liste de contacts	13

1 Présentation

SIMMEM signifie : Simulateur Multi-Module pour l’Echelle Massif. Il s’agit d’un module de Capsis dont l’objectif est de simuler la croissance des peuplements forestiers à moyen/long terme sur deux 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

Le principe de SIMMEM est de s’appuyer sur des modèles Capsis existants en les encapsulant à l’intérieur d’un “meta-modèle” afin d’en utiliser autant d’instances qu’il est nécessaire pour simuler l’ensemble des parcelles d’un massif.

1.1 Entrées

SIMMEM utilise un fichier d’entrée divisé en deux grandes parties.

Un en-tête : ensemble de lignes commentées par # – contenant les méta-données ; et une partie contenant les données proprement dites. Les lignes de l’entête renseignent sur l’ensemble des données contenues dans le fichier, notamment le système de coordonnées et la projection de la couche spatiale

dont sont extraites les coordonnées des polygones, la signification des colonnes, leur type informatique et l'unité dans laquelle doit être la donnée.

Pour que SIMMEM puisse charger sans erreurs ce fichier, le format doit être strictement respecté. Aucun champ blanc ou vide n'est autorisé. S'il manque des données, elles doivent être remplacées par "-1" pour les valeurs numériques si celles-ci ne prennent logiquement pas de valeurs négatives, et '-' pour les chaînes de caractère.

Les données proprement dites peuvent être de 3 niveaux.

Niveau 1 : Paramètres à l'échelle du massif

Ce sont les données concernant la date de démarrage de la simulation, la surface totale correspondant à la somme des surfaces des polygones, et les coordonnées de l'emprise géographique représentée par l'ensemble des polygones

Niveau 2 : Paramètres à l'échelle de la placette

Une ligne par parcelle (ou peuplement) avec :

identifiant de la parcelle (doit être unique), modèle utilisé (cf partie modèles), descriptif, surface, fertilité et mesures dendrométriques (une série pour chaque essence d'arbre, en fonction du modèle utilisé), exploitabilité, type de domaine,... En fin de ligne, les coordonnées des géométries représentant la parcelle. Ces coordonnées sont au format Well-Known Text Format Ce format standard est lisible par Capsis pour générer la visualisation des parcelles en utilisant la fonctionnalité « Visu Scene complexe », onglet « Visualisateur de peuplements ».

Une précision sur l'indice de fertilité : quel que soit le modèle, si celui-ci utilise ce type d'information, la donnée est attendue dans l'intervalle [0;1] (cf partie modèle pour comprendre à quelle échelle cela correspond)

Niveau 3 : (optionnellement, sauf pour Fagacées) Classes de diamètres attachées aux peuplements

A chaque identifiant de parcelle peuvent être ajoutés des données « effectifs de tiges par diamètre » et des données de hauteur de tige. Ces données sont déclinées espèces par espèces et doivent correspondre à celle(s) que le modèle attaché à la placette utilise.

Les données de hauteur sont structurées comme suit :

{(n, m);(n, m) ; ...}, avec n = effectif des arbres mesurés en hauteur et m = moyenne arithmétique de ces hauteurs. Si une seule hauteur est présente, n = -1. Sinon, somme(n) = nombre d'arbres dans la classe de diamètre.

IMPORTANT : Lorsque ce type d'information est présent pour une parcelle, SIMMEM crée un fichier d'inventaire correspondant et l'utilise avec le modèle associé à la parcelle pour créer les arbres.

Ceci implique que :

- Certains paramètres spécifiés au niveau 2 seront ignorés
- Le modèle doit être capable de créer un peuplement à partir d'un fichier d'inventaire

D'autre part, il faut veiller à ne pas utiliser de doublon pour créer plusieurs arbres car SIMMEM les détecte et les élimine. Il faut utiliser le nombre d'arbres (TREE_NUMBER)

Ex :

422 quercus_petraea 11.77781315 2 {{-1,15}}

Au lieu de

422	quercus_petraea	11.77781315	1	{{(-1,15)}}
422	quercus_petraea	11.77781315	1	{{(-1,15)}}

1.2 Sorties

SIMMEM propose pour chaque modèle encapsulé, donc pour chaque parcelle, les sorties suivantes en valeur absolues :

- Diamètre dominant
- Diamètre moyen
- Hauteur dominante
- Nombre de tiges
- Surface terrière

Et les valeurs suivantes en valeur relatives, c'est à dire dans l'intervalle [0;1]

- Diamètre dominant (relatif au DDom max de l'essence considérée)
- Densité (cf. modèle correspondant)

1.3 Scenarii sylvicoles

Un scénario sylvicole dans SIMMEM se définit par :

- Le diamètre dominant maximal qui déclenche la coupe de tous les arbres et la création d'un nouveau peuplement (longueur de révolution)
- Un ensemble de couples DDom[0;1]/Densité[0;1] qui définissent la bande de densité acceptable pour un diamètre dominant donné. Sachant que tout dépassement de la densité correspondante déclenche une éclaircie.

Un scénario par défaut est défini dans SIMMEM mais il est possible de le modifier.

2 Description des modèles

Pour chaque modèles, la partie "Génération du peuplement" décrit comment une scène initiale est créé dans les cas où aucune classe de diamètre n'est fournie. Dans le cas contraire, SIMMEM se contente de générer un fichier d'inventaire adapté au modèle à partir des données de classes de diamètre fournies.

2.1 Modèle Fagacée-Sylvestris

Suffixe de classes : "Fasy",

FOREST_TYPE_CODE : "fasy"

Nom d'essence pour les classes de diamètres (niveau 3 du fichier d'entrée) :

quercus_petraea, pinus_sylvestris

Pas d'évolution : 1 an

Description : Un module pour coupler les modèles mono-spécifiques Fagacées et Sylvestris dans le but de modéliser des peuplements mélangés chêne/pin Scott

Essences : *pinus sylvestris* et *quercus petraea*

2.1.1 Génération du peuplement

Paramètres du fichier d'entrée de niveau 2 utilisés :

SITE_INDEX_1, SITE_INDEX_2, AGE_1, AGE_2

La méthode utilisée pour la disposition du peuplement est "juxtaposition : surfaces proportionnelles à la surface terrière" avec les pondérations par défaut (1 et 1)

Cf. boîte de dialogue du modèle lorsque lancé indépendamment.

SITE_INDEX_1 est convertit en HDom à 100 ans pour les chênes et sert d'indice de fertilité. Il est obtenu en calculant l'inverse de la fonction de répartition d'une distribution $N(17.433, 2.712)$

SITE_INDEX_2 est convertit en HDom à 50 ans pour les pins et sert d'indice de fertilité. Il est obtenu en calculant l'inverse de la fonction de répartition d'une distribution de Weibull de paramètres

$$\lambda = 19.1374 \quad \kappa = 5.6204$$

AGE_1 et AGE_2 correspondent respectivement à l'âge à 3mm des chênes et des pins

2.1.2 Indicateurs compris entre 0 et 1

Ddom[0;1] :

Calculé comme la moyenne pondérée par le RDI du Ddom[0;1] de chaque essence. I.e :

$$\frac{Ddom[0;1](chene) \times RDI(chene) + Ddom[0;1](pin) \times RDI(pin)}{RDI(chene) \times RDI(pin)}$$

Sachant que $Ddom[0; 1] = \frac{Ddom}{Ddom_{max}}$

Densité[0;1]

$$RDI(chêne) + RDI(pin)$$

2.1.3 Eclaircie

FasyThinner est utilisé. Il s'agit d'un éclaircisseur qui appelle indépendamment RDIAutoThinner sur la population de pin et de chênes. Il est appelé avec un taux d'éclaircie de -0.3 et cherche à obtenir un taux de mélange chêne/pin le plus proche possible de 50%

2.1.4 Coupe rase

Lors d'une coupe rase, le nouveau peuplement est généré de la même façon qu'en début de simulation

2.2 Modèle Melies

Suffixe de classes : "Melies"

FOREST_TYPE_CODE : "melies"

Nom d'essence pour les classes de diamètres (niveau 3 du fichier d'entrée) : abies_alba et picea_abies

Pas d'évolution : 1 an

Description : Melies est un modèle de croissance en surface terrière pour des peuplements mixtes Epicéa commun/Sapin commun. Il permet d'évaluer l'effet mélange sur la croissance en surface terrière en fonction des variables environnementales. Les premières équations sont détaillées dans l'article "Silver fir stand productivity is enhanced when mixed with Norway spruce: evidence based on large-scale inventory data and a generic modelling approach", Vallet & Perot 2011, Journal of Vegetation Science

Essences : *Abies alba* et *picea abies*

2.2.1 Génération du peuplement

Paramètres du fichier d'entrée de niveau 2 utilisés :

DG_1 = Dg sapins (*abies alba*), DG_2 = Dg Epicéa (*picea abies*)

Le taux de sapins/épicéa est fixé à 0.5, considérant le RDI. Le RDI total est de 1 avant qu'une éclaircie le ramène à la valeur correspondant au DDom dans la règle d'éclaircie par défaut de SIMMEM

2.2.2 Indicateurs compris entre 0 et 1

Ddom[0;1] :

Il n'y a pas de DDom dans Melies. A titre temporaire, nous utilisons les Dg pondérés par les RDI

$$Ddom[0,1] = \frac{Dg_{Total}}{Dg_{max}} = \frac{\frac{Dg_{épicéa}}{Dg_{épicéa Max}} \times RDI_{épicéa} + \frac{Dg_{sapin}}{Dg_{sapin Max}} \times RDI_{sapin}}{RDI_{épicéa} \times RDI_{sapin}}$$

Densité[0;1]

$$RDI_{Total} = RDI_{épicéa} + RDI_{sapin} =$$

$$Nha_{épicéa} \times e^{-13.06+1.83 \times \ln(Dg_{épicéa})} + Nha_{sapin} \times e^{-13.06+1.83 \times \ln(Dg_{sapin})}$$

2.2.3 Eclaircie

MeliesThinner est utilisé

2.2.4 Coupe rase

La procédure de génération de peuplement décrite plus haut est réutilisée

2.3 Modèle Pin Laricio

Suffixe de classes : "Pnl"

FOREST_TYPE_CODE : "laricio"

Nom d'essence pour les classes de diamètres (niveau 3 du fichier d'entrée) :

pinus_nigra_laricio

Pas d'évolution : 1 an

Un modèle dépendant des distances pour le pin noir laricio

Essence : *pinus nigra laricio*

2.3.1 Génération du peuplement

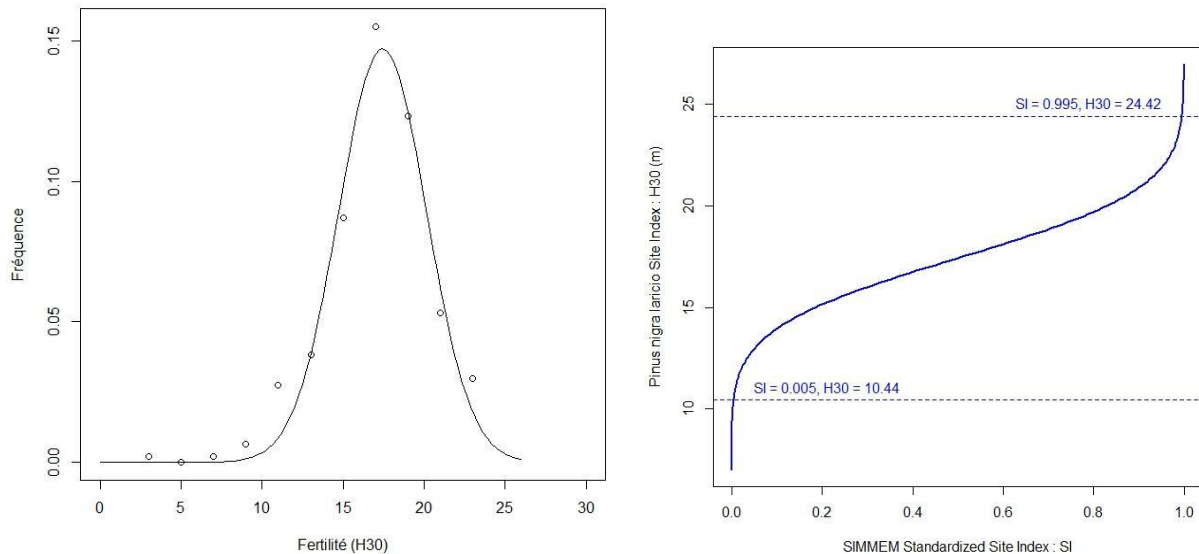
Paramètres du fichier d'entrée de niveau 2 utilisés :

- SITE_INDEX_1
- AGE_1

age0.3 = âge des tiges à 0.3 cm = paramètre AGE_1 du fichier d'entrée

Dg = diamètre quadratique en cm

H30 = fertilité (hauteur dominante à 30 ans), en mètres. Sa distribution est une gaussienne $N(17.433, 2.712)$.



A partir du paramètre SITE_INDEX_1 compris dans [0;1] on détermine H30 en prenant la valeur correspondant à l'inverse de la fonction de répartition. I.e. $SI=0.5 \rightarrow H30=17.433$

SITE_INDEX_1 est toutefois ramené au préalable dans l'intervalle [0.005;0.995] afin d'éviter des valeurs absurdes.

Ensuite on détermine Dg :

$$Dg = (21.7 + 1.31 \times H30) \times (1 - e^{-0.0213 \times age0.3})$$

Sachant que :

$$RDI = Nha \times e^{-12.104 + 1.653 \times \ln(Dg)}$$

On fixe le RDI à 1 pour le tirage des diamètres. Et l'on obtient le nombre de tiges à l'hectare Nha.

Un tirage des diamètres est ensuite effectué selon une loi $N(\mu, \sigma)$ avec

$$\mu = Dg \times \frac{1}{\sqrt{1 + 0.229^2}} \sigma = 0.229 \times \mu$$

Ces diamètres sont regroupés par classes de 2cm de large

Le RDI est ensuite ajusté pour correspondre à la règle d'éclaircie par défaut de SIMMEM (c'est à dire en fonction du DDom) en effectuant une éclaircie.

2.3.2 Indicateurs compris entre 0 et 1

DDom[0;1] :

$$Ddom[0; 1] = \frac{Ddom}{Ddom_{max}}$$

Densité[0;1]

$$RDI = Nha \times e^{-12.104 + 1.653 \times \ln(Dg)}$$

Équation issue du papier de Marie Charru, numéro spécial AFS 2012

2.3.3 Eclaircie

L'éclaircie est réalisée avec RDIAutoThinner

2.3.4 Coupe rase

Le nouveau peuplement est généré de la même façon qu'à l'initialisation

2.4 Modèle Futaie-Taillis-Chêne

Suffixe de classes : "FTC"

FOREST_TYPE_CODE : "ftchene"

Nom d'essence pour les classes de diamètres (niveau 3 du fichier d'entrée) :

quercus_coppice_with_standards

Pas d'évolution : 3 ans

Description : Le module FTChene (Futaie Taillis Chêne) a été développé à partir des données IFN pour simuler les peuplements identifiés « Mélange Futaie Taillis » de la zone d'étude Orléanais, qui représentent près de 50% de la surface.

Essences : *quercus coppice with standards*

2.4.1 Génération du peuplement

Paramètres du fichier d'entrée de niveau 2 utilisés :

SITE_INDEX_1

Le paramètre SITE_INDEX_1 compris dans [0;1] est convertit dans [11;18]

Le peuplement initial de la futaie (individualisé) est généré pour un RDI = 1.

S'en suit une éclaircie pour ramener le RDI à la valeur correspondant au DDom dans la règle d'éclaircie par défaut de SIMMEM.

La surface terrière du taillis est tirée dans une distribution $N(5,1.5)$ mais doit être > 2

2.4.2 Indicateurs compris entre 0 et 1

DDom[0;1] :

$$Ddom_{futaie}[0; 1] = \frac{Ddom}{Ddom_{max}}$$

Densité[0;1]

$$RDI_{futaie} = Nha \times e^{-13.54 + 2.06 \times \ln(Dg)}$$

2.4.3 Eclaircie

Utilisation de RDIAutoThinner

2.4.4 Coupe rase

Le Ddom maximum ne devant jamais être atteint, la coupe rase ne devrait jamais avoir lieu.

2.5 Modèle Sylvestris

Suffixe de classes : "Psy"

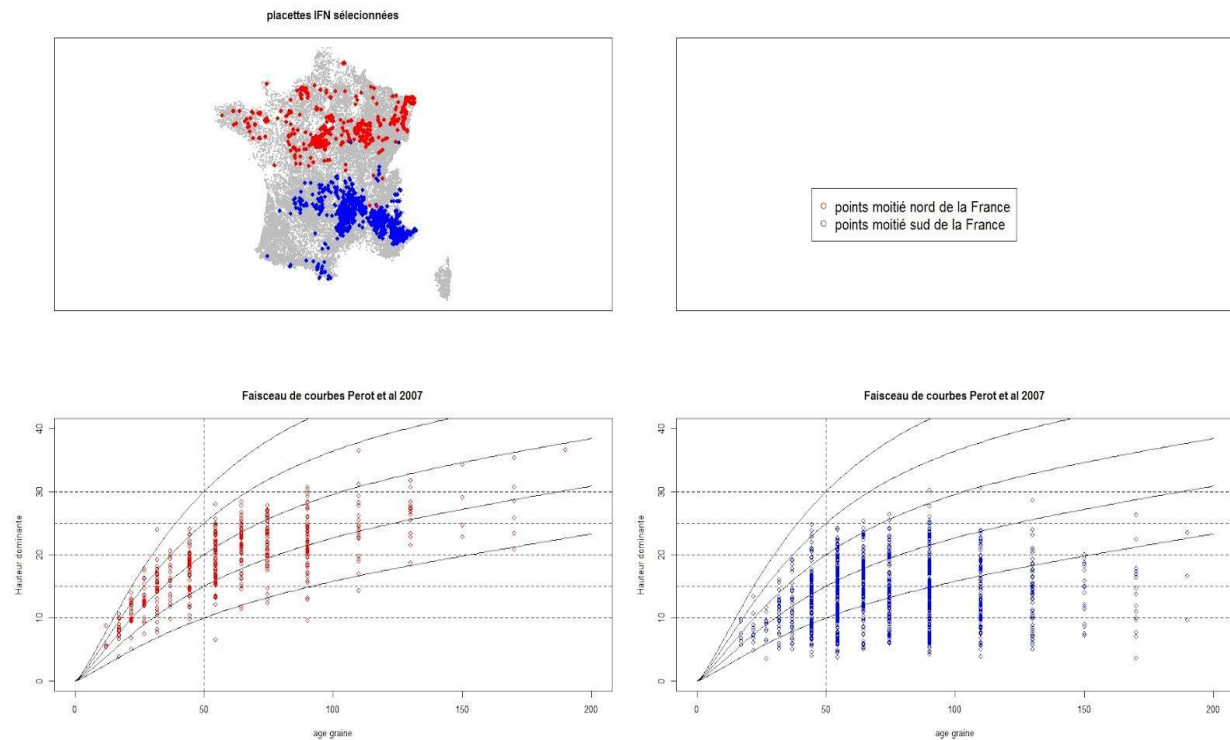
FOREST_TYPE_CODE : "sylvestris"

Nom d'essence pour les classes de diamètres (niveau 3 du fichier d'entrée) :

pinus_sylvestris

Pas d'évolution : 1 an

Description : Sylvestris ne concerne que les Pins sylvestres de la moitié Nord de la France (points en rouge)



Essence : *pinus sylvestris*

2.5.1 Génération du peuplement

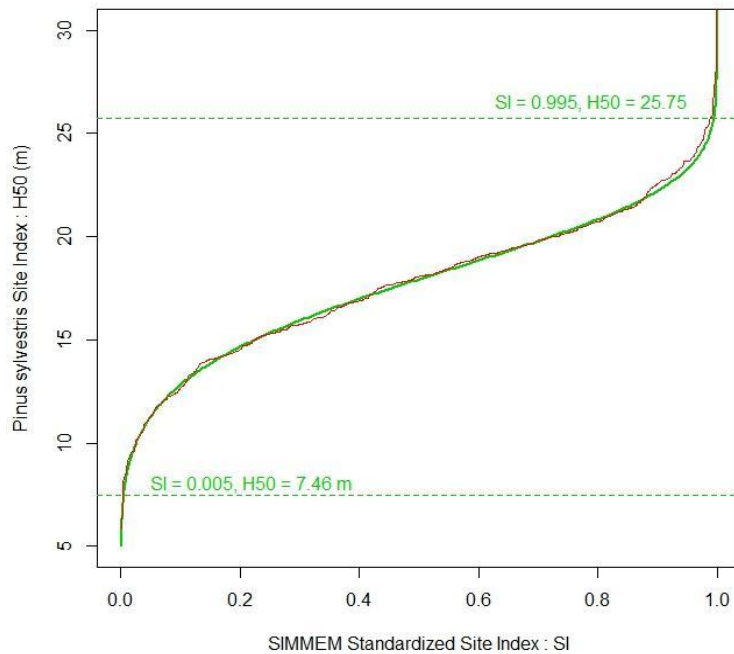
Paramètres du fichier d'entrée de niveau 2 utilisés :

SITE_INDEX_1

Le paramètre SITE_INDEX_1 compris dans [0;1] est converti en H50 : Hdom à 50 ans
H50 est distribué selon une loi de Weibull de paramètres $\lambda = 19.1374$ $\kappa = 5.6204$

$$H50 = \lambda \times -\ln(1 - SI)^{\frac{1}{\kappa}}$$

$$SI = 1 - e^{-\left(\frac{H50}{\lambda}\right)^{\kappa}}$$



On borne SI dans [0.005;0.995]

age0.3 = age des tiges à 3cm = paramètre AGE_1

Sachant que

$$Dg = 12.16 \times H50^{0.567} \times (1 - e^{-0.01136 \times \text{age}0.3})$$

$$Nha = \frac{RDI}{e^{-12.669 + 1.844 \times \ln(Dg)}}$$

$$v = 7.23$$

$$v = 0.06615$$

$$Dg^2 = \mu^2 + v^2 \times (1 - e^{-v \times \mu})^2$$

$$\sigma = v \times (1 - e^{-v \times \mu})$$

μ est déterminé par recherche dichotomique puis le triage des diamètres est effectué selon une loi normale $N(\mu, \sigma)$

RDI est fixé à 1, ce qui donne Nha = nombre de tirages.

Les tirages sont regroupés en classes de diamètre de 12cm

Une éclaircie corrective est effectuée

2.5.2 Indicateurs compris entre 0 et 1

DDom[0;1] :

$$Ddom[0; 1] = \frac{Ddom}{Ddom_{max}}$$

Densité[0;1]

$$RDI = Nha \times e^{-12.104 + 1.653 \times \ln(Dg)}$$

2.5.3 Eclaircie

Utilisation de RDIAutoThinner

2.5.4 Coupe rase

Réutilisation de la procédure de génération de peuplement décrite ci-dessus

2.6 Modèle Fagacées

Suffixe de classes : "Fg"

FOREST_TYPE_CODE : « fagacees_oak » pour un peuplement de chênes, « fagacees_beech_NW » pour un peuplement de hêtre orienté N-O ou « fagacees_beech_NE » pour un peuplement de hêtres orientés N-E

Nom d'essence pour les classes de diamètres (niveau 3 du fichier d'entrée) : quercus_petrae et/ou fagus_sylvestris

Pas d'évolution : 3 ans

Description : Fagacée est un modèle d'arbres individualisés indépendants des distances pour les peuplements équiens de chêne sessiles et de hêtres en France.

Essences : *Quercus petraea* et/ou *Fagus sylvestris*

2.6.1 Génération du peuplement

Paramètres du fichier d'entrée de niveau 2 utilisés : SITE_INDEX_1

Le paramètre SITE_INDEX_1 compris dans [0;1] détermine le Hdom à 100 ans (fertilité) dans [12;35]

Ce modèle nécessite obligatoirement qu'on lui fournisse des classes de diamètres dans la partie 3 du fichier d'inventaire SIMMEM

2.6.2 Indicateurs compris entre 0 et 1

Ddom[0;1] :

$$Ddom[0; 1] = \frac{Ddom}{Ddom_{max}}$$

Densité[0;1]

$$RDI_{Chêne} = NHa \times e^{-14 + 1.701 \times \ln(\pi \times Dg)}$$

$$RDI_{Hêtre} = NHa \times e^{-13.688 + 1.574 \times \ln(\pi \times Dg)}$$

2.6.3 Eclaircie

Utilisation de RDIAutoThinner

2.6.4 Coupe rase

Réutilisation de la procédure de génération du peuplement

3 Questions fréquentes (FAQ)

Question :

Réponse :

4 Liste de contacts

Voici la liste des personnes à contacter en cas de problèmes ou pour obtenir des informations supplémentaires :

Nom	Organisme	Domaine de compétence	Email	Téléphone
Patrick Vallet	IRSTEA - UR Ecosystèmes Forestiers	Scientifique	patrick.vallet@irstea.fr	+33 (0)2 38 95 03 54
François de Coligny	INRA - UMR AMAP botanique et bioinformatique de l'Architecture des Plantes	Informatique	coligny@cirad.fr	+33 (0)4 67 61 71 68
Thomas Bronner	Indépendant	Informatique	thomas.bronner@gmail.com	+33 (0)6 70 62 51 78