

# Logiciels pour la Gestion et l'Analyse Economique de Plantations Forestières

Edilson Batista de Oliveira  
[edilson.oliveira@embrapa.br](mailto:edilson.oliveira@embrapa.br)



## SisPinus

*P. taeda*  
*P. elliotii*  
*P. caribaea hond.*



## SisEucalipto

*E. grandis*  
*E. urograndis*  
*E. dunnii*  
*E. saligna*  
*E. benthamii*



## SisAraucaria

*Araucaria angustifolia*



## SisTeca

*Tectona grandis*



## SisBracatinga

*Mimosa scabrella*



## SisAcacia

*Acacia meamsii*  
(Acacia-noir)



## SisCedro

*Toona ciliata*  
(Cèdre rouge-d'Australie)



## Planin

Analyse économique

1.	<b>Introduction</b> .....	4
2.	<b>Qui utilise les logiciels?</b> .....	5
3.	<b>Gestion forestière</b> .....	5
4.	<b>Les logiciels</b> .....	6
5.	<b>Données nécessaires pour les simulations</b> .....	7
6.	<b>Hauteur Dominante et Indice de Station</b> .....	7
7.	<b>Équations de volume</b> .....	9
8.	<b>Équations de l'assortiment</b> .....	9
9.	<b>Éclaircies</b> .....	11
10.	<b>Les logiciels: étape par étape</b> .....	12
10.1.	<b>Simulation</b> .....	12
10.2.	<b>Inventaire</b> .....	14
10.3.	<b>Options de listage</b> .....	15
10.4.	<b>Éclaircies</b> .....	17
10.5.	<b>Équations</b> .....	19
	<b>Équation de Station</b> .....	20
	<b>Équation de Volume</b> .....	20
	<b>Équation de l'Assortiment</b> .....	21
	<b>Modifier et/ou Insérer les Équations</b> .....	22
10.6.	<b>Diamètres des billes de bois et l'assortiment</b> .....	23
10.7.	<b>Catalogues</b> .....	24
	<b>Produits</b> .....	25
	<b>Formules</b> .....	25
10.8.	<b>Carbone</b> .....	27
10.9.	<b>Résultats</b> .....	28
	<u><b>Exemple 1</b></u> .....	28
	<b>Enregistrer</b> .....	30
	<b>Imprimer</b> .....	30
10.10.	<b>Graphiques</b> .....	30
	<b>L'Indice d'Espacement de Hart-Becking ou Indice d'Espacement Relatif</b> .....	32
	<b>Pourcentage de la Densité Maximum du Peuplement - Reineke</b> .....	32
	<b>Diagramme de Gestion de la Densité du Peuplement - DGDP</b> .....	33
	<b>DGDP dans les Logiciels</b> .....	36
	<u><b>Exemple 2</b></u> .....	37
10.11.	<b>Autres</b> .....	40
	<b>Manuel</b> .....	41
	<b>Analyse Économique – Planin</b> .....	41
	<b>Systemes de Production (en portugais)</b> .....	44
	<b>Équations pour l'assortiment</b> .....	45

<b>Vidéo 1.....</b>	<b>45</b>
<b>Vidéo 2.....</b>	<b>45</b>
<b>Sur les logiciels.....</b>	<b>45</b>
<b>11. La base statistique des logiciels .....</b>	<b>46</b>
<b>12. Tableaux de classification de station. ....</b>	<b>50</b>
1. Acácia-negra ( <i>Acacia mearnsii</i> ).....	50
2. Araucária ( <i>Araucaria angustifolia</i> ).....	50
3. Bracatinga ( <i>Mimosa scabrella</i> ).....	51
4. Cedro-australiano ( <i>Toona ciliata</i> ).....	51
5. <i>Eucalyptus dunnii</i> .....	52
6. <i>Eucalyptus (grandis e urograndis)</i> .....	52
7. <i>Pinus caribaea var hondurensis</i> .....	53
8. <i>Pinus elliotii</i> .....	53
9. <i>Pinus Taeda</i> .....	54
10. Teca ( <i>Tectona grandis</i> ).....	54

## 1. Introduction

Les logiciels présentés dans ce manuel sont le résultat de près de trois décennies de recherche scientifique et ont été conçus dans le but de répondre à une forte demande émanant des producteurs forestiers, conscients que les forêts administrées sans base scientifique mèneront très certainement à une grande perte de ressources économiques et environnementales.

Le travail a reçu le soutien précieux des entreprises forestières, qui étaient à la recherche d'une technologie afin de définir des régimes de gestion appropriés pour leurs plantations, et qui ont collaboré en fournissant les bases de données des inventaires de croissance et de production de leurs forêts.

Les logiciels dénommés **Sis**, suivi du nom populaire de l'espèce forestière ou du genre botanique (**SisAraucaria**, **SisPinus**, **SisTeca**, etc.), décrivent la façon dont la forêt se développe et produit, conformément aux régimes de gestion que l'utilisateur lui-même indique. Le logiciel **Planin** génère des paramètres pour l'analyse économique de la production forestière.

L'objectif est de guider le producteur à l'aide de technologies pour la gestion et la planification forestière, en fournissant des informations qui permettent d'optimiser la production tout en augmentant les revenus.

Les utilisateurs peuvent à travers les logiciels tester chaque condition de climat et de sol, ainsi que toutes les options de gestion de la forêt, rendre des pronostics de productions actuelles et futures, effectuer des analyses économiques, puis ne choisir que la meilleure alternative afin de la mettre en œuvre sur le terrain.

Les logiciels disposent d'un processus agile d'entrée et d'intégration de données. Ils peuvent simuler des éclaircies des forêts avec une prévision de la croissance du peuplement et de l'assortiment du bois par classe diamétrique pour des usages multiples des arbres provenant des éclaircies et de la coupe définitive.

En quantifiant le bois produit par type d'usage industriel, le producteur peut gérer ses forêts pour une production de bois orientée vers une utilisation plus rentable.

Les «Systèmes» de production» développés par l'Embrapa Forêts pour chaque espèce sont accessibles directement ou par le biais de liens se trouvant dans les logiciels. On y trouve des techniques disponibles allant de la production de plants jusqu'à la récolte et à la commercialisation.

## 2. Qui utilise les systèmes?

- Entreprises/Institutions exerçant de diverses activités, notamment dans la gestion et la planification stratégique de la forêt.
- Les organismes tels que les ATER (entreprise d'assistance technique rurale), les instituts environnementaux, les coopératives, les secrétariats municipaux, les syndicats et les associations ont utilisé les systèmes pour apporter une assistance technique et aider à la mise en œuvre d'actions pour encourager le reboisement.
  - Universités et Centres Technologiques, dans des activités d'enseignement, recherche et vulgarisation.
  - Professionnels indépendants.
  - Producteurs ruraux, de façon indépendante ou par une assistance technique.

## 3. Gestion forestière

Les forêts, contrairement aux cultures agricoles, n'ont pas de systèmes de production fixes. Chaque peuplement a besoin d'une gestion spécifique, qui implique divers traitements tels que les éclaircies de différentes sortes, les intensités et périodes et les variations dans l'âge de la coupe définitive. Ces traitements peuvent varier selon des facteurs, tels que : l'objectif industriel de la production, la qualité du lieu (sol, climat), le matériel génétique, l'espacement et leur densité. Il suffit qu'un seul de ces facteurs soit modifié, pour que le régime idéal de gestion diffère lui aussi.

L'importance de ces facteurs est due à la raison suivante: au fur et à mesure que les arbres poussent dans un reboisement, la concurrence entre eux augmente concernant l'eau, la lumière et les nutriments. De ce fait, l'on procède à des éclaircies non seulement afin de réduire la concurrence excessive, mais aussi afin de prévoir un revenu anticipé au producteur. La méthode la plus répandue consiste à retirer les arbres de mauvaise qualité (e.g. les individus dominés, endommagés, blessés et/ou malades). Lorsque la compétition est plus intense, de nouvelles éclaircies doivent être réalisées, en supprimant certaines lignes et/ou des arbres, en conservant les meilleurs.

## 4. Les Logiciels

Pour opérationnaliser les simulateurs «**Sis**», l'utilisateur doit fournir les données d'inventaire de la forêt et les logiciels prévoient la croissance et la production, en indiquant la quantité de bois que la forêt produit, à n'importe quel âge. Ils sont capables de simuler des éclaircies et de tester n'importe quel régime de gestion forestière que l'on souhaite appliquer au niveau des peuplements (Figure 1).

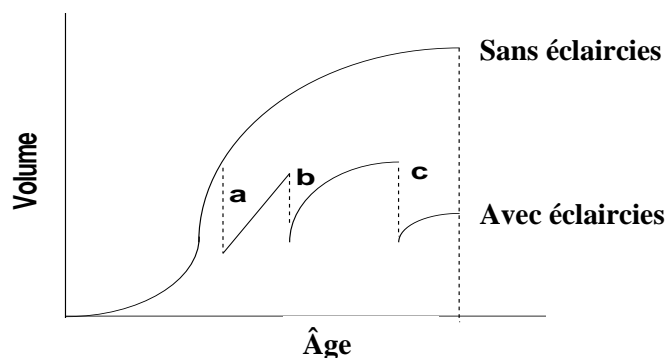


Figure 1. Schéma de l'accroissement en volume en fonction de l'âge, d'une forêt avec éclaircies (a, b et c) et sans éclaircies.

Le système aide à la prise de décision sur:

quand, combien et comment éclaircir,  
et quand procéder à la coupe définitive.

Le système indique:

L'accroissement et la production de la forêt,  
la production par classes diamétriques  
et le volume de bois par type d'utilisation industrielle (Figure 2)

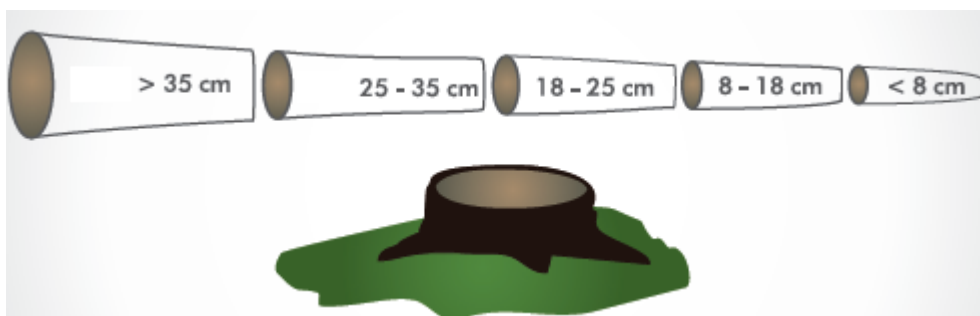


Figure 2. Tronc avec assortiment en fonction des types de Billons.

Les logiciels permettent de calculer la biomasse et le carbone des compartiments des arbres, en fonction des équations que l'utilisateur introduit. Il est possible, par exemple, dans le cas de l'Acacia noir d'estimer le poids de l'écorce.

Pour terminer, un logiciel nommé **Planin** a été conçu. Il incorpore des méthodes d'analyse économique permettant d'obtenir une vision commune des variables biologiques et économiques, ce qui permet une configuration rapide de scénarios pour la planification de la production forestière avec une optimisation de la production de bois en plus des rendements financiers.

Le **Planin** permet de calculer des paramètres de l'évaluation économique et financière ainsi que l'analyse de sensibilité de la rentabilité à différents taux d'attractivité. Il tient compte des divers segments des coûts opérationnels de mise en œuvre, d'entretien et d'exploitation forestière. Comme résultats, il fournit des flux de trésorerie, une analyse de sensibilité et des critères d'analyse économique-financière les plus utilisés. En outre, il permet à l'utilisateur de suivre ses coûts, en publiant des rapports avec des dépenses annuelles.

## 5. Données nécessaires pour les simulations

1. **Configuration minimale:** Indice de station, nombre d'arbres par hectare et l'âge de la forêt.
2. **Configuration complète:** Indice de station, nombre d'arbres par hectare, l'âge de la forêt et le diamètre moyen ou la surface terrière par hectare.

## 6. Hauteur Dominante et Indice de Station

La croissance des arbres est directement affectée par les caractéristiques du LIEU ou de la STATION (sol et climat). Par conséquent, l'indice de station est une mesure de la productivité potentielle de la station, c'est-à-dire, la capacité d'un espace à pouvoir permettre la croissance d'une espèce particulière.

La qualité de la **station** peut être évaluée à l'aide de la croissance en hauteur des arbres dominants (Hauteur Dominante).

La définition la plus courante est celle qui prend en considération la hauteur moyenne arithmétique des 100 plus gros bois par hectare. Une autre définition prend en compte la hauteur moyenne des 100 bois les plus hauts du peuplement ou bien la Moyenne de la hauteur de 20% des arbres possédant les diamètres les plus importants ou les plus hauts du peuplement. Dans la pratique, il est assez commun de considérer comme Hauteur

Dominante, la hauteur Moyenne des quatre arbres les plus hauts ou les plus gros dans une parcelle d'échantillonnage de 400 m<sup>2</sup>.

En sciences forestières, l'indice de Station (S) a été la méthode la plus pratiquée et la plus répandue dans la détermination des classifications de qualité grâce à l'utilisation de la hauteur dominante dans un âge de référence (par exemple 15 ans). Ainsi, plus le « S » est élevé, plus la capacité de production du lieu est importante. Pour obtenir le "S" on utilise des graphiques tels que celui représenté dans la Figure 3 ou des Tableaux de Station comme dans le Tableau 1 pour le *Tectona grandis*, basé sur l'équation:

$H = S \cdot \exp(-4.6433 \cdot (\text{Âge}^{-0.56} - 15^{-0.56}))$  dans laquelle H représente la Hauteur Dominante et S l'Indice de Station.

Par exemple, au vu des informations de la croissance de *Pinus taeda* (Tableu 1), si la Hauteur Dominante à 5 ans est de 9,0 mètres, l'Index de Station (15 ans) sera de 21,5 mètres. Si la Hauteur Dominante à 8 ans est de 12 mètres, l'IS (15 ans) sera de 18,5 m.

Tableau 1. Tableau de classifications de station pour le *Pinus taeda*

<b>SISPINUS</b>		<b>Pinus taeda</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		$S \cdot \exp(-4.6433 \cdot (A^{-0.56} - 15^{-0.56}))$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Âge	Indice de Station (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	$H_{dom} = S \cdot \exp(-4.6433 \cdot (\text{Age}^{-0.56} - 15^{-0.56}))$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4	5,4	5,5	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,9	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,9	7,9	8,0	8,0	8,1	8,1	8,2	8,2	8,3	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,6	8,7	8,7	8,8	8,8	8,9	8,9	9,0	9,0	9,1	9,1	9,2	9,2	9,3	9,3	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,6	9,7	9,7	9,8	9,8	9,9	9,9	10,0	10,0	10,1	10,1	10,2	10,2	10,3	10,3	10,4	10,4	10,5	10,5	10,6	10,6	10,7	10,7	10,8	10,8	10,9	10,9	11,0	11,0	11,1	11,1	11,2	11,2	11,3	11,3	11,4	11,4	11,5	11,5	11,6	11,6	11,7	11,7	11,8	11,8	11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2	12,3	12,3	12,4	12,4	12,5	12,5	12,6	12,6	12,7	12,7	12,8	12,8	12,9	12,9	13,0	13,0	13,1	13,1	13,2	13,2	13,3	13,3	13,4	13,4	13,5	13,5	13,6	13,6	13,7	13,7	13,8	13,8	13,9	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,2	14,2	14,3	14,3	14,4	14,4	14,5	14,5	14,6	14,6	14,7	14,7	14,8	14,8	14,9	14,9	15,0	15,0	15,1	15,1	15,2	15,2	15,3	15,3	15,4	15,4	15,5	15,5	15,6	15,6	15,7	15,7	15,8	15,8	15,9	15,9	16,0	16,0	16,1	16,1	16,2	16,2	16,3	16,3	16,4	16,4	16,5	16,5	16,6	16,6	16,7	16,7	16,8	16,8	16,9	16,9	17,0	17,0	17,1	17,1	17,2	17,2	17,3	17,3	17,4	17,4	17,5	17,5	17,6	17,6	17,7	17,7	17,8	17,8	17,9	17,9	18,0	18,0	18,1	18,1	18,2	18,2	18,3	18,3	18,4	18,4	18,5	18,5	18,6	18,6	18,7	18,7	18,8	18,8	18,9	18,9	19,0	19,0	19,1	19,1	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,5	19,5	19,6	19,6	19,7	19,7	19,8	19,8	19,9	19,9	20,0	20,0	20,1	20,1	20,2	20,2	20,3	20,3	20,4	20,4	20,5	20,5	20,6	20,6	20,7	20,7	20,8	20,8	20,9	20,9	21,0	21,0	21,1	21,1	21,2	21,2	21,3	21,3	21,4	21,4	21,5	21,5	21,6	21,6	21,7	21,7	21,8	21,8	21,9	21,9	22,0	22,0	22,1	22,1	22,2	22,2	22,3	22,3	22,4	22,4	22,5	22,5	22,6	22,6	22,7	22,7	22,8	22,8	22,9	22,9	23,0	23,0	23,1	23,1	23,2	23,2	23,3	23,3	23,4	23,4	23,5	23,5	23,6	23,6	23,7	23,7	23,8	23,8	23,9	23,9	24,0	24,0	24,1	24,1	24,2	24,2	24,3	24,3	24,4	24,4	24,5	24,5	24,6	24,6	24,7	24,7	24,8	24,8	24,9	24,9	25,0	25,0	25,1	25,1	25,2	25,2	25,3	25,3	25,4	25,4	25,5	25,5	25,6	25,6	25,7	25,7	25,8	25,8	25,9	25,9	26,0	26,0	26,1	26,1	26,2	26,2	26,3	26,3	26,4	26,4	26,5	26,5	26,6	26,6	26,7	26,7	26,8	26,8	26,9	26,9	27,0	27,0	27,1	27,1	27,2	27,2	27,3	27,3	27,4	27,4	27,5	27,5	27,6	27,6	27,7	27,7	27,8	27,8	27,9	27,9	28,0	28,0	28,1	28,1	28,2	28,2	28,3	28,3	28,4	28,4	28,5	28,5	28,6	28,6	28,7	28,7	28,8	28,8	28,9	28,9	29,0	29,0	29,1	29,1	29,2	29,2	29,3	29,3	29,4	29,4	29,5	29,5	29,6	29,6	29,7	29,7	29,8	29,8	29,9	29,9	30,0	30,0	30,1	30,1	30,2	30,2	30,3	30,3	30,4	30,4	30,5	30,5	30,6	30,6	30,7	30,7	30,8	30,8	30,9	30,9	31,0	31,0	31,1	31,1	31,2	31,2	31,3	31,3	31,4	31,4	31,5	31,5	31,6	31,6	31,7	31,7	31,8	31,8	31,9	31,9	32,0	32,0	32,1	32,1	32,2	32,2	32,3	32,3	32,4	32,4	32,5	32,5	32,6	32,6	32,7	32,7	32,8	32,8	32,9	32,9	33,0	33,0	33,1	33,1	33,2	33,2	33,3	33,3	33,4	33,4	33,5	33,5	33,6	33,6	33,7	33,7	33,8	33,8	33,9	33,9	34,0	34,0	34,1	34,1	34,2	34,2	34,3	34,3	34,4	34,4	34,5	34,5	34,6	34,6	34,7	34,7	34,8	34,8	34,9	34,9	35,0	35,0	35,1	35,1	35,2	35,2	35,3	35,3	35,4	35,4	35,5	35,5	35,6	35,6	35,7	35,7	35,8	35,8	35,9	35,9	36,0	36,0	36,1	36,1	36,2	36,2	36,3	36,3	36,4	36,4	36,5	36,5	36,6	36,6	36,7	36,7	36,8	36,8	36,9	36,9	37,0	37,0	37,1	37,1	37,2	37,2	37,3	37,3	37,4	37,4	37,5	37,5	37,6	37,6	37,7	37,7	37,8	37,8	37,9	37,9	38,0	38,0	38,1	38,1	38,2	38,2	38,3	38,3	38,4	38,4	38,5	38,5	38,6	38,6	38,7	38,7	38,8	38,8	38,9	38,9	39,0	39,0	39,1	39,1	39,2	39,2	39,3	39,3	39,4	39,4	39,5	39,5	39,6	39,6	39,7	39,7	39,8	39,8	39,9	39,9	40,0	40,0	40,1	40,1	40,2	40,2	40,3	40,3	40,4	40,4	40,5	40,5	40,6	40,6	40,7	40,7	40,8	40,8	40,9	40,9	41,0	41,0	41,1	41,1	41,2	41,2	41,3	41,3	41,4	41,4	41,5	41,5	41,6	41,6	41,7	41,7	41,8	41,8	41,9	41,9	42,0	42,0	42,1	42,1	42,2	42,2	42,3	42,3	42,4	42,4	42,5	42,5	42,6	42,6	42,7	42,7	42,8	42,8	42,9	42,9	43,0	43,0	43,1	43,1	43,2	43,2	43,3	43,3	43,4	43,4	43,5	43,5	43,6	43,6	43,7	43,7	43,8	43,8	43,9	43,9	44,0	44,0	44,1	44,1	44,2	44,2	44,3	44,3	44,4	44,4	44,5	44,5	44,6	44,6	44,7	44,7	44,8	44,8	44,9	44,9	45,0	45,0	45,1	45,1	45,2	45,2	45,3	45,3	45,4	45,4	45,5	45,5	45,6	45,6	45,7	45,7	45,8	45,8	45,9	45,9	46,0	46,0	46,1	46,1	46,2	46,2	46,3	46,3	46,4	46,4	46,5	46,5	46,6	46,6	46,7	46,7	46,8	46,8	46,9	46,9	47,0	47,0	47,1	47,1	47,2	47,2	47,3	47,3	47,4	47,4	47,5	47,5	47,6	47,6	47,7	47,7	47,8	47,8	47,9	47,9	48,0	48,0	48,1	48,1	48,2	48,2	48,3	48,3	48,4	48,4	48,5	48,5	48,6	48,6	48,7	48,7	48,8	48,8	48,9	48,9	49,0	49,0	49,1	49,1	49,2	49,2	49,3	49,3	49,4	49,4	49,5	49,5	49,6	49,6	49,7	49,7	49,8	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0	50,1	50,1	50,2	50,2	50,3	50,3	50,4	50,4	50,5	50,5	50,6	50,6	50,7	50,7	50,8	50,8	50,9	50,9	51,0	51,0	51,1	51,1	51,2	51,2	51,3	51,3	51,4	51,4	51,5	51,5	51,6	51,6	51,7	51,7	51,8	51,8	51,9	51,9	52,0	52,0	52,1	52,1	52,2	52,2	52,3	52,3	52,4	52,4	52,5	52,5	52,6	52,6	52,7	52,7	52,8	52,8	52,9	52,9	53,0	53,0	53,1	53,1	53,2	53,2	53,3	53,3	53,4	53,4	53,5	53,5	53,6	53,6	53,7	53,7	53,8	53,8	53,9	53,9	54,0	54,0	54,1	54,1	54,2	54,2	54,3	54,3	54,4	54,4	54,5	54,5	54,6	54,6	54,7	54,7	54,8	54,8	54,9	54,9	55,0	55,0	55,1	55,1	55,2	55,2	55,3	55,3	55,4	55,4	55,5	55,5	55,6	55,6	55,7	55,7	55,8	55,8	55,9	55,9	56,0	56,0	56,1	56,1	56,2	56,2	56,3	56,3	56,4	56,4	56,5	56,5	56,6	56,6	56,7	56,7	56,8	56,8	56,9	56,9	57,0	57,0	57,1	57,1	57,2	57,2	57,3	57,3	57,4	57,4	57,5	57,5	57,6	57,6	57,7	57,7	57,8	57,8	57,9	57,9	58,0	58,0	58,1	58,1	58,2	58,2	58,3	58,3	58,4	58,4	58,5	58,5	58,6	58,6	58,7	58,7	58,8	58,8	58,9	58,9	59,0	59,0	59,1	59,1	59,2	59,2	59,3	59,3	59,4	59,4	59,5	59,5	59,6	59,6	59,7	59,7	59,8	59,8	59,9	59,9	60,0	60,0	60,1	60,1	60,2	60,2	60,3	60,3	60,4	60,4	60,5	60,5	60,6	60,6	60,7	60,7	60,8	60,8	60,9	60,9	61,0	61,0	61,1	61,1	61,2	61,2	61,3	61,3	61,4	61,4	61,5	61,5	61,6	61,6	61,7	61,7	61,8	61,8	61,9	61,9	62,0	62,0	62,1	62,1	62,2	62,2	62,3	62,3	62,4	62,4	62,5	62,5	62,6	62,6	62,7	62,7	62,8	62,8	62,9	62,9	63,0	63,0	63,1	63,1	63,2	63,2	63,3	63,3	63,4	63,4	63,5	63,5	63,6	63,6	63,7	63,7	63,8	63,8	63,9	63,9	64,0	64,0	64,1	64,1	64,2	64,2	64,3	64,3	64,4	64,4	64,5	64,5	64,6	64,6	64,7	64,7	64,8	

Les logiciels ont des Equations de Station remplaçables par l'utilisateur par d'autres qui sont disponibles dans la littérature ou qu'il peut lui même développer. Elles représentent les comportements moyens de la dynamique d'accroissement de chaque espèce dans les régions de plantation au Brésil. Cela ne signifie pas « production moyenne » car la même équation peut aussi bien décrire des petites valeurs de croissance que des valeurs élevées en fonction de « l'Index de Station ».

Les Tableaux de Classification de Station correspondants aux équations des logiciels sont présentés à la fin de manuel.

## 7. Equations de volume

Les équations les plus simples afin d'estimer le volume des arbres ou des plantations forestières sont basées sur le diamètre à 1,3 m du sol, ou DHP diamètre à la hauteur de la poitrine (D), sur la hauteur de l'arbre (H) et sur le coefficient de forme ( $f$ ), qui est obtenu à travers la division du volume réel de l'arbre par le volume d'un cylindre de diamètre D et de longueur H. Ainsi donc, le modèle d'une équation de volume ( $v$ ) est:

$$V = 0,7854.f.D^2 H$$

Plus le tronc est cylindrique, plus proche de 1,0 se trouve le coefficient de forme. Sur un araucaria d'âge avancé, il peut excéder 0,80. Comme le coefficient de forme a tendance à augmenter avec l'âge, les logiciels permettent d'inclure cette variation. Dans le **SisAraucaria** l'expression consacrée est  $V = 0,7854(0,35 + 0,004.Âge).D^2 H$ . Dans ce cas, le coefficient de forme qui à 20 ans était de 0,43, pourra être de 0,51 à 40 ans.

## 8. Equations d'assortiment

Les équations d'assortiment (ou équations de défilement du fût) décrivent de façon mathématique le profil longitudinal d'un tronc. Elles permettent de construire des tables de volume pour les différentes dimensions de billes imposées par le marché. Il est possible à l'aide de ces tables, de calculer séparément par des méthodes mathématiques d'intégration

partielle, le volume pour la stratification, la scierie, la cellulose et l'énergie, selon les diamètres et longueurs que l'utilisateur spécifie pour les billes.

Le modèle suivant est largement utilisé pour le calcul du volume de billes de plantations forestières :

$$\frac{d_i}{D} = b_1 \left( \frac{h_i}{H} \right) + b_2 \left( \frac{h_i}{H} \right)^2 + b_3 \left( \frac{h_i}{H} \right)^3 + b_4 \left( \frac{h_i}{H} \right)^4$$

Dans lequel:

$$\frac{d_i}{D} = \text{diamètre relatif et } \frac{h_i}{H} = \text{hauteur relative}$$

$D$  = DHP ou diamètre à hauteur de poitrine ( $D_{1,3m}$ ) et  $H$  = hauteur totale de l'arbre

$d_i$  = diamètre mesuré à la hauteur  $h_i$  du fût

$b_1$  à  $b_4$  = coefficients.

Le modèle (4) peut également utiliser  $(1 - \frac{h_i}{H})$  au lieu de  $\frac{h_i}{H}$ . Ces deux expressions possèdent des sens opposés dans le graphique obtenu, mais elles décrivent le profil longitudinal d'un tronc de forme similaire (Figura 4A et B). Les logiciels utilisent le second format (figura 4B). Pour convertir un modèle à un autre, un programme est accessible à partir du point Autres des logiciels.

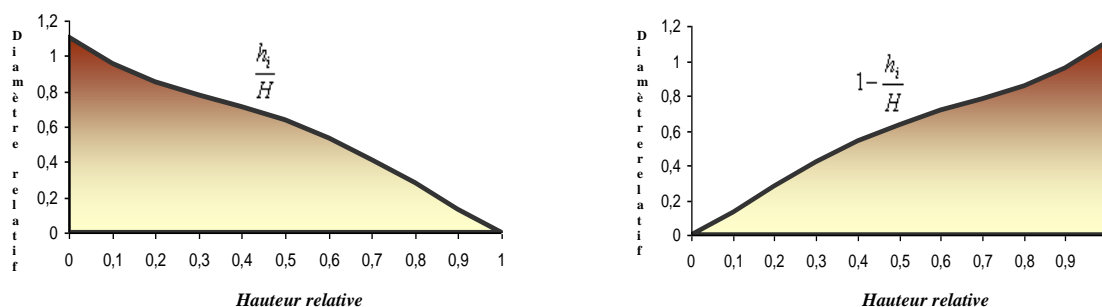


Figure 4. Profils longitudinaux d'un tronc en utilisant les variables  $\frac{h_i}{H}$  et  $(1 - \frac{h_i}{H})$ .

## 9. Eclaircies

Les éclaircies permettent de réduire le nombre d'arbres par parcelle ou zone au fur et à mesure que le peuplement nécessite plus d'espace entre les arbres. L'une des façons de pratiquer l'éclaircie consiste à maintenir les meilleurs arbres, tout en éliminant ceux ayant subi des dégâts, les arbres malades ou endommagés ainsi que ceux ayant subi des attaques intenses de ravageurs. Une éclaircie bien planifiée et exécutée peut augmenter la garantie d'obtenir un produit final de meilleure qualité, une augmentation de la rentabilité économique du peuplement ainsi que de prévoir un bénéfice économique pour le producteur.

Les éclaircies peuvent être:

- **Systematiques:** Lorsque l'on supprime les arbres d'un système fixe choisi, selon la disposition du peuplement. Par exemple, le retrait d'une rangée entière d'arbres, intercalée avec d'autres rangées qui elles demeurent intactes;
- **Sélectives:** consiste à retirer les arbres de petit diamètre du peuplement (éclaircie «par le bas»). Aussi bien le diamètre que la hauteur peuvent être utilisés comme variable lors du choix des arbres devant être retirés;
- **Mixtes:** l'on nomme de cette façon l'éclaircie durant laquelle on procède en premier lieu à une éclaircie systématique puis à une éclaircie sélective au niveau des rangées restantes.

Durant le processus de l'éclaircie, on doit promouvoir une bonne utilisation des espaces disponibles dans le peuplement, en évitant la formation de clairières. Dans ce cas, il faut maintenir les arbres les plus petits et qui présentent un potentiel de croissance. Lors de la

décision à prendre quant à l'âge, au type d'intensité de l'éclaircie à appliquer, on doit prendre en compte plusieurs facteurs et, notamment, les objectifs de production et la maximisation de la rentabilité économique. Chaque peuplement peut requérir une gestion particulière y compris au niveau des éclaircies et des variations de l'âge de la coupe définitive. La gestion la plus appropriée, par le biais d'éclaircies, varie en fonction de facteurs, tels que : a) la qualité de la station (sol, climat); b) le matériel génétique planté; c) l'espacement initial du semis; d) la densité actuel; et e) l'objectif de la production. Lorsque l'un de ces facteurs est modifié, le régime idéal de gestion change également.

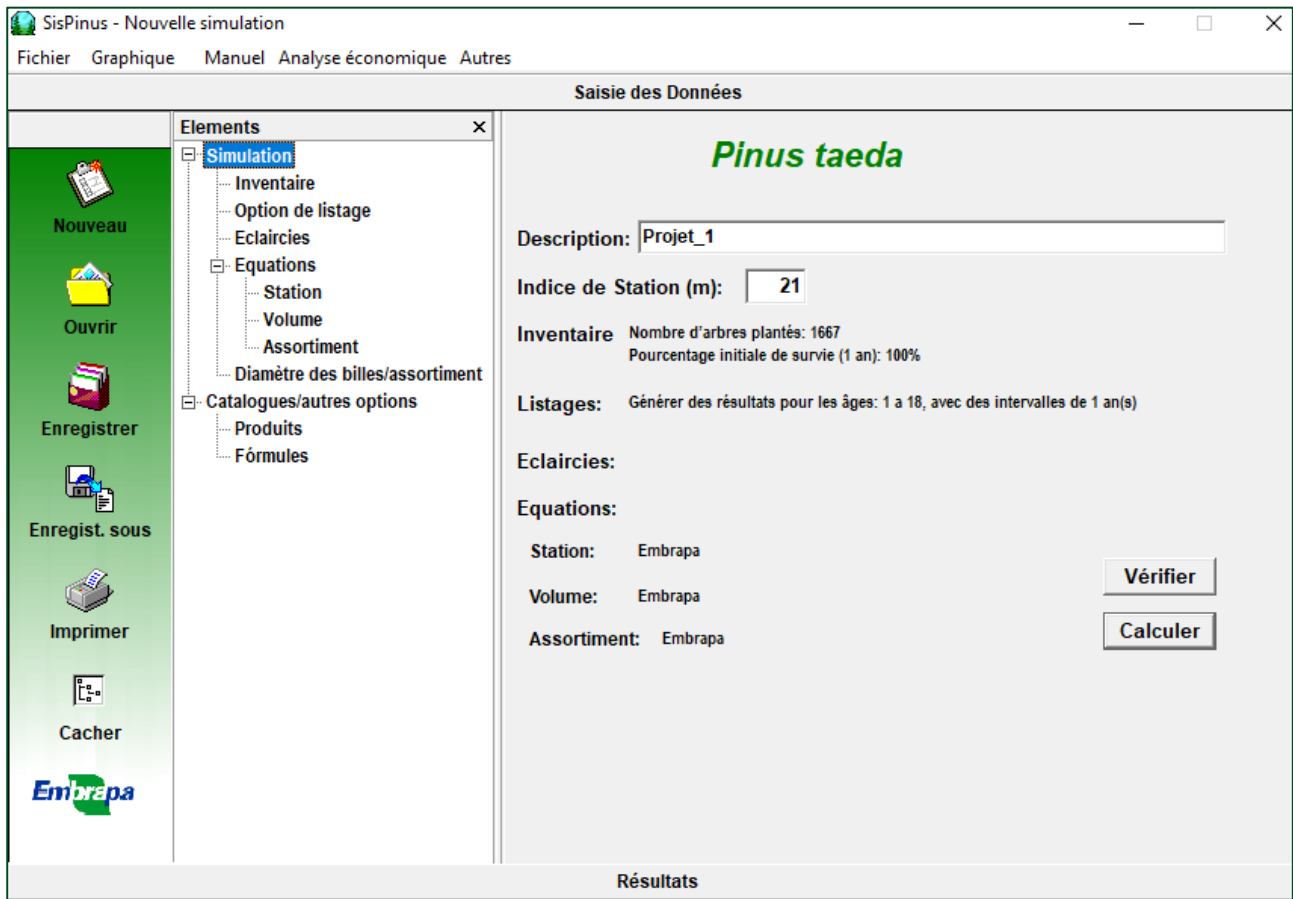
## 10. Les logiciels: étape par étape

### 10.1. Simulation

En ouvrant le logiciel apparaît l'écran **Simulation** présentant un résumé des informations qui seront traitées. Il contient des éléments qui permettent d'accéder à tous les écrans de saisie de données.

Situé en haut et à gauche de l'écran, la barre d'outils possède pratiquement toutes les commandes de menu et simplifie la réalisation des tâches les plus fréquentes. Elle est sensible au contexte et en fonction de celui-ci, peut avoir certains de ses boutons cachés.

Les boutons positionnés horizontalement permettent un échange rapide entre les contextes **Saisie des Données** Saisissez **Résultat**. Un clic sur le bouton correspondant effectue le changement immédiatement.



La première étape pour la saisie des données consiste à informer **L'indice de Station** dans la zone de texte correspondante. Cet **indice** est la base de l'encadrement du logiciel par rapport au potentiel de production de la forêt, pour générer des résultats corrects, aussi bien au niveau des mauvaises stations que des bonnes.

Il est possible d'établir une brève description en vue de l'identification du travail:

Le bouton **Vérifier**, à droite de l'écran, permet d'effectuer une vérification des données, en informant si elles sont correctes même avant qu'elles ne soient pas traitées. Le bouton **Calculer** procède à la vérification et aux calculs.

Dans la partie inférieure de l'écran, la barre **Résultats** génère les tableaux et graphiques

issus des données introduites.

## 10.2. Inventaire

L'élément **Inventaire** se trouve tout de suite en dessous de **Simulation**.

Informez les données du peuplement, à partir desquels l'on souhaite réaliser la simulation ainsi que le niveau d'homogénéité de celui-ci.

The screenshot shows the 'Saisie des Données' (Data Entry) window in the SisPinus software. The 'Inventaire' (Inventory) section is selected in the left-hand menu. The main area displays three radio button options for tree planting methods:

- Nombre d'arbres plantés par hectare: Density (trees per hectare) and Pourcentage initiale de survie (initial survival percentage) fields.
- Nombre d'arbres par hectare à un âge déterminé: Density (trees per hectare) and Âge de l'inventaire (inventory age) fields.
- Nombre d'arbres par hectare et surface ou diamètre quadratique moyen: Density (trees per hectare) field with value 1520, Âge de l'inventaire (inventory age) field with value 5, and Diamètre quadratique moyen (mean quadratic diameter) field with value 15.

Below these options, the 'Niveau d'homogénéité des arbres (1 à 10):' (Tree homogeneity level) is set to 5. Three radio button options are provided for homogeneity levels: 1 à 4, 5 à 9 (selected), and 8 à 10.

On doit choisir l'une des trois formes de l'inventaire disponible. L'Indice de Station est toujours essentiel.

Nombre d'arbres plantés par hectare» :

Cette option suppose que les données fournies correspondent à une forêt nouvellement plantée, c'est-à-dire, qu'elle n'a pas encore subi de processus de croissance. Saisir le nombre d'arbres plantés par hectare et le pourcentage de survie durant la première année de vie. Ce dernier paramètre a un effet uniquement sur le nombre initial d'arbres et n'a aucune implication directe à d'autre moment de la vie de la forêt.

**Nombre d'arbres par hectare à un âge déterminé» :**

Les données d'inventaire disponibles sont: nombre d'arbres par hectare et l'âge du peuplement. En utilisant cette option, l'option antérieure sera désactivée.

**Nombre d'arbres par hectare et surface terrière ou diamètre quadratique moyen à un âge déterminé»**

Les données d'inventaire disponibles sont : nombre d'arbres par hectare, âge du peuplement et la surface terrière ou diamètre quadratique moyen. Cette option est la plus complète donnant lieu à des pronostics d'une plus grande précision et d'exactitude.

Indice d'homogénéité du semis»:

Varie de 1 à 10. Il s'agit d'un paramètre qui permet la flexibilité dans la méthode à utiliser pour la description de l'homogénéité. Il peut reposer sur des mesures statistiques (par exemple, variance et coefficient de variation) ou toute mesure empirique, comme les notes de 1 à 10. Les semis clonaux n'ont pas toujours valeur 10 car l'index comporte en plus de la variabilité génotypique, la variabilité dans la station.

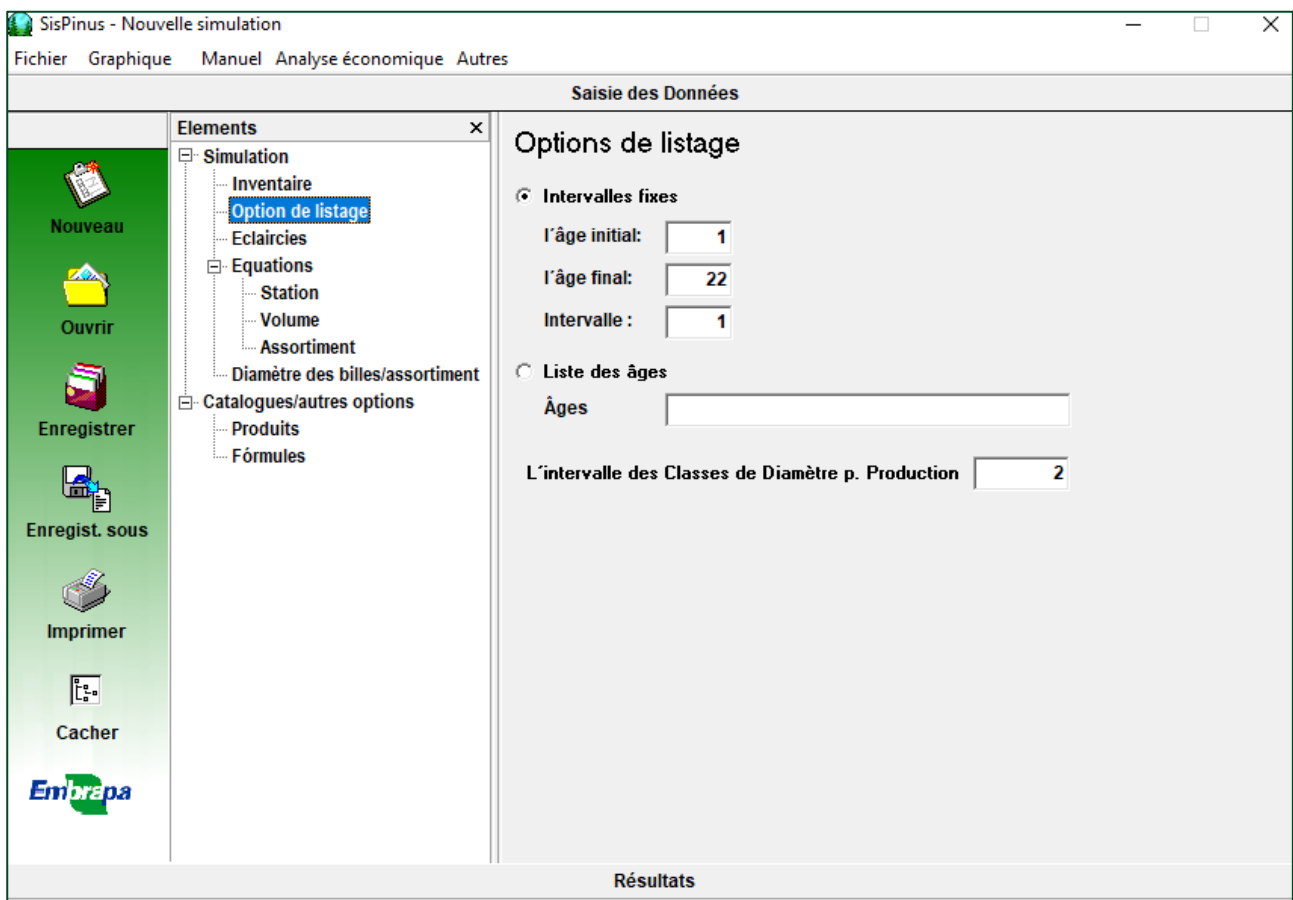
**10.3. Options de listage».**

Sur cet écran, il faut informer les âges pour lesquels vous souhaitez obtenir des résultats.

Deux options pour la génération du listage sont disponibles. Dans la première option, informez L'«**Âge initial**» (ou de l'inventaire) et l'«**Âge Final**». (Récolte finale). Le début du listage sera toujours à partir de l'âge de l'inventaire ce qui veut dire que le logiciel ne montrera pas les âges précédents.

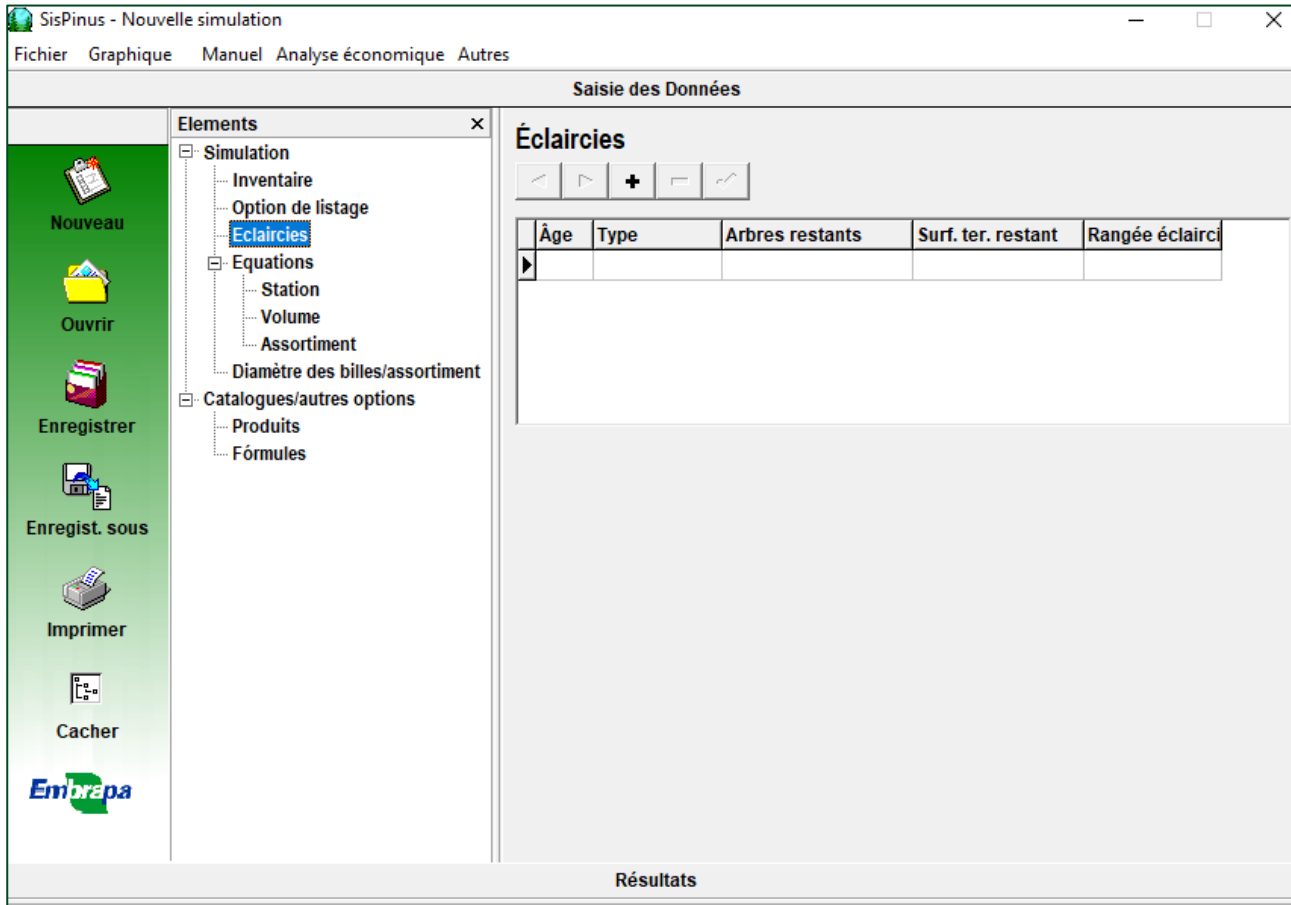
Dans l'écran qui apparait dans la séquence, sont sollicités les Résultats qui vont du semis (Âge initial = 1) à la récolte finale (Âge Final = 22), d'année en année (**Intervalle =1**). Au cas où l'on souhaiterait obtenir des intervalles plus importants comme par exemple tous les trois ans, informer (Intervalle = 3) Pour obtenir des Résultats d'âges isolés, utiliser l'option **Liste des âges** et indiquer les âges en les séparant par des espace ou bien une virgule.

Sur le même Ecran, indiquer **L'intervalle des Classes de Diamètre pour la Production**. La valeur informée définira les classifications de DHP du Tableau d'Assortiment de la Production de l'élément **Résultat**. La valeur "2" indique que des tableaux d'assortiment par classification de DPH seront générés tous les 2 cm.








#### 10.4. Eclaircies

Sur l'écran **Éclaircies** apparaissent pour la première fois les fonctions de navigations qui seront utilisées également sur d'autres écrans du logiciel en relation avec des formulaires ou des listes de registres.

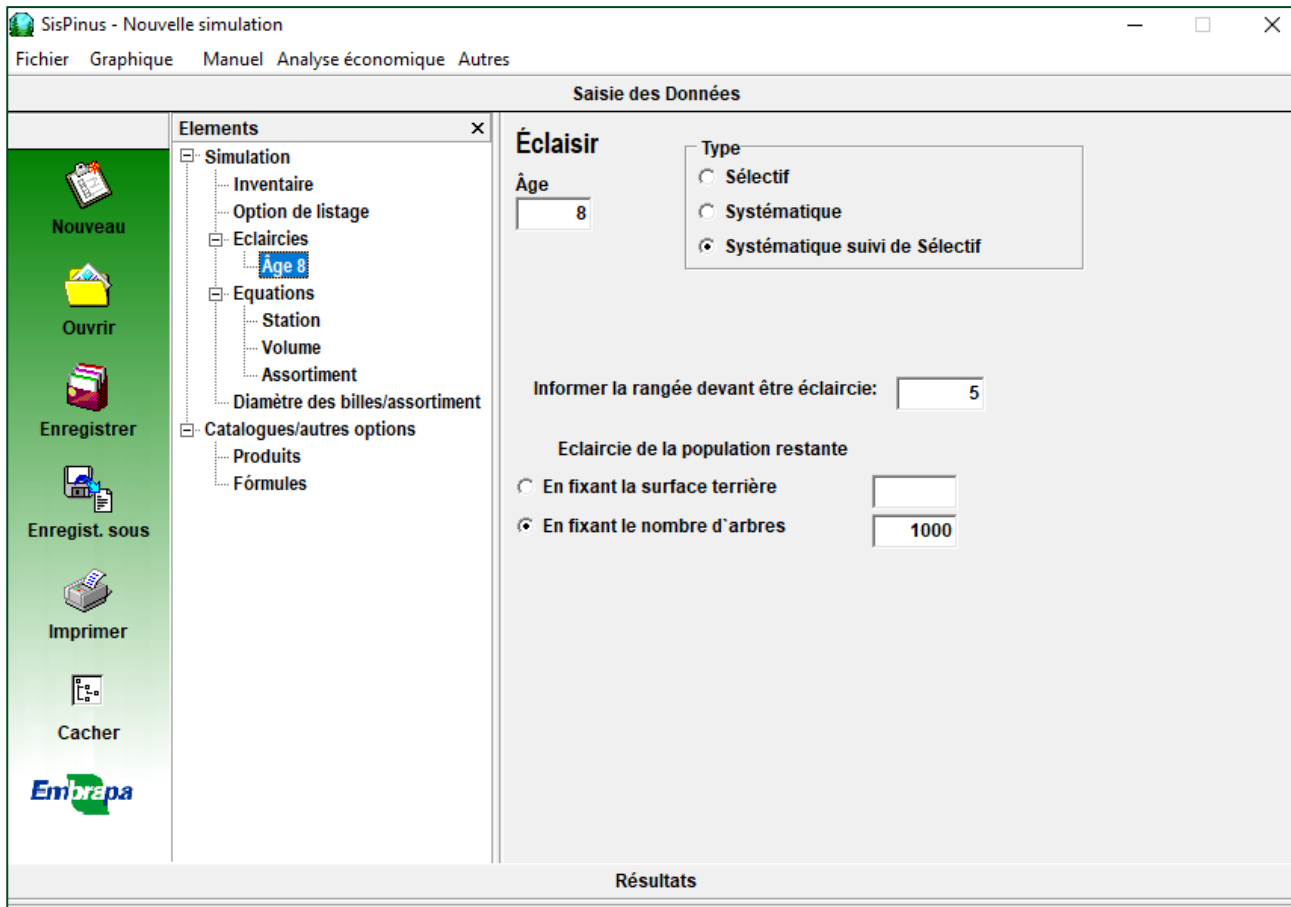


Le navigateur est utilisé pour se déplacer d'un registre à un autre et pour des réaliser des commandements d'opération d'édition (inclusion, exclusion et modification).



Bouton	Raccourcis clavier	Description
	[Up]	Positionner le sélecteur sur le registre précédent de la liste
	[Down]	Positionner le sélecteur sur le prochain registre de la liste
	[Insert]	Insérer un nouveau registre avant le registre cours
	[Ctrl+Delete]	Exclure le registre en cours
	[Up] ou [Down]	Confirmer l'édition des données

Pour solliciter une éclaircie, cliquer sur le signe “+” et l’écran suivant apparaîtra:



Informez l'Âge, le Type et l'Intensité de l'éclaircie souhaitée.

L'indication de l'intensité de l'éclaircie peut être faite par **Surface Terrière**, ou **Nombre d'Arbres par Hectare**. Dans les deux cas, indiquez ce qui doit rester après l'éclaircie, c'est-à-dire, informez de ce qui devra rester et non pas ce qui devra être éclairci.

Si l'option du **Type** de l'éclaircie est **Systématique suivi de sélectif**, en premier lieu **Informez la rangée devant être éclaircie**. Puis informez ce qui devra rester après l'application de l'éclaircie sélective sur les rangées qui n'ont pas été retirées. Sur l'écran précédent, la valeur 5 indique l'éclaircie d'une rangée entière toutes les cinq rangées. La valeur 1000 représente le chiffre des arbres restants, soit ceux qui ne seront pas éclaircis.

Après la réalisation du traitement, si l'éclaircie est modifiée, un résumé des résultats de l'éclaircie précédente sera présenté sur le même écran.

**Résultats de la Simulation Antérieure**

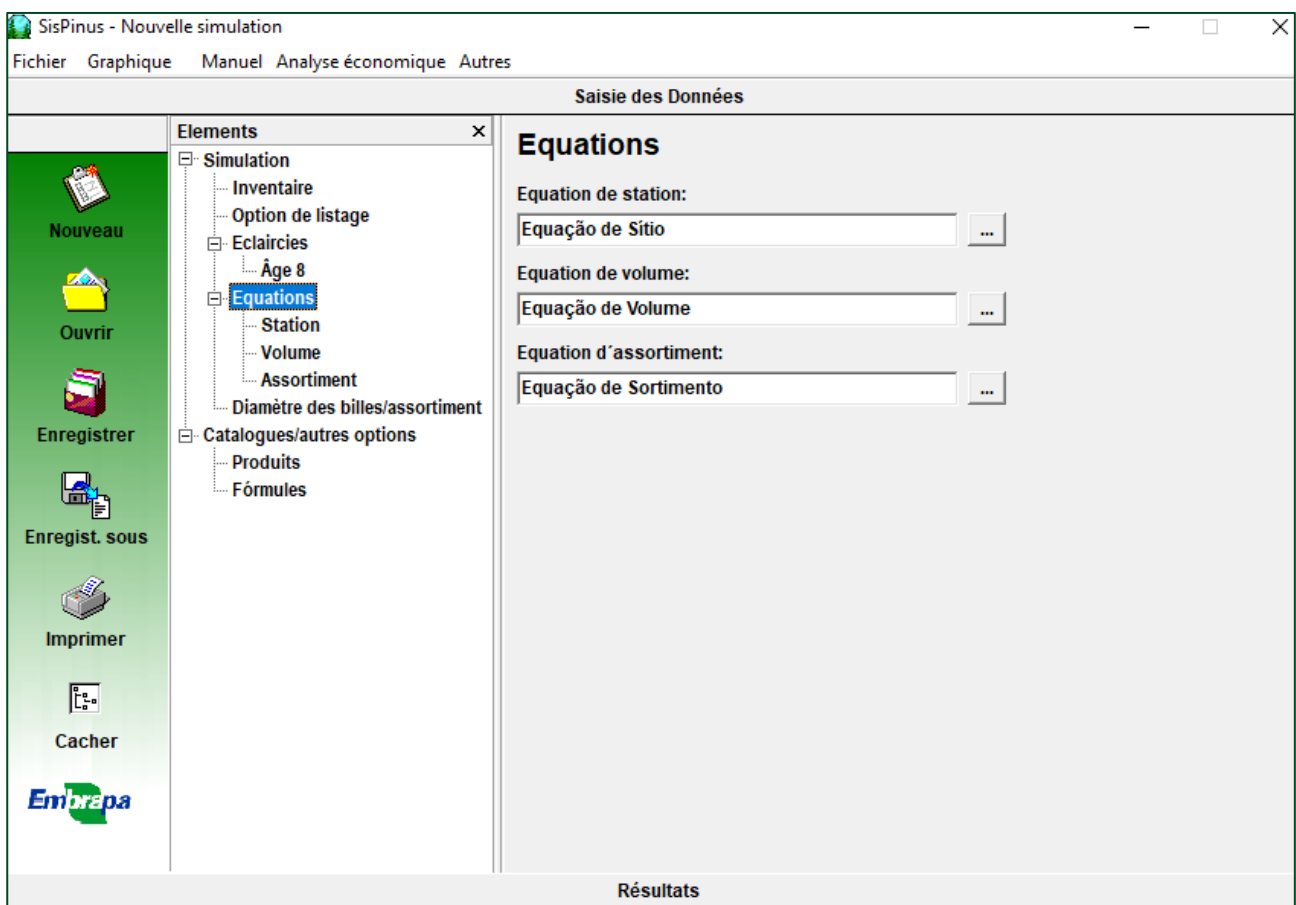
<b>Nombre d'Arbres retirés:</b>	<b>215</b>
<b>Surface Terrière retirée:</b>	<b>4,5</b>
<b>Diamètre moyen des arbres:</b>	<b>20,1</b>
<b>Hauteur moyenne des arbres:</b>	<b>12,1</b>
<b>Production de l'Eclaircie:</b>	<b>74,9</b>

Pour inclure les autres éclaircies, revenir sur l'écran précédent et cliquer à nouveau sur “+” et pour exclure sur “-”.

## 10.5. Equations

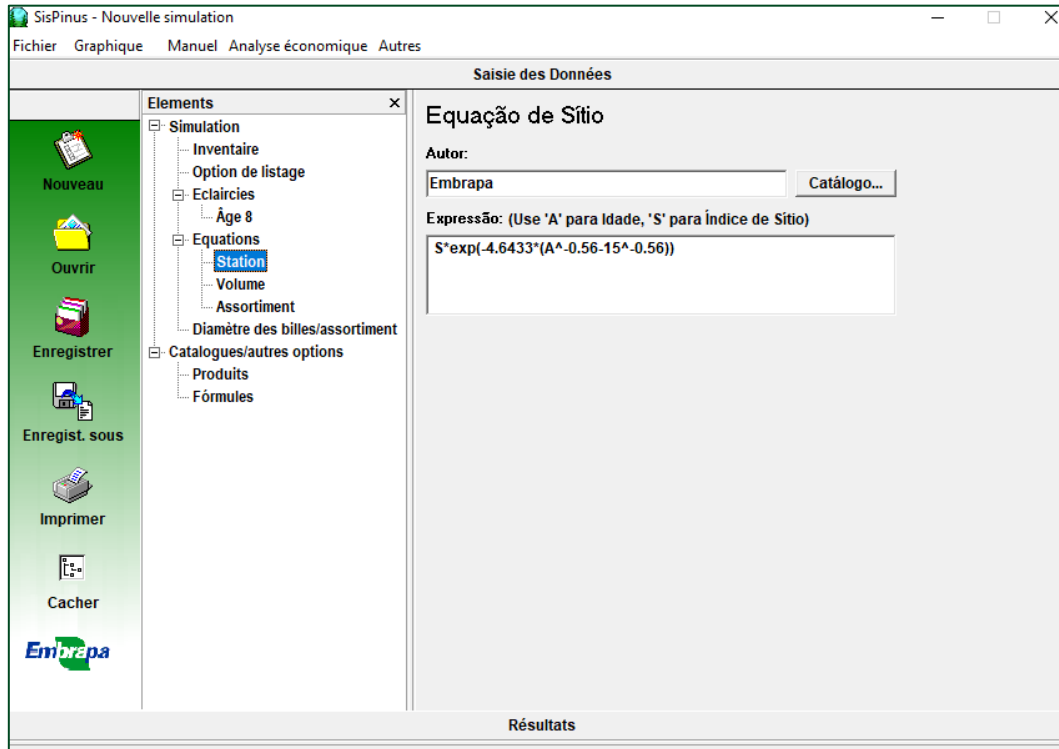
Dans cet élément, il faut spécifier les équations que vous souhaitez utiliser dans les calculs.

Les boutons à droite de chaque équation vous permettent d'accéder aux équations stockées dans le **Catalogue des Formules**

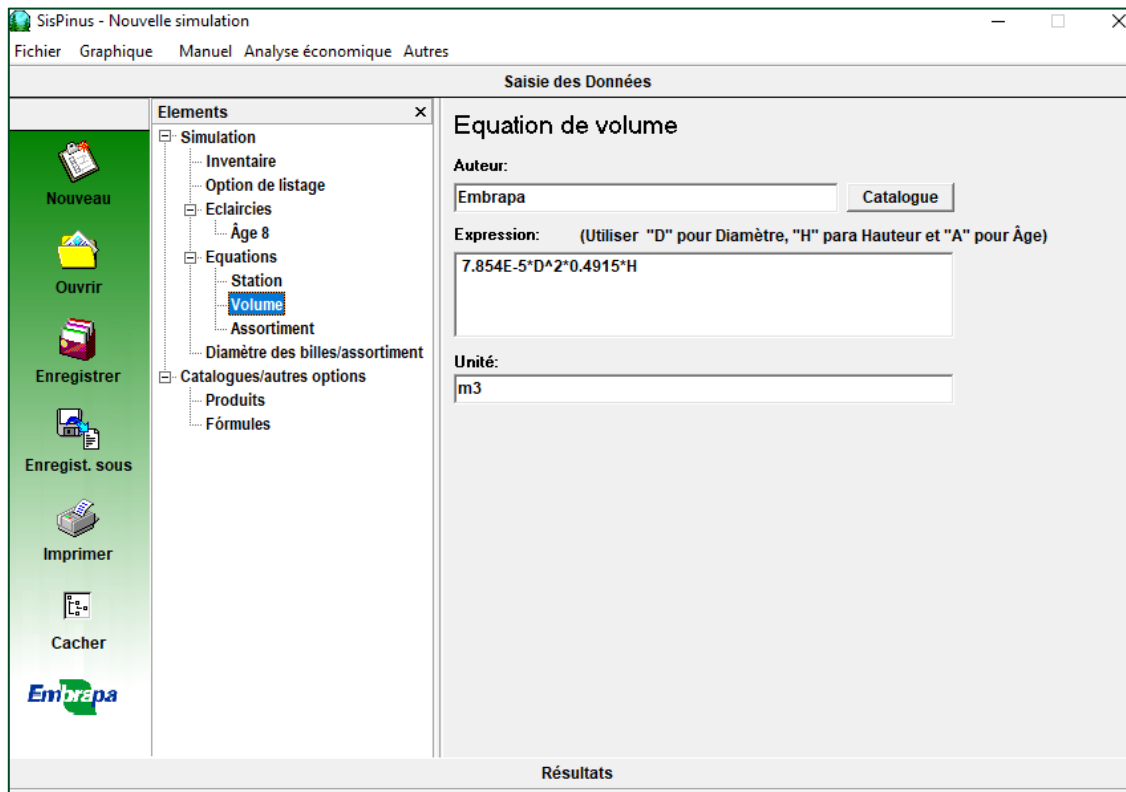


Pour vérifier ou modifier le modèle qui est utilisé, cliquer avec la souris sur le bouton à droite de chaque élément, et les écrans suivants seront affichés:

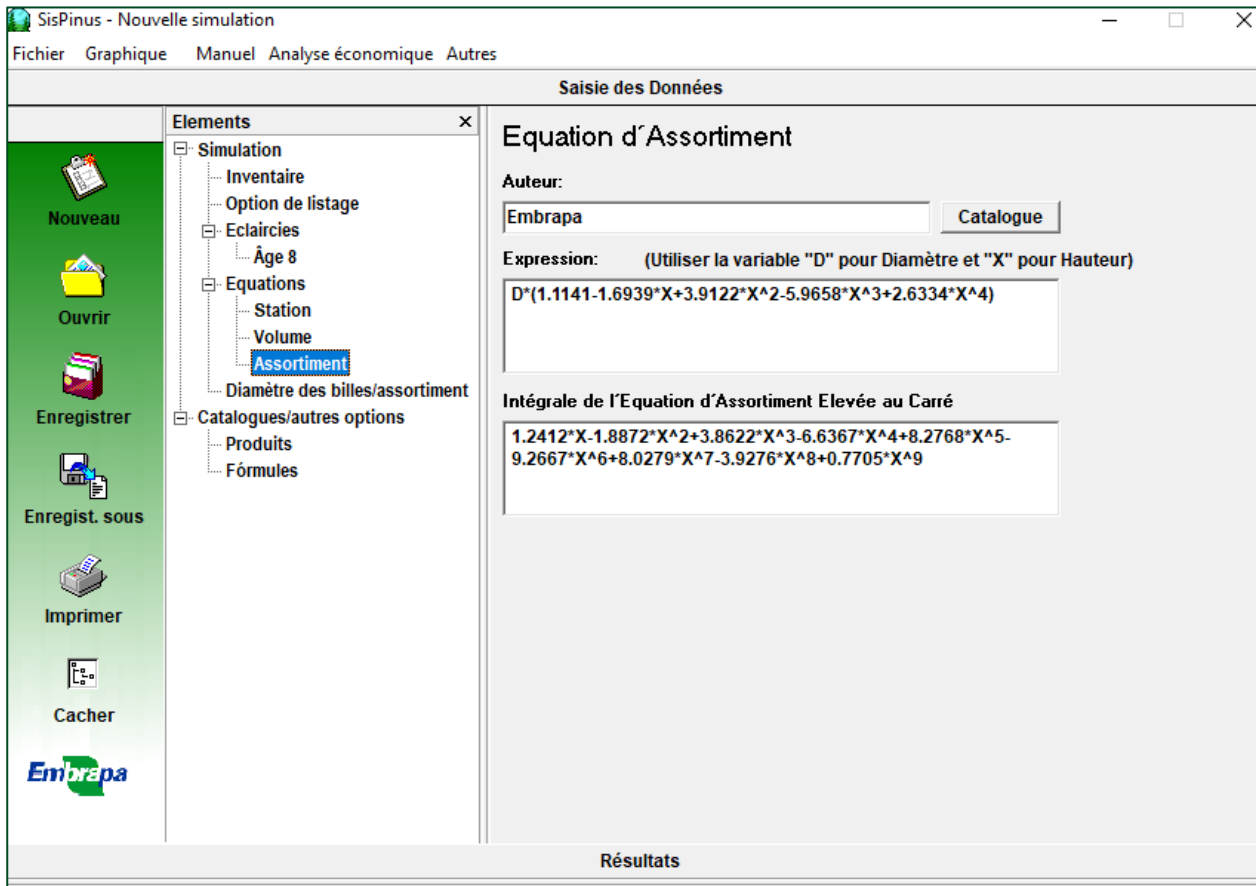
- **Equation de Station**



- **Equation de Volume**



- Equation d'Assortiment



Sur l'écran de l'Equation d'Assortiment est sollicitée l'intégrale de celle-ci élevée au carré. Pour obtenir cette intégrale, entrer l'élément "**Autres**" présenté sur la barre supérieure du logiciel, solliciter l'option "**Equation d'Assortiment**" et un tableau préconfiguré sera disponible pour ce calcul.

Dans la deuxième barre d'édition, appelée "**Expression**", l'équation devra être insérée et la lettre D (représentant le DHP) devra figurer en multipliant toute l'expression, comme dans l'écran précédent.

La lettre "**X**" représente la Hauteur Relative sous la forme  $(\frac{h_i}{H})$ . (voir élément 8).

- **Modifier ou Insérer les Équations**

Chaque fois qu'une équation est modifiée, pour qu'elle puisse être enregistrée, vous devez cliquer sur **enregistrer** ou **enregistrer sous**. Dans le cas contraire, elle sera supprimée lorsque le logiciel sera finalisé. Les règles présentées ci-dessous servent pour les expressions de l'élément **Equations** ou **Catalogues**. Elles sont :

#### Précédence des opérateurs

$A+B*C$ équivaut à $A+(B*C)$
$A*B^C$ équivaut à $A*(B^C)$
$A*B/C$ équivaut à $(A*B)/C$
$A-B+C$ équivaut à $(A-B)+C$
$A+B*C$ diffère de $(A+B)*C$

#### On ne doit pas utiliser des espaces

$A+B$ est une expression. Correcte
$A +B$ est une expression correcte

L'expression accepte les constantes dans les formats entiers et la virgule flottante.

Le caractère séparateur est “.” (Point).

1	valide
3.141593	valide
6.02E23	valide
5.67E-8	valide
0,1	invalide
500m	invalide

Les fonctions suivantes sont valables dans les expressions :

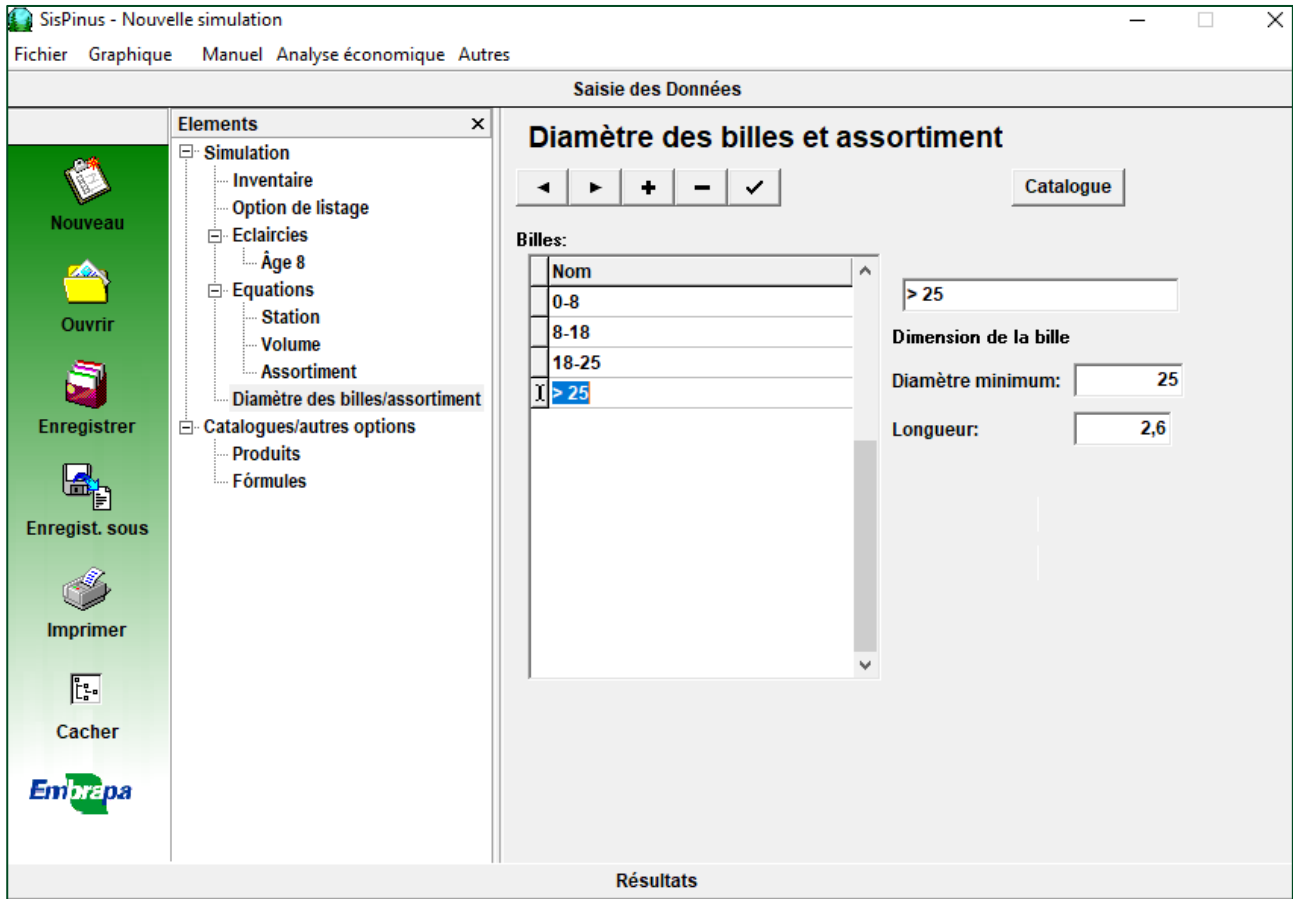
SIN(X)	Sinus
COS(X)	Cosinus
TAN(X)	Tangente
COTAN(X)	Cotangente
SINH(X)	Sinus hyperbolique
COSH(X)	Cosinus hyperbolique
ARCTAN(X)	Arc tangente
EXP(X)	Exponentielle
LN(X)	Logarithme népérien
LOG10(X)	Logarithme base 10
LOG2(X)	Logarithme base 2
SQR(X)	Carré
SQRT(X)	Racine carrée
ABS(X)	Valeur absolue
TRUNC(X)	Troncature
INT(X)	Troncature
CEIL(X)	entier immédiatement supérieur
FLOOR(X)	entier immédiatement inférieur
MAX(X, Y)	Plus grand nombre entre X et Y
MIN(X, Y)	Plus petit nombre entre X et Y
POWER(X, Y)	Puissance ( $X^Y$ )
LOGN(X, Y)	Logarithme de X sur la base Y
ZERO(X)	Retourne 1 si $X = 0$ et 00 h 00 dans le cas contraire
SIGN(X)	Retourne 1 si $X > 0$ , -1 si $X < 0$ et 0 dans le cas contraire
HEAV(X)	Retourne 1 si $X \geq 0$ et 0 dans la cas contraire
INTPOWER(X,Y)	Puissance entière ( $X^{TRONC(Y)}$ )

## 10.6. Diamètre des billes de bois et l'assortiment

Cet élément permet que la production des éclaircies et de la récolte finale soient classées à travers la segmentation des arbres en billes pour de différents produits, avec les dimensions indiquées par l'utilisateur.

Pour ajouter ou retirer les **types de billes**, utiliser le navigateur en cliquant sur “+” ou sur “-”, comme expliqué dans l'élément “**Eclaircies**”.

Indiquer les noms des produits que vous souhaitez (Ex: laminage, scierie, cellulose, énergie) et les dimensions de chacun des souhaits: **Diamètre de l'Extrémité la plus petite (cm)**, et **Longueur de la bille (mètre)**.



Si l'un des types de bille ne possède pas de contrainte dimensionnelle (habituellement Energie), mettre la valeur 0 (Zéro) dans les champs du **“Diamètre et Longueur de la Bille”**. Si ce n'est spécifié, le logiciel ne présentera pas la production de la « pointe » de l'arbre, mais cela sera toujours inclus dans la production totale présentée dans les tableaux d'éclaircies et de la récolte finale.

Le bouton **“Catalogue”**, dans le coin supérieur droit, offre des options pour importer **“Types de bille”**, d'un catalogue précédemment enregistré. En cliquant dessus, vous pouvez voir une liste avec les noms de tous les types disponibles. Pour importer un type, il suffit de sélectionner parmi la liste et cliquer sur « OK ». Pour l'importation de tous en une seule opération, il suffit de cliquer **“Tous”**.

Pour toute modification à enregistrer, vous devez cliquer sur **enregistrer** ou **enregistrer sous**. Dans le cas contraire, elle sera supprimée lorsque le logiciel sera finalisé.

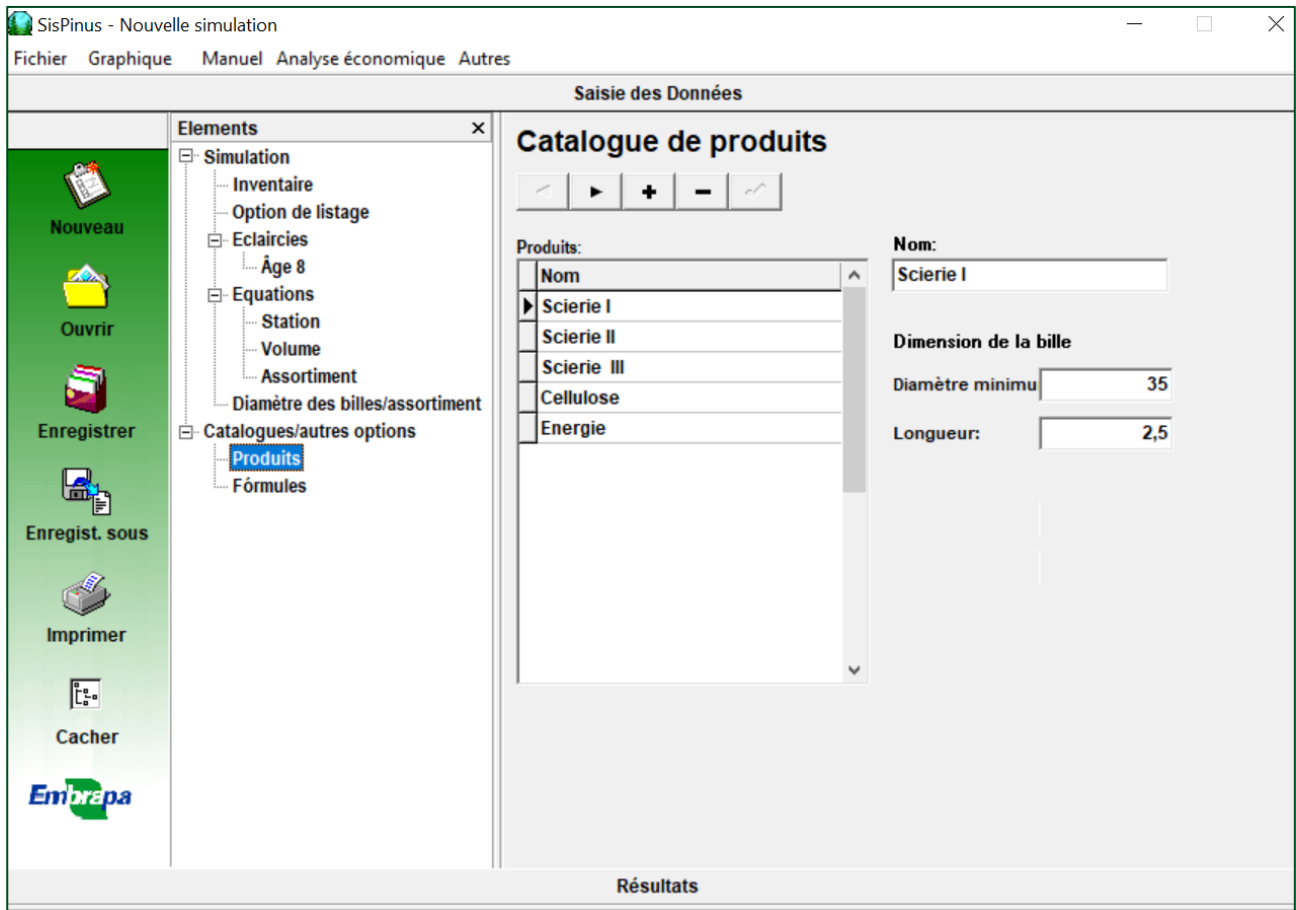
### 10.7. Catalogues

L'élément **“Catalogues”** permet d'insérer et de modifier **“Formules”** et **“Produits”** en maintenant les mêmes enregistrées afin qu'elle soient rapidement accessibles et utilisées dans les traitements. Cet enregistrement constitue une méthode organisée et souple pour travailler avec beaucoup de produits et d'équations. Un nombre illimité d'options peut être maintenu, pour satisfaire aux conditions spécifiques de chaque œuvre de simulation.

Les changements dans le catalogue ne sont pas utilisés dans la simulation actuelle. Pour qu'elles apparaissent dans la simulation, il est nécessaire de recourir au bouton **“Catalogue”**, mentionné dans les éléments précédents.

- **Produits**

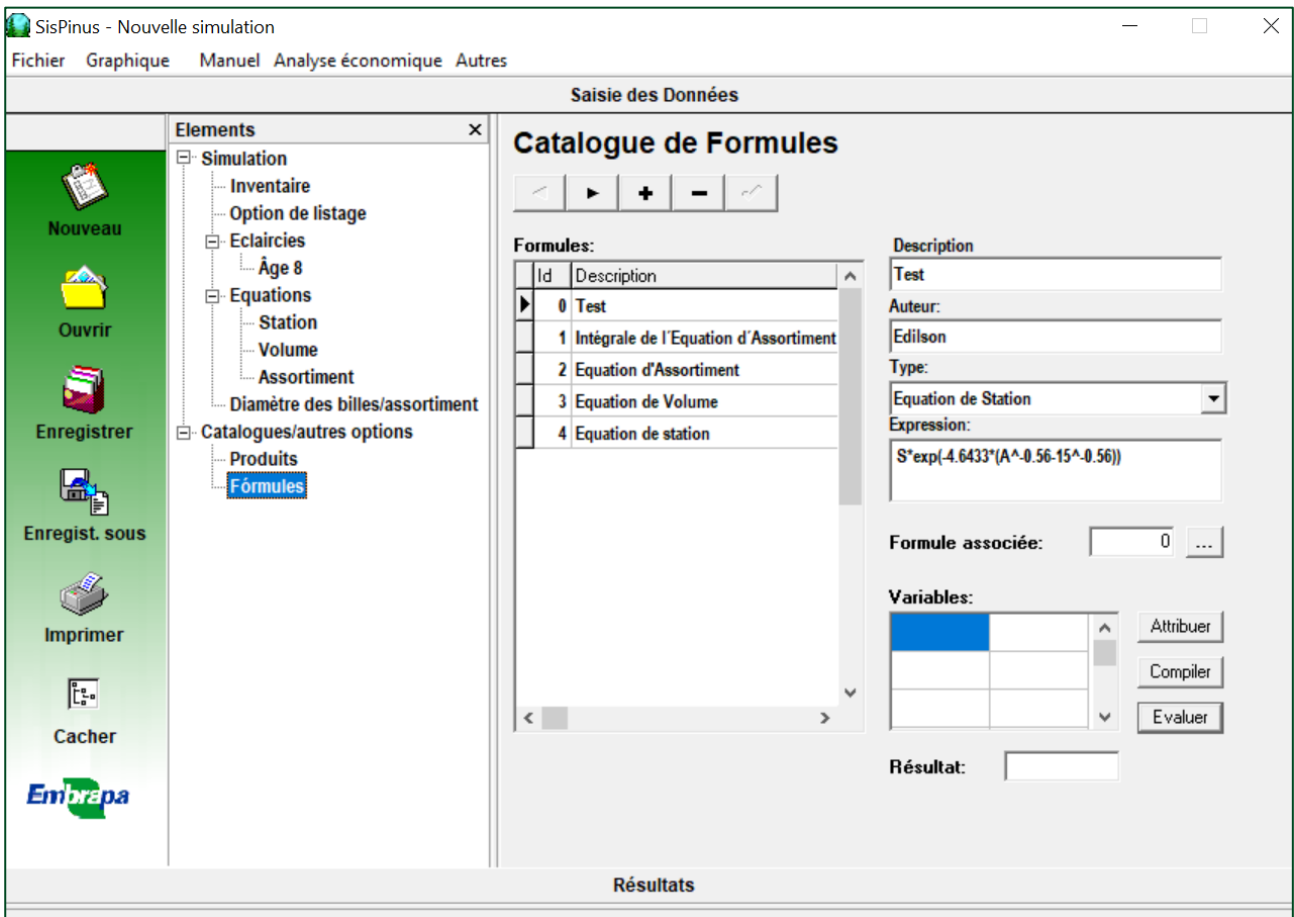
Les procédures pour insérer, exclure et modifier les produits dans cet élément sont semblables à ceux de l'élément



N'oubliez surtout pas que, pour toute modification à enregistrer, vous devez cliquer sur "enregistrer" ou "enregistrer sous". Dans le cas contraire elle sera supprimée lorsque le logiciel sera finalisé.

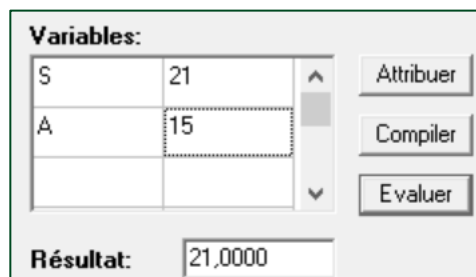
- **Formules**

L'écran suivant montre un exemple d'inclusion d'une Equation de Station. La première étape consiste à cliquer "+" sur le navigateur. Remplir ensuite les éléments "Description" et "Auteur".



Dans l'élément **"Expression"** saisir l'Equation. Mais tout d'abord, appuyez sur le bouton d'options de l'élément **"Type"**, comme illustré dans la figure ci-dessous, en sélectionnant **"Equation de Station"**.

Le fonctionnement de l'Equation peut être testé en saisissant les variables qu'elle utilise et les valeurs pour le test comme l'indique la figure suivante. En cliquant sur la séquence **"Attribuer"**, **"Compiler"** et **"Evaluer"**, le test sera réalisé et le **"Résultat"** présenté.



## 10.8. Carbone

Les logiciels présentent la quantification du Carbone issue des équations publiées dans des travaux scientifiques et techniques (tableau ci-dessous). En outre, l'utilisateur peut appliquer les nouvelles équations, principalement parce que le tableau de la croissance présente des variables comme le DHP et la hauteur des arbres, qui font habituellement partie des modèles.

Logiciel et Espèce	Equations pour l'estimation de C (tC) Pour obtenir la teneur de CO <sub>2</sub> , on multiplie tC Par le Facteur de Conversion de C pour CO <sub>2</sub> = 3,6667
<b>SisAcacia</b> <i>Acacia mearnsii</i> De Wild	(Vol.).(Biomasse sèche: 0,50).(C:0,43) Basé sur Saidelles et al. (2009)
<b>SisAraucaria</b> <i>Araucária angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	(Vol.).(Biomasse sèche 0,50).(C:0,43) Basé sur Watzlawick et al. (2003)
<b>SisBracatinga</b> <i>Mimosa scabrella</i> Benth	(Vol).(Biomasse sèche: 0,58).(C:0,42) Basé sur Machado et al. (2006)
<b>SisEucalipto</b> <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	(Vol)x(DB: 0,49)x(C: 0,42) Basé sur Silva (1996) et autres
<b>SisPinus</b> <i>Pinus taeda</i> L.	(Vol)x(DB: 0,50).(C:0,41) Corte et Sanquetta (2007)
<b>SisTeca</b> <i>Tectona grandis</i> L.F.	(Vol) x (DB:0,55)x(C:0,41) Basé sur Rondon (2006), Gouveia et Ângelo (2002)

Vol. = Volume du tronc avec écorce; C = Teneur en Carbone (tC); D = DHP (cm), H = Hauteur totale (m); I = Âge (années), DB: Densité Basale.

Corte, A.P.D, Sanquetta, C.R. Quantificação do estoque de carbono fixado em reflorestamentos de Pinus na área de domínio da floresta ombrófila mista no Paraná. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 1, p. 32-39, jan./mar. 2007

Gouveia, V.M., Ângelo, H. Análise econômica do serviço de fixação de e armazenamento de carbono por um povoamento de *Tectona grandis* L. f. *Brasil Florestal*, v. 21, n. 74, 2002.

Machado, S.A., Urbano, E., ...Relações Quantitativas entre Variáveis Dendrométricas e Teores de Carbono para *Mimosa scabrella* Benthham da Região Metropolitana de Curitiba. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 52, p. 37-60 jan./jun. 2006

RONDON, E. V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f. sob diferentes espaçamentos no estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 337-341, 2006

Saidelles, F.L.F.; Caldeira, M.V.W.; Schumacher, M.V.S.; Balbinot, R. Uso de equações para estimar o carbono orgânico em plantações de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**. Viçosa. v.33, n.5, p. 907-915. 2009

SILVA, H.D. **Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex-maiden) em diferentes idades.** UFPR, Tese de Doutorado. 1996. 101p.

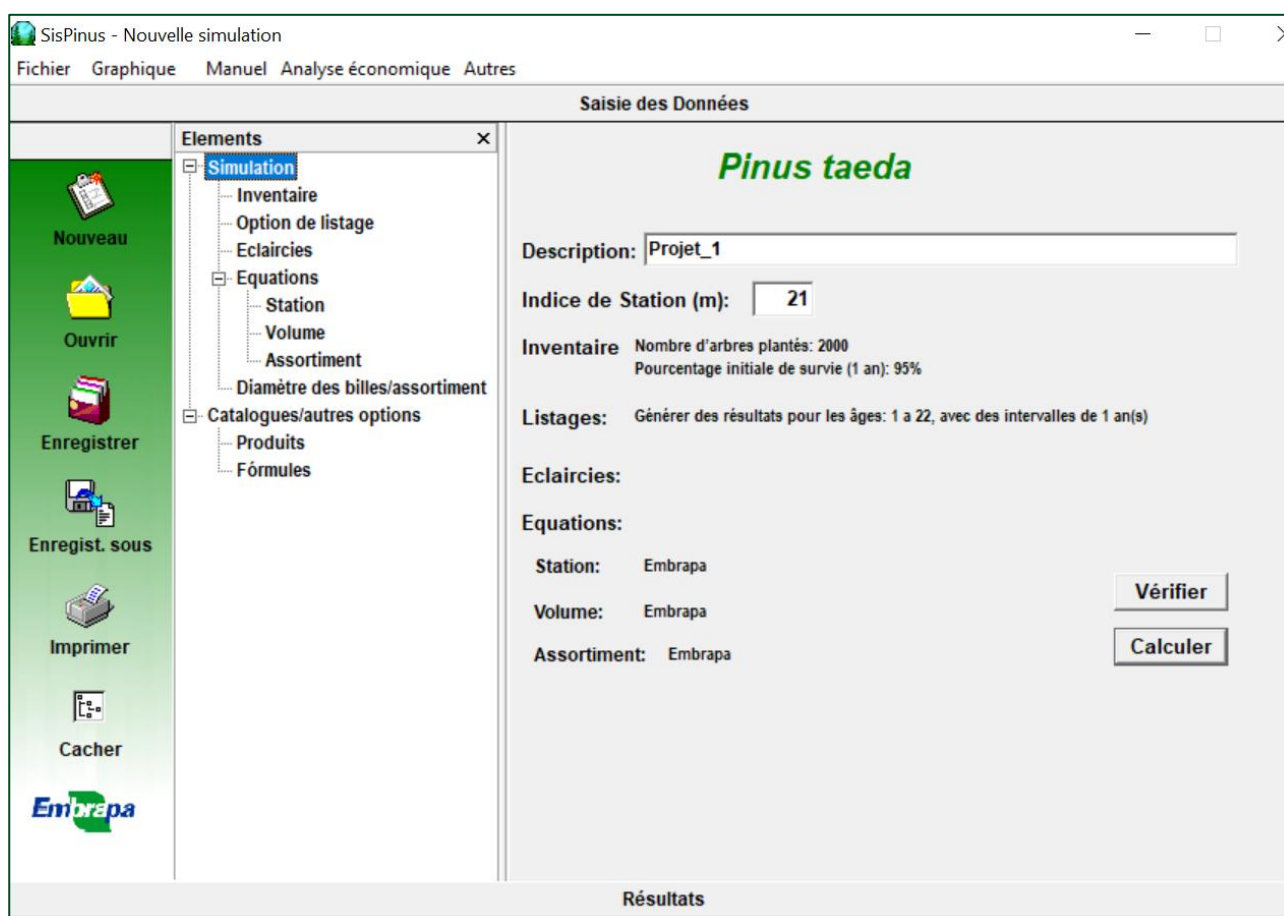
Watzlawick, L.F., Sanquetta, C.R., Arce, J., Balbinot, R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p. 63-68, abr./jun. 2003.

## 10.9. Résultats

Cliquer sur l'option "**Résultats**" présentée sur la partie inférieure de l'écran pour générer les simulations. Para revenir, cliquer sur "**Saisie des Données**" sur la partie supérieure de l'Écran.

- **Exemple 1**

Compte tenu de l'écran suivant, se référant au semis de 2000 arbres par hectare, l'Indice de Station de 21 mètres, pour une récolte à 22 ans.



Les résultats montrent les variables qui décrivent la structure de la plantation forestière. Tous les résultats sont à un hectare. La Surface terrière se réfère à la somme des domaines transversaux de tous les arbres, compte tenu des DHP pour les calculs. L'A.A.M est l'accroissement annuel moyen, obtenu en divisant la production totale par L'âge. Cette production prend en compte la somme du volume de l'âge du calcul avec les volumes déjà éclaircis.

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

Résultats

**SisPinus**

**TABLEAU DE CROISSANCE ET PRODUCTION (Pinus taeda)**

Description: Projet\_1  
 Indice de Station: 22,0  
 Densité (arbres par hectare): 1667  
 Pourcentage de survie (1<sup>er</sup> an): 95 %

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
1	0,6	1584	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,6	1584	2,4	2,2	0,7	0,7	0,3	0,5
3	4,9	1584	5,8	4,2	4,2	7,9	2,6	6,0
4	7,1	1584	9,0	6,2	10,0	28,1	7,0	21,1
5	9,1	1584	11,6	8,0	16,8	60,8	12,2	45,6
6	10,9	1583	13,8	9,7	23,7	102,9	17,2	77,2
7	12,6	1582	15,6	11,1	30,2	151,2	21,6	113,5
8	14,1	1581	17,1	12,5	36,2	203,2	25,4	152,5
9	15,5	1578	18,3	13,7	41,7	257,1	28,6	192,9
10	16,8	1574	19,4	14,8	46,7	311,5	31,1	233,7
11	18,0	1568	20,4	15,9	51,2	365,4	33,2	274,2
12	19,1	1560	21,2	16,8	55,3	418,2	34,8	313,8
13	20,2	1550	22,0	17,7	58,9	469,2	36,1	352,0
14	21,2	1539	22,7	18,5	62,1	518,0	37,0	388,6
15	22,1	1526	23,3	19,3	65,0	564,4	37,6	423,4
16	23,0	1511	23,8	20,0	67,5	608,1	38,0	456,3
17	23,8	1496	24,4	20,7	69,7	649,1	38,2	487,0
18	24,6	1479	24,8	21,4	71,5	687,3	38,2	515,7
19	25,4	1461	25,2	22,0	73,1	722,8	38,0	542,3
20	26,1	1442	25,6	22,5	74,5	755,6	37,8	566,9
21	26,8	1422	26,0	23,1	75,6	785,7	37,4	589,5
22	27,4	1403	26,4	23,6	76,5	813,4	37,0	610,3

SisPinus - Simulation.dat

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

Résultats

11	18,0	1568	20,4	15,9	51,2	365,4	33,2	274,2
12	19,1	1560	21,2	16,8	55,3	418,2	34,8	313,8
13	20,2	1550	22,0	17,7	58,9	469,2	36,1	352,0
14	21,2	1539	22,7	18,5	62,1	518,0	37,0	388,6
15	22,1	1526	23,3	19,3	65,0	564,4	37,6	423,4
16	23,0	1511	23,8	20,0	67,5	608,1	38,0	456,3
17	23,8	1496	24,4	20,7	69,7	649,1	38,2	487,0
18	24,6	1479	24,8	21,4	71,5	687,3	38,2	515,7
19	25,4	1461	25,2	22,0	73,1	722,8	38,0	542,3
20	26,1	1442	25,6	22,5	74,5	755,6	37,8	566,9
21	26,8	1422	26,0	23,1	75,6	785,7	37,4	589,5
22	27,4	1403	26,4	23,6	76,5	813,4	37,0	610,3

Équation de station: Embrapa  
 Équation de Volume: Embrapa  
 Équation d'Assortiment: Embrapa  
 tCO2 du Volume = (Volume)x(Densité de Base: 0,50)x(C: 0,41)x(C=>CO2: 3,66)

**ASSORTIMENT DE ARBRES - RÉCOLTE FINALE (22 ANS)**

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25	18-25	8-18	0-8
14,0-16,0	2	17,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0
16,0-18,0	15	18,6	2,9	0,0	0,0	2,6	0,4
18,0-20,0	56	19,9	14,2	0,0	0,0	13,4	0,9
20,0-22,0	127	21,0	41,3	0,0	11,7	26,2	3,4
22,0-24,0	209	22,1	85,2	0,0	41,2	40,9	3,2
24,0-26,0	269	23,0	135,3	0,0	86,1	42,5	6,7
26,0-28,0	279	23,9	170,0	43,1	85,4	38,1	3,4
28,0-30,0	231	24,8	167,8	73,8	68,1	21,2	4,7
30,0-32,0	144	25,8	123,2	72,2	29,9	19,9	1,2
32,0-34,0	59	26,7	59,0	33,6	19,2	5,3	0,9
34,0-36,0	12	27,7	13,5	9,2	2,6	1,3	0,3
<b>Total</b>		<b>23,6</b>	<b>813,4</b>	<b>231,9</b>	<b>344,3</b>	<b>211,4</b>	<b>25,1</b>

- **Enregistrer**

Les résultats peuvent être sauvegardés dans un fichier texte, dans l'extension «rtf», compatible avec le logiciel d'édition de texte. Il suffit de cliquer simplement sur le bouton approprié dans la barre verte.

En vérifiant le tableau des résultats, compléter ou en partie, vous pouvez copier et coller dans les fichiers de l'édition ou les tableaux de calcul. Chaque valeur reste dans une cellule, permettant la réalisation de calculs supplémentaires.

- **Imprimer**

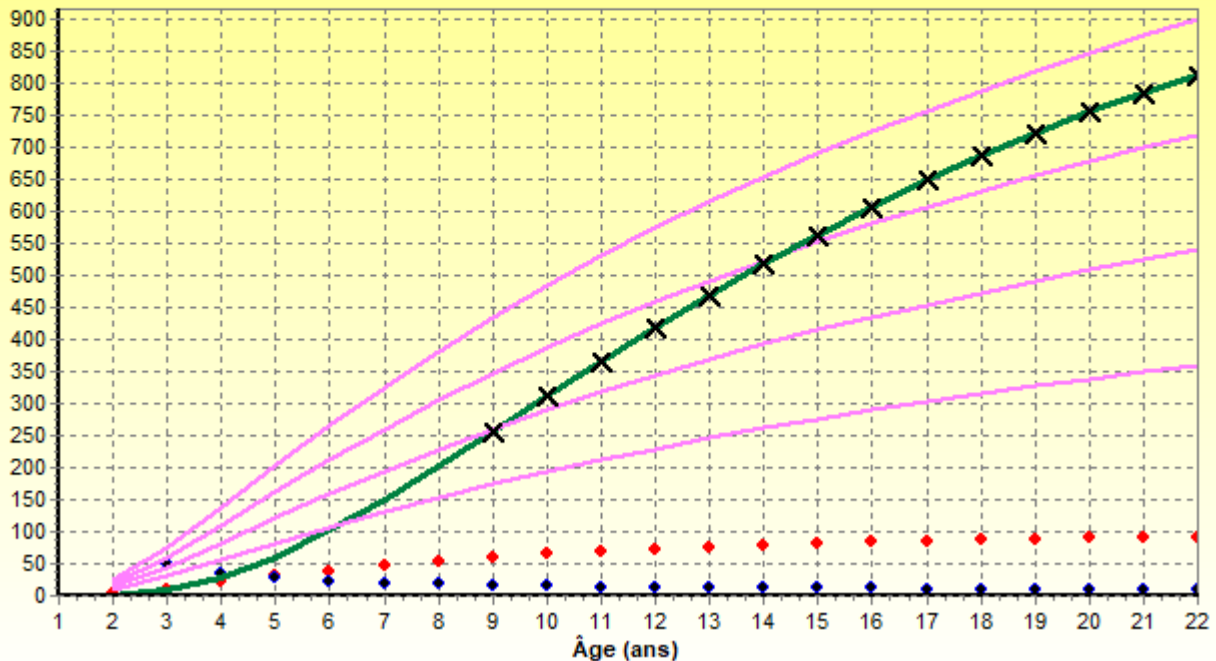
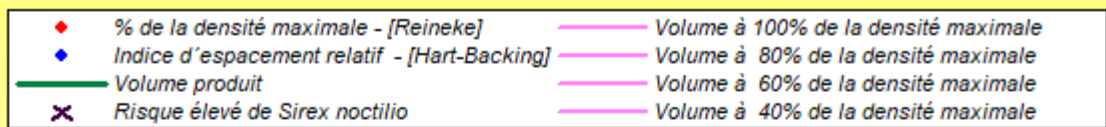
Pour imprimer, il suffit de cliquer sur le bouton de l'imprimante dans la barre verte.

### **10.10. Graphique**

Un "**Graphique**" avec d'autres variables peut être obtenu en cliquant sur l'élément situé dans la partie supérieure de l'écran. Les lignes de croissances et les indices présentés ont pour fonction d'aider à la définition de la gestion optimale de la forêt. Pour l'imprimer, utiliser la touche «Print Screen» et coller dans le fichier du logiciel qui permet d'éditer le texte.

Le modèle de graphique généré par SisPinus, compte tenu de l'exemple 1, sans éclaircie et avec coupe définitive à 22 ans sera:

## Variables de base pour une bonne gestion des forêts



- **Lignes roses** = volumes potentiels à 40, 60, 80 et 100% de la densité maximale
- **Ligne verte** = Volume total produit.
- **Points rouges** = Pourcentage de la densité maximale qui peut être atteinte par le peuplement - (Modèle de Reineke);
- **Points bleus** = Indice d'espacement relatif (Indice de Hart-Becking);
- **Marquages sur X** = indication du risque élevé de dommages causés par la guêpe préce-bois (Disponible sur SisPinus);

- **Indice de Hart-Becking ou Indice d'Espacement relatif – (%)**

L'Indice de Hart-Becking ( $S\%$ ) est le rapport entre l'espacement moyen entre les arbres ( $EM$ ) et la hauteur dominante ( $H$ ):

$$S(\%) = 100 \cdot \frac{EM}{H}$$

L'espacement moyen entre les arbres ( $EM$ ) peut être calculé à l'aide de l'expression :

$$EM = \sqrt{\frac{10000}{N}}$$

dans lequel  $N$  représente le nombre d'arbres par hectare

L'indice  $S(\%)$  possède une grande application dans la détermination des poids dans les éclaircies, dans la gestion pour la prévention d'incendies de forêt et les ravageurs ainsi que dans la structuration de systèmes d'Intégration Agriculture-élevage-Forêt.

- **Pourcentage de la Densité Maximale du Peuplement – (Reineke)**

Le modèle de Reineke, ajusté pour les plantations surstockées dans les régions productrices du Brésil, génère une courbe qui représente la densité maximale que le peuplement aura dans une condition d'occupation complète ou stock complet. Le graphique généré par les logiciels décrits ci-après présente le pourcentage d'occupation du site du peuplement analysé. Une valeur de 100 % indique que le site est totalement stocké, c'est-à-dire avec la capacité de production maximum. Au niveau du graphique généré pour l'exemple 1, on observe qu'à 6 ans, le peuplement occupe 46 % du site et continue d'augmenter dans les âges suivants. À 9 ans, l'occupation a atteint 70 %, cependant, à partir de cet âge, le programme révèle l'existence d'un risque élevé d'attaque de guêpe perce-bois, ce qui amène à recommander la réalisation de d'éclaircies préventives. Le risque d'attaque de la guêpe perce-bois repose sur les caractéristiques de peuplement favorables

à l'insecte, comme la concurrence excessive entre les arbres qui provoque un affaiblissement prononcé et la mortalité des dominés.

- **Diagramme de Gestion de la Densité de Peuplement - DGDP**

Le DGDP présente des interconnexions mathématiques entre les différentes variables du peuplement forestier, impliquant, en fait, le nombre d'arbres par hectare, la surface terrière et le diamètre moyen des arbres. Ils permettent le suivi de la densité de la population, en fonction de l'ampleur des variables de croissance. Ce suivi permet de définir des intensités et époques optimales d'éclaircie, l'adéquation des niveaux de compétition en fonction des objectifs de la production de bois, ce qui permet d'optimiser l'utilisation du site. Il y a des modèles qui comprennent, en outre, la hauteur dominante.

Un Diagramme de Gestion de la Densité est construit et fondé sur une courbe de densité maximale et à partir de celle-ci d'autres courbes par proportion, qui serviront de références pour l'occupation du site par les arbres.

Pour la définition de la courbe de densité maximale, et ce malgré toutes les avancées en biométrie, la méthode de Reineke (1933) reste une référence. Pour sa mise en œuvre, la courbe de densité maximale doit être calculée à partir des mensurations de peuplements avec densité pleine. Le modèle est:

$$N = \text{Exp} (a + \text{Ln}(Dg))$$

Dans lequel N est le nombre d'arbres par hectare et Dg représente le diamètre quadratique moyen.

La courbe de densité maximale permet d'initier la construction du diagramme, à partir des variations des diamètres quadratiques de référence.

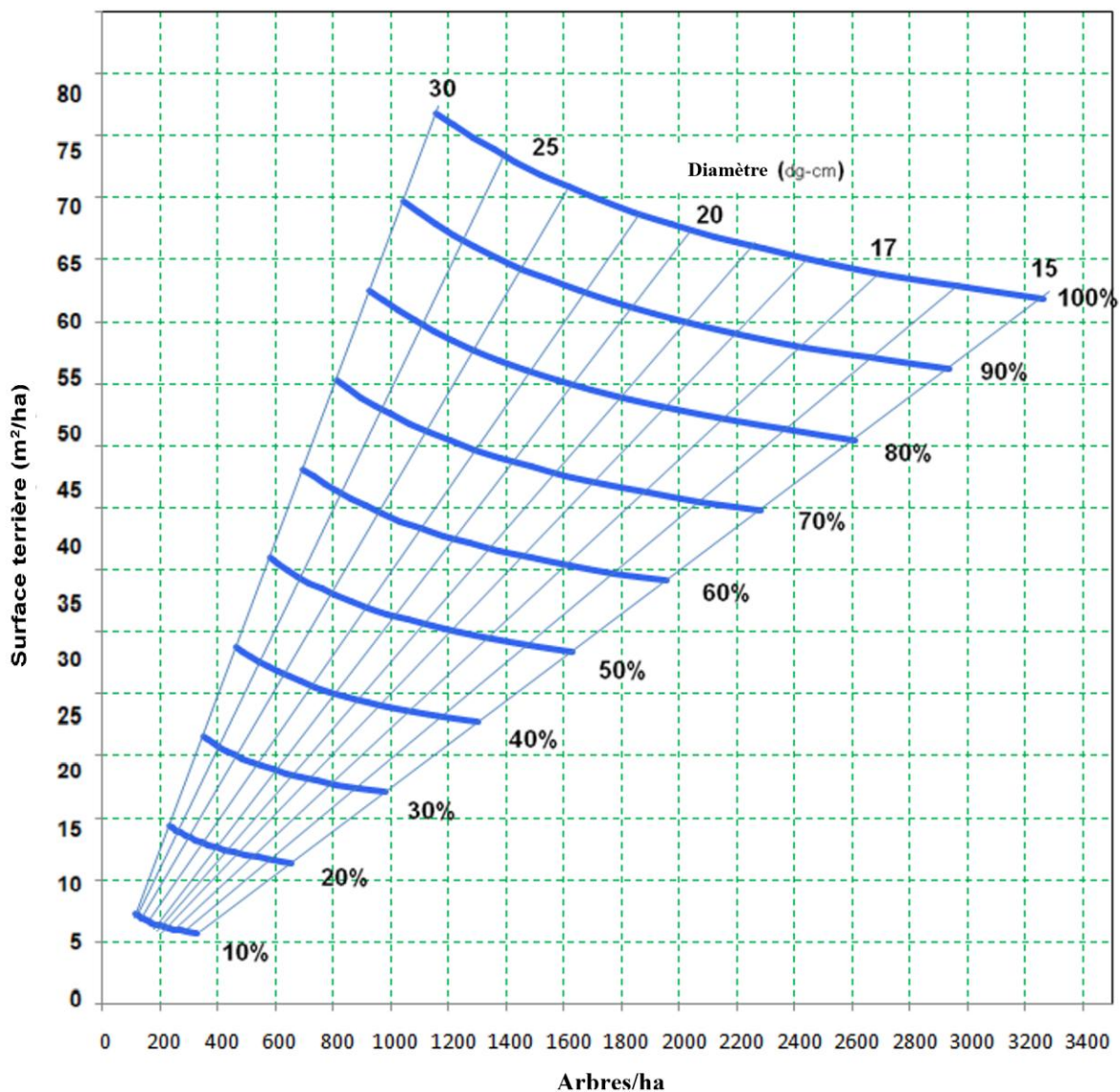
Dans SisPinus, pour le Pinus taeda, l'équation utilisée a été obtenue à partir de divers peuplements ayant donné lieu à la construction du logiciel sachant que :

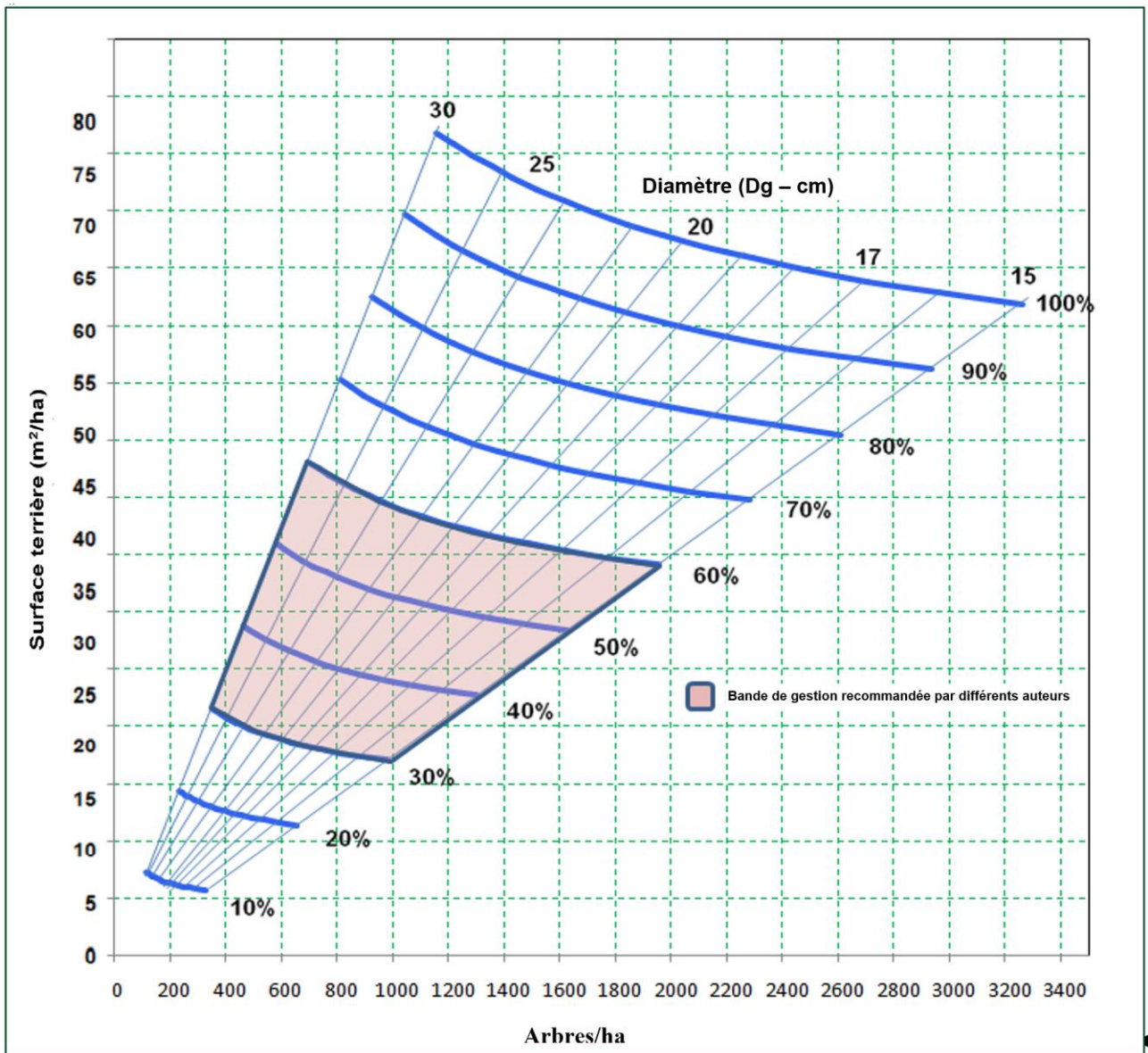
$$N = \text{Exp} (12,1333 - 1,4933\text{Ln}(Dg))$$

Qui se traduit par le diagramme suivant:

L'Indice de Densité de la Plantation (Indice de Reineke), qui est obtenu à travers l'utilisation du  $D_g$  de 25 cm, a été de 1520.

La bande de gestion recommandée par différents auteurs, pour la production de grumes, prédomine avec des valeurs proches de 60% du stock maximum allant jusqu'à une limite inférieure fixée à 30% du stock maximum. En maintenant le peuplement dans cette gamme de densité, les arbres posséderont des caractéristiques des dominants donc grands et avec un fût bien formé.





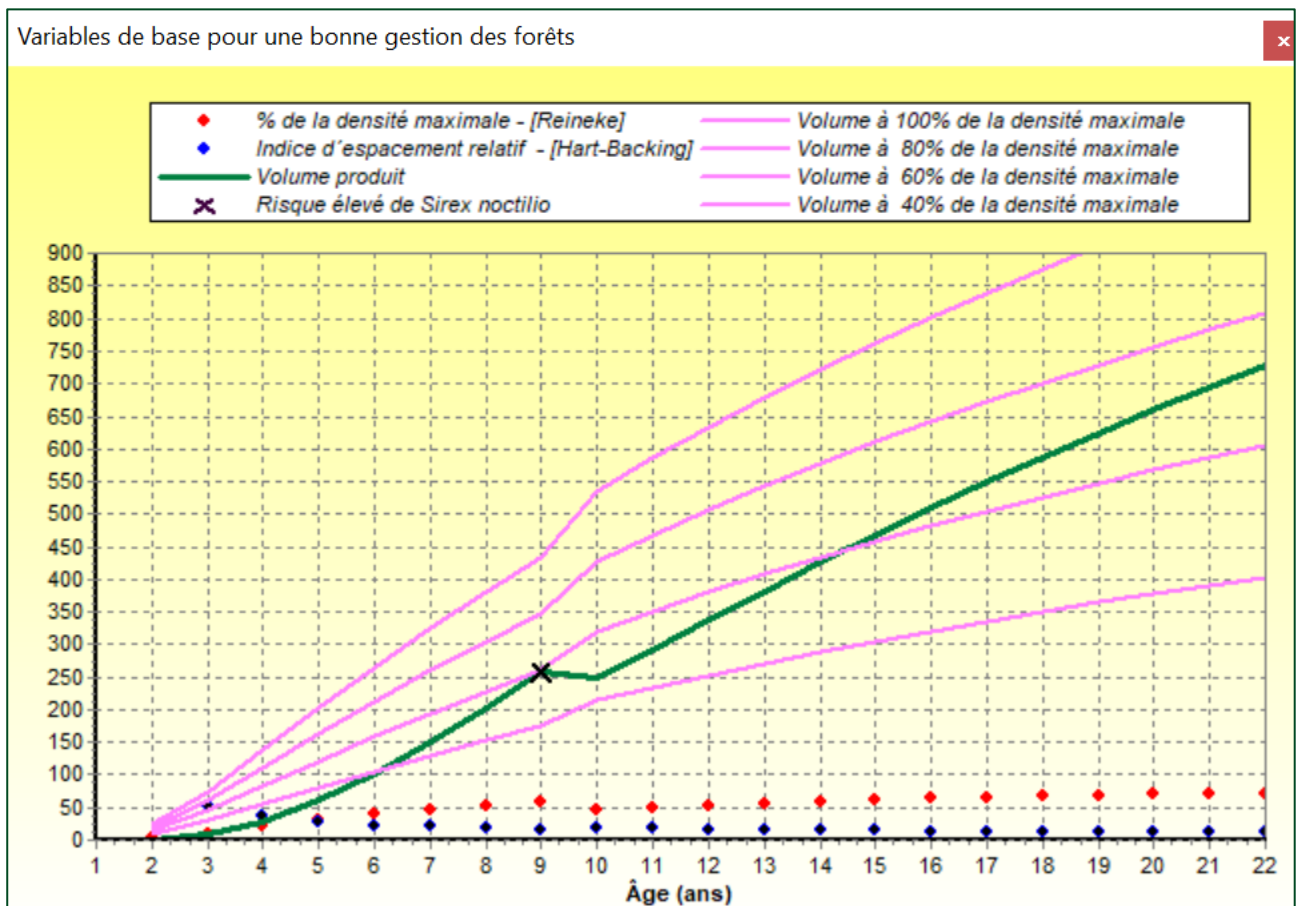
On considère qu'au-dessus de la bande, il y a une compétition excessive et qu'en dessous il reste de l'espace avec un gaspillage conséquent des ressources du site. Au sein de la bande, l'option pour éclaircir la ligne supérieure ou inférieure dépendra de l'objectif de la production. Si l'objectif est d'avoir une plus petite production de billes avec des rotations plus courtes, les éclaircies devront être maintenues plus proche de la ligne de 60 %.

## DGDP dans les Logiciels

L'intégration du DGDP avec les simulateurs décrits dans ce manuel permet que les variables présentes dans le diagramme soient traitées conjointement avec d'autres variables de croissance et de production qui ont une grande influence sur la densité du peuplement, en particulier la Hauteur Dominante et la Hauteur Moyenne. Avec cela, la dynamique et les interactions des différentes variables peuvent être suivies pour chaque âge, accompagnant le pronostic de croissance et de production.

Le DGDP va donc prendre en compte la Hauteur dominante et la Hauteur moyenne, la Mortalité, le Diamètre moyen, la Surface terrière et le Volume. En outre, les logiciels fournissent tout déploiement de bois récolté par classes de diamètre et classes de hauteur, ainsi que l'assortiment à usage industriel.

En considérant, par exemple 1, une éclaircie sélective à 9 ans, laissant 1000 arbres, le graphique généré par le simulateur sera :



Avec l'éclaircie, l'Accroissement Annuel Moyen (AAM) sera réduit de 2,8% (37,0m<sup>2</sup> à 36,0m<sup>2</sup>). Cependant, les billes au-dessus de 25cm de diamètre auront une augmentation de 42% (231,9m<sup>3</sup> à 329,0m<sup>3</sup>).

- **Exemple 2**

Cet exemple utilisera des données d'un inventaire au lieu de données de semis telles qu'utilisées dans l'exemple 1. L'espèce est le *Pinus taeda* avec 5 ans d'âge. La hauteur dominante est de 10,0 mètres ce qui selon le tableau de classification de station (page 45), donne lieu à un indice de station de 21,5m. Le nombre d'arbres par hectare est de 1500, le diamètre quadratique moyen est de 13cm et le niveau d'homogénéité du semis est de 5.

On souhaite effectuer une première éclaircie mixte à neuf ans d'âge, systématique soit une toute les cinq lignes suivi d'une éclaircie sélective jusqu'à ce qu'il ne reste que 1.000 arbres. Une seconde éclaircie sera sélective à 13 ans, laissant 400 arbres et la récolte finale à 22 ans. Pour calculer la production résultante, on utilise une classe de diamètre de 2 cm, en distribuant le bois qui en résulte parmi les produits suivants:

Destination du bois	Longueur (m)	Diamètre minimum (cm)
Scierie I	2,6	25
Scierie II	2,6	18
Cellulose	2,6	8
Energie	Sans restriction	Sans restriction

Les deux figures ci-dessous montrent comment seront les données de l'inventaire et les éclaircies.

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

**Pinus taeda**

Description:

Indice de Station (m):

**Inventaire** Nombre d'arbres en âge 5: 1500  
Diamètre quadratique moyen: 13,0

**Listages:** Générer des résultats pour les âges: 1 à 22, avec des intervalles de 1 an(s)

**Eclaircies:** 16, 7 ans

**Equations:**

Station: Embrapa

Volume: Embrapa

Assortiment: Embrapa

Résultats

**Elements**

- Simulation
  - Inventaire
  - Option de listage
- Eclaircies
  - Âge 7
  - Âge 16
- Equations
  - Station
  - Volume
  - Assortiment
  - Diamètre des billes/assortiment
- Catalogues/autres options
  - Produits
  - Fórmules

Nouveau

Ouvrir

Enregistrer

Enregist. sous

Imprimer

Cacher

Embrapa

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

**Éclaircir**

Âge

Type

Sélectif

Systématique

Systématique suivi de Sélectif

Informez la rangée devant être éclaircie:

Eclaircie de la population restante

En fixant la surface terrière

En fixant le nombre d'arbres

Résultats

**Elements**

- Simulation
  - Inventaire
  - Option de listage
- Eclaircies
  - Âge 7
  - Âge 16
- Equations
  - Station
  - Volume
  - Assortiment
  - Diamètre des billes/assortiment
- Catalogues/autres options
  - Produits
  - Fórmules

Nouveau

Ouvrir

Enregistrer

Enregist. sous

Imprimer

Cacher

Embrapa

Les résultats sont présentés dans les trois figures à suivre.

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

Résultats

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
5	9,7	1500	13,0	8,7	19,9	74,0	14,8	48,8
6	11,7	1499	15,2	10,4	27,2	121,8	20,3	80,2
7	13,4	1498	17,0	12,0	34,0	175,6	25,1	115,7

Éclaircir 498 arbres.

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
8	15,5	999	20,0	14,1	31,5	190,9	28,7	125,8
9	17,0	998	21,5	15,4	36,2	239,8	30,9	158,0
10	18,4	997	22,8	16,6	40,5	289,3	32,8	190,6
11	19,7	995	23,9	17,7	44,5	338,9	34,3	223,3
12	20,9	992	24,8	18,8	48,1	388,0	35,6	255,6
13	22,0	989	25,7	19,7	51,4	436,2	36,5	287,4
14	23,1	985	26,5	20,7	54,4	483,2	37,3	318,3
15	24,1	981	27,2	21,5	57,1	528,7	37,8	348,3
16	25,1	976	27,9	22,3	59,6	572,7	38,2	377,3

Éclaircir une rangée d'arbres tous les 5 rangs. Puis,  
Éclaircir 280 arbres.

Âge	Hauteur Domin.	Arbres/Ha	Diamètre Moyen	Hauteur Moyen	Surface Terrière	Volume	I.M.A.	tCO2
17	25,9	500	30,0	24,4	35,2	369,1	37,5	243,2
18	26,8	499	30,9	25,1	37,3	403,4	37,4	265,8
19	27,7	499	31,7	25,9	39,3	436,8	37,1	287,7
20	28,5	498	32,4	26,6	41,0	469,2	36,9	309,1
21	29,3	498	33,1	27,3	42,7	501,0	36,7	330,1
22	30,0	497	33,7	28,0	44,3	532,1	36,4	350,6

Embrapa

SisPinus - Nouvelle simulation

Fichier Graphique Manuel Analyse économique Autres

Saisie des Données

Résultats

Equation de station: Embrapa  
Equation de Volume: Embrapa  
Equation d'Assortiment: Embrapa  
 $tCO_2$  du Volume = (Volume)x(Densité de Base: 0,36)x(C: 0,50)x(CO2: 3,66)

ÉCLAIRCIES			
Âge	Volume retiré	tCO2	Volume restant
7	38,7	25,5	136,9
16	230,1	151,6	342,6

ASSORTIMENT DE ARBRES - ÉCLAIRCIE (7 ANS)

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	> 8 cm
5,0-10,0	3	9,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
10,0-15,0	320	10,9	21,8	0,0	0,0	17,5	4,3
15,0-20,0	174	12,1	16,7	0,0	0,0	15,6	1,1
20,0-25,0	1	12,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
<b>Total</b>		<b>11,4</b>	<b>38,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>33,2</b>	<b>5,5</b>

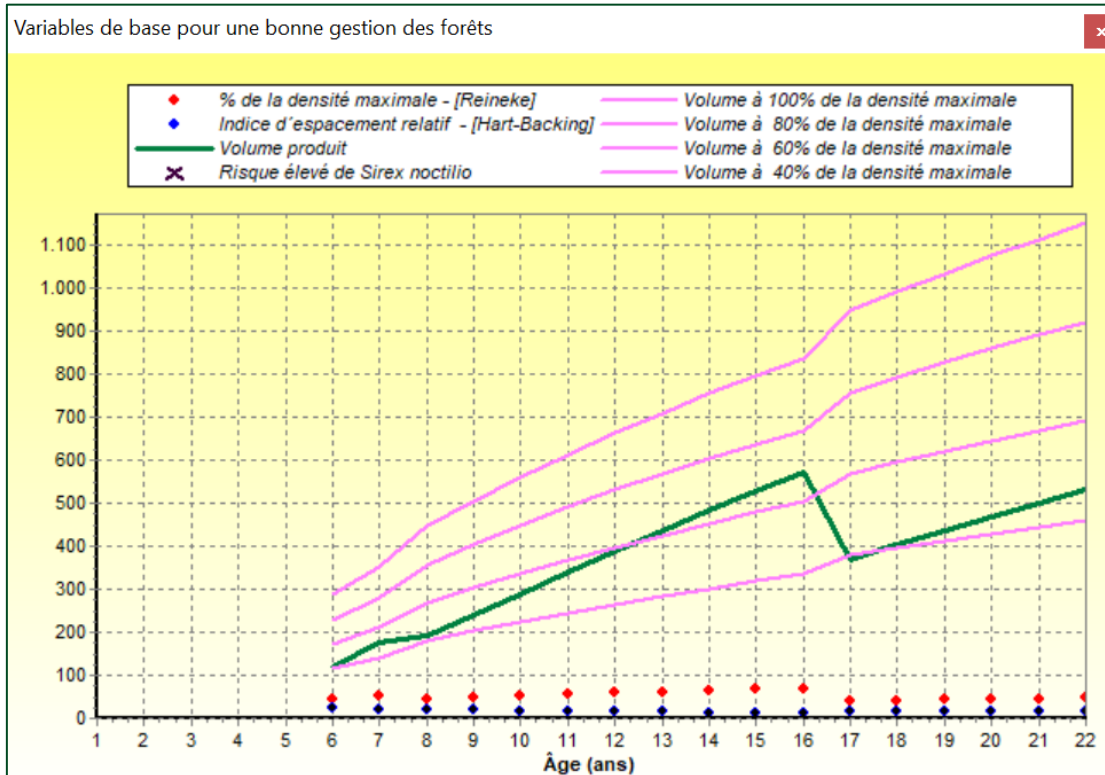
ASSORTIMENT DE ARBRES - ÉCLAIRCIE (16 ANS)

Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	> 8 cm
15,0-20,0	1	28,2	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0
20,0-25,0	214	20,5	79,7	0,0	40,8	33,1	5,7
25,0-30,0	209	22,3	108,4	29,2	56,5	18,4	4,4
30,0-35,0	50	23,9	39,7	24,5	9,5	4,8	0,8
35,0-40,0	2	26,3	2,1	1,7	0,2	0,2	0,0
<b>Total</b>		<b>22,3</b>	<b>230,1</b>	<b>55,4</b>	<b>107,0</b>	<b>56,7</b>	<b>11,0</b>

ASSORTIMENT DE ARBRES - RÉCOLTE FINALE (22 ANS)

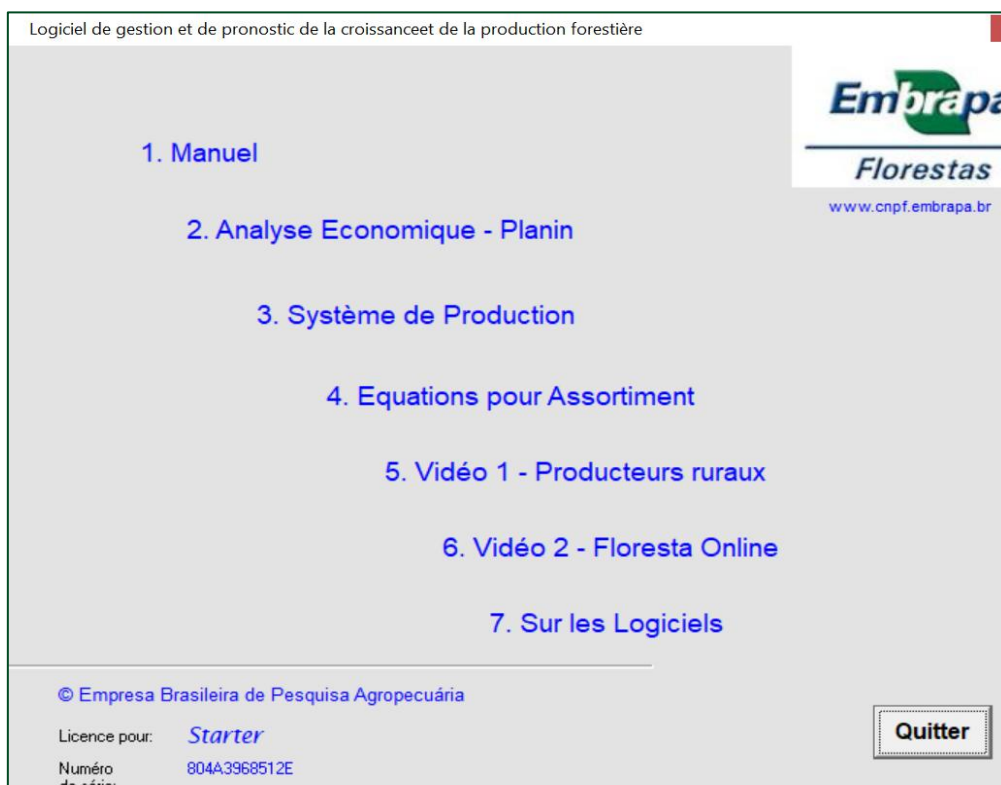
Classes DHP	Arb./Ha	Hauteur Moyen	Volume	> 25 cm	18-25 cm	8-18 cm	> 8 cm
25,0-30,0	40	25,7	30,7	7,3	18,1	4,1	1,1
30,0-35,0	315	28,0	311,0	171,3	100,9	31,2	7,6
35,0-40,0	134	29,0	175,6	135,5	26,8	11,6	1,8
40,0-45,0	9	30,1	14,8	12,4	1,7	0,6	0,1
<b>Total</b>		<b>28,0</b>	<b>532,1</b>	<b>326,5</b>	<b>147,6</b>	<b>47,5</b>	<b>10,6</b>

Embrapa



### 10.11. Autres

L'élément "Autres", disponible dans la partie supérieure de l'écran, montre les options suivantes:



## 1. Manuel

Ouvrir le manuel des logiciels.

## 2. Analyse Economique – Planin

Accéder au logiciel Planin, utilisé pour le calcul des paramètres de l'évaluation économique et financière et l'analyse de sensibilité de la rentabilité à des différents taux d'attractivité. Il prend en compte les divers segments des coûts opérationnels de l'implantation, la maintenance et la récolte. Avec ce programme, vous obtenez les flux de trésorerie, les analyses de sensibilité et les critères d'analyse économique les plus utilisés. En outre, il permet à l'utilisateur de suivre leurs coûts, en délivrant des rapports de dépenses annuelles.

Le manuel complet de Planin est accessible dans le logiciel. Ici, seuls certains écrans sont présentés montrant leur structure de base.

Planin - Nouveau projet

Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Elements

- Projet
  - Productions
    - Éclaircir à l'âge - 7 ans
    - Éclaircir à l'âge - 12 ans
    - Récolte fin. à l'âge - 20 ans
  - Coûts
- Catálogos/Autres options
  - Produits
  - Coûts

**Production**

Âge

Origine

**Produits**

Catalogue

Produits	Volume	Prix
< 10 cm	20,0	R\$ 66,00
10 - 18 cm	50,0	R\$ 90,00
18 - 25 cm	30,0	R\$ 180,00
> 25 cm	0,0	R\$ 280,00

Résultat

Rapport de coûts

Planin - Nouveau projet

Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Résultat

**PLANIN** © Embrapa

**Flux de Recettes et Coûts pour la Récolte Finale à 20 ans**

Année	Recette (\$)	Coûts (\$)	Recette Présente (\$)	Coût Présente (\$)
0	0,00	15.000,00	0,00	15.000,00
1	0,00	670,00	0,00	644,23
2	0,00	810,00	0,00	748,89
3	0,00	1.130,00	0,00	1.004,57
4	0,00	250,00	0,00	213,70
5	0,00	250,00	0,00	205,48
6	0,00	250,00	0,00	197,58
7	11.220,00	250,00	8.526,28	189,98
8	0,00	250,00	0,00	182,67
9	0,00	250,00	0,00	175,65
10	0,00	250,00	0,00	168,89
11	0,00	250,00	0,00	162,40
12	25.160,00	250,00	15.714,86	156,15
13	0,00	250,00	0,00	150,14
14	0,00	250,00	0,00	144,37
15	0,00	250,00	0,00	138,82
16	0,00	250,00	0,00	133,48
17	0,00	250,00	0,00	128,34
18	0,00	250,00	0,00	123,41
19	0,00	250,00	0,00	118,66
20	57.320,00	250,00	26.160,10	114,10

Planin - Nouveau projet

Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Résultat

**Paramètres qui NE TIENNENT PAS compte de la valeur du capital au fil du temps**

Production Totale (m3/ha)	600,00
Production Annuelle Moyenne (m3/ha)	30,00
Recette Totale	93.700,00
Coût Total	21.860,00
Recette Totale Nette	71.840,00
Recette Totale Moyenne (\$/année)	4.685,00
Coût Total Moyenne (\$/année)	1.093,00
Recette Nette Moyenne (\$/année)	3.592,00
Rapport Recette/Coût	4,29
Rapport Recette moyenne/Coût	0,21
Prix Moyen de la Production (\$/m3)	156,17
Coût Moyen de la Production (\$/m3)	36,43
Recette Nette moyenne (\$/m3)	119,73

**Paramètres qui TIENNENT compte de la valeur du capital au fil du temps**

Taux d'actualisation	4,00%
Valeur Actuelle des Recettes	50.401,24
Valeur Actuelle des Coûts	20.101,50
Valeur Actuelle Nette	30.299,74
Valeur Actuelle Nette Annualisée	2.229,51
Rapport Bénéfice/Coût	2,51
Taux de Rentabilité Interne	11,58%
Valeur Future des Recettes	110.435,32
Valeur Future des Coûts	44.044,85
Valeur Future Nette	66.390,47
Val. Espérée du Fonds (F. Faustmann)	55.737,70
Prix Moyen de la Production (\$/m3)	152,22
Coût Moyen de la Production (\$/m3)	60,71
Rentabilité Nette	150,73%

Rapport de coûts

Planin - Nouveau projet  
Fichier Graphique Manuel Autres

Saisie de données

Résultat

Analyse de sensibilité pour le taux d'actualisation (% a.a.)

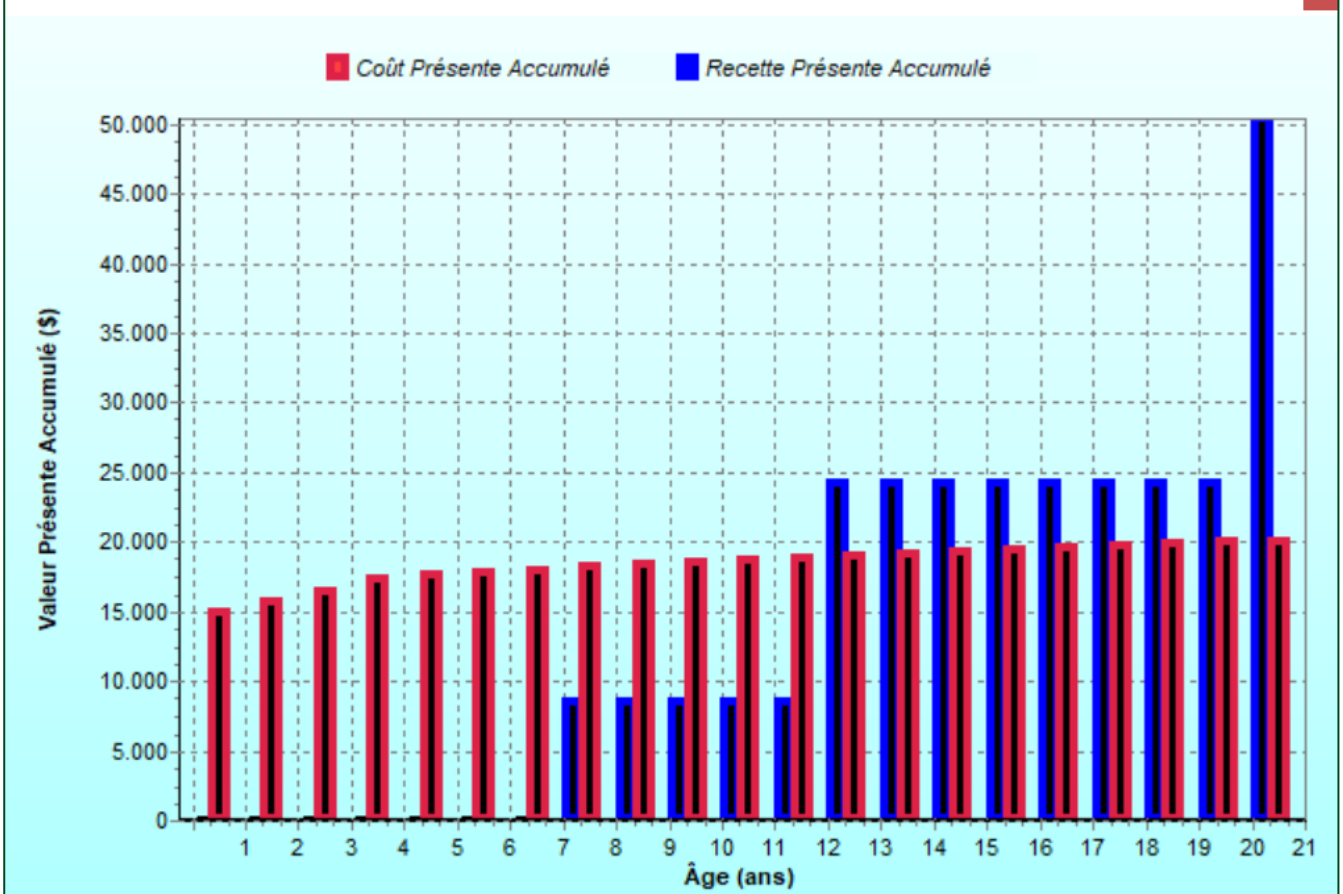
Taux d'actualisation	V. Prés. Recettes	V. Prés. Coûts	V. Prés. Nette	V. P. N. Annualisée	Rap. Bénéfice/Coût
1,00	79.769,61	21.330,31	58.439,29	3.238,43	3,74
2,00	68.180,89	20.867,12	47.313,77	2.893,55	3,27
3,00	58.506,30	20.460,31	38.045,98	2.557,29	2,86
4,00	50.401,24	20.101,50	30.299,74	2.229,51	2,51
5,00	43.587,18	19.783,67	23.803,51	1.910,06	2,20
6,00	37.838,34	19.500,97	18.337,37	1.598,74	1,94
7,00	32.971,17	19.248,49	13.722,68	1.295,32	1,71
8,00	28.836,05	19.022,11	9.813,94	999,57	1,52
9,00	25.310,64	18.818,32	6.492,32	711,21	1,34
10,00	22.294,64	18.634,18	3.660,46	429,96	1,20
11,00	19.705,59	18.467,17	1.238,42	155,52	1,07
12,00	17.475,48	18.315,16	-839,67	-112,41	0,95
13,00	15.548,10	18.176,32	-2.628,21	-374,14	0,86
14,00	13.876,82	18.049,08	-4.172,26	-629,95	0,77
15,00	12.422,87	17.932,10	-5.509,24	-880,16	0,69

Analyse de sensibilité p. Coût de la Production (\$/ha) avec taux d'actualisation de 4,00% a.a.

Val. Prés. Coûts (\$/ha)	V. Prés. Nette	V. P. N. Annualisée	Rentabilité Nette (%)	Rap. Bénéfice/Coût
11.055,82	39.345,42	2.895,10	355,88	4,56
12.060,90	38.340,34	2.821,15	317,89	4,18
13.065,97	37.335,27	2.747,19	285,74	3,86
14.071,05	36.330,19	2.673,24	258,19	3,58
15.076,12	35.325,12	2.599,28	234,31	3,34
16.081,20	34.320,04	2.525,33	213,42	3,13
17.086,27	33.314,97	2.451,37	194,98	2,95
18.091,35	32.309,89	2.377,42	178,59	2,79
19.096,42	31.304,82	2.303,46	163,93	2,64
20.101,50	30.299,74	2.229,51	150,73	2,51
21.106,57	29.294,67	2.155,55	138,79	2,39
22.111,65	28.289,59	2.081,60	127,94	2,28
23.116,72	27.284,52	2.007,64	118,03	2,18
24.121,80	26.279,44	1.933,69	108,94	2,09
25.126,87	25.274,37	1.859,73	100,59	2,01

Rapport de coûts

Flux de Recettes et Coûts Accumulés



### 3. Systèmes de Production (en portugais)

Les systèmes de production sont des guides disponibles sur le site Web de l'Embrapa Forêts. Ils offrent la technologie sur la façon de produire, allant de la collecte des semences jusqu'à la récolte finale, utilisation des produits ligneux et non ligneux, marketing, etc. L'accès se trouve dans l'élément **Autres** des logiciels. Il y a l'option d'accès via un raccourci qui est créé lorsque vous installez les logiciels.

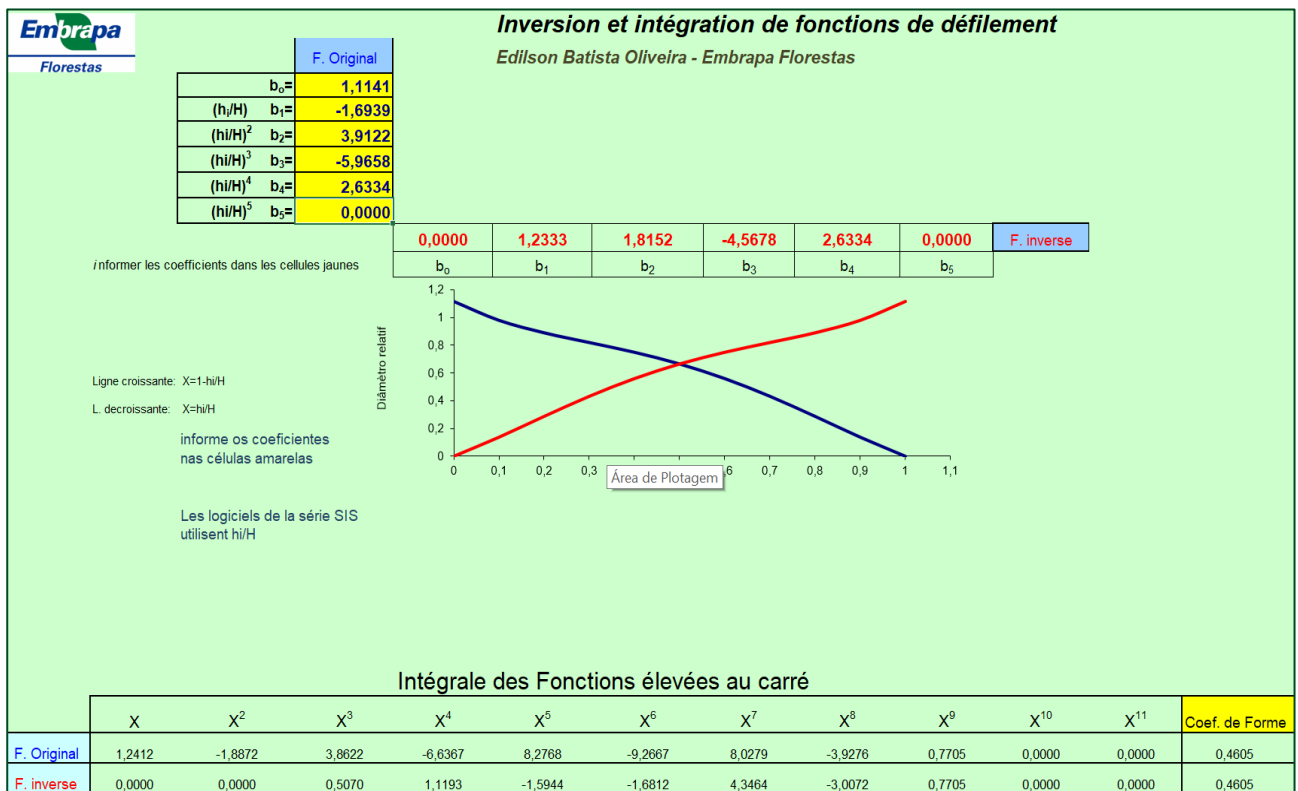
Les textes ont été écrits par des chercheurs de l'Embrapa Forêts chercheurs invités, tous experts dans les thèmes correspondants. En cliquant avec la souris sur chaque élément, vous aurez accès au texte correspondant et des liens pour des rubriques.

Les guides techniques (en portugais) décrivent les thèmes suivants:

<b>Araucaria</b>	<b>Acacia-noir</b>	<b>Bracatinga</b>	<b>Herbe-mate</b>	<b>Eucalyptus</b>	<b>Pinus</b>
Présentation	Importance	<i>Présentation</i>	Présentation	Importance	Présentation
Taxonomie	socioéconomique	<i>Taxonomie</i>	Distribution	socioéconomique et	Espèces
Description des	et	<i>Description de l'espèce</i>	géographique l'herbe	environnementale	Préparation de la
espèces	environnementale	<i>Biologie reproductive et</i>	Mate	Indications d'espèces	surface
Biologie reproductive et	Espèces d'acacia	<i>phénologie</i>	Climat	pour le semis	Production de plants
phénologie	pour le semis	<i>Occurrence naturelle</i>	Sol	Production de plants	Maladies
Occurrence naturelle	Exigences	<i>Aspects économiques</i>	Production de	Systèmes de Semis	Ravageurs
Aspects économiques	écologiques des	<i>et environnementaux</i>	semences	Nutrition, Fertilisation	Systèmes de semis
et environnementaux	especies les plus	<i>Aspects écologiques</i>	Production de plants	et chaulage	Fertilisation
Aspects écologiques	importantes	<i>Climat</i>	semences	Ravageurs	Gestion
Climat	Implantation	<i>Sols</i>	Production de plants	Maladies	Importance
Sols	Entretien	<i>Semences</i>	Implantation	Gestion des	socioéconomique
Semences	Gestion	<i>Production de plants</i>	Fertilisation	plantations	Coefficients
Production de plants	Récolte et post-	<i>Caractéristiques</i>	Récupération	Systèmes	Techniques et Coûts
Caractéristiques	récolte	<i>sylvoculturales</i>	d'herbiers dégradés	Agroforestiers	Systèmes
sylvoculturales	Systèmes	<i>Amélioration génétique</i>	Couverture du sol	Coefficients	agroforestiers
Amélioration génétique	agroforestiers	<i>Croissance et</i>	Contrôle des plantes	Techniques et Coûts	Gestion/SISPINUS
Croissance et	Coefficients	<i>production</i>	spontanées	Marché et	Certification
production	techniques et	<i>Ravageurs et maladies</i>	Conduite et élagage	Commercialisation	Références
Principaux ravageurs	coûts	<i>Caractéristiques du</i>	Maladies	Références	Glossaire
et maladies	Marché et	<i>bois</i>	Ravageurs	Glossaire	Expédient
Caractéristiques du	commercialisation	<i>Produits et utilisations</i>	Système agroforestier	Expédient	Auteurs
bois	Législation	<i>Espèces apparentées</i>	Densification et	Auteurs	
Produits et utilisations	pertinente	<i>Systèmes</i>	conversion		
Espèces apparentées	Références	<i>agroforestiers</i>	Culture intercalaire		
Systèmes	bibliographiques	<i>Références</i>	Traitement		
agroforestiers	Glossaire	<i>Glossaire</i>	Importance		
Références	Equipe	<i>Expédient</i>	socioéconomique et		
Glossaire		<i>Auteurs</i>	environnementale lca		
Expédient			e ambiental		
Auteurs					

### 4. Equations pour Assortiment

L'élément 4 met à disposition un tableau électronique qui permet de transformer une fonction de défilement basée sur  $\frac{h_i}{H}$  en une autre correspondante qui utilise  $(1 - \frac{h_i}{H})$ . Le tableau calcule également le coefficient de forme pour l'équation du volume et l'intégrale utilisée par les logiciels.



### 5. Vidéo 1 et

### 6. 6. Vidéo 2

Accéder à vidéos expliquant la gestion des plantations forestières à l'aide des logiciels.

### 7. Sur les logiciels

Afficher l'écran de présentation des logiciels.

## 11. La base statistique des logiciels

Les systèmes ont été construits en se basant sur des distributions probabilistes. Ainsi, au lieu de modèles de régression classique, on a travaillé sur une projection d'année par année de la structure de chaque forêt, impliquant plusieurs paramètres simultanément.

Les distributions probabilistes utilisées ont été  $S_B$  et  $S_B$  bivariée ( $S_{BB}$ ). La distribution  $S_B$  décrit la distribution marginale de la variable diamètre ou hauteur des arbres d'un peuplement à des différents âges et  $S_{BB}$  décrit la distribution conjointe de ces variables.

Les données du champ proviennent de parcelles d'inventaires continus grâce à des partenariats établis avec des producteurs forestiers, ce qui a permis d'obtenir des estimations des paramètres de la distribution pour chaque espèce, selon les différentes conditions du sol, l'âge et l'espacement entre les arbres.

La fonction de distribution  $S_B$  est exprimée par:

$$f(x) = \frac{\delta\lambda}{\sqrt{2\pi}(x-\xi)(\xi+\lambda-x)} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\gamma + \delta \ln\left(\frac{(x-\xi)}{(\xi+\lambda-x)}\right)\right]^2\right\},$$

La construction de la distribution  $S_{BB}$  est basée sur la distribution  $S_B$ , avec la distribution Normale bivariée.

Compte tenu D et H la DHP et la hauteur totale des arbres, respectivement, on obtient:

$$z_D = \gamma_D + \delta_D \ln\left(\frac{x_D - \xi_D}{\lambda_D + \xi_D - x_D}\right) \quad \text{et} \quad z_H = \gamma_H + \delta_H \ln\left(\frac{x_H - \xi_H}{\lambda_H + \xi_H - x_H}\right)$$

Dans laquelle  $z_D$  et  $z_H$  ont une Distribution Normale bivariée avec corrélation  $\rho$ .

$$f(z_D, z_H) = \left[2\pi(1-\rho^2)^{1/2}\right]^{-1} \exp\left[-\frac{1}{2}(1-\rho^2)^{-1}(z_D^2 - 2\rho z_D z_H + z_H^2)\right],$$

Les paramètres  $\xi_D$  et  $\xi_H$  représentent, respectivement, les valeurs minimales de D et H dans la population;  $\lambda_D$  et  $\lambda_H$  représentent les amplitudes de D et H. Les paramètres  $\gamma_D$ ,  $\gamma_H$ ,  $\delta_D$  et  $\delta_H$  ne peuvent pas être liée à des caractéristiques individuelles du boisement, mais à travers des expressions:

$$\hat{\delta} = \frac{\lambda}{4\sigma_x} \quad \hat{\gamma} = \frac{2x_m - \xi - \lambda}{\lambda\delta} - \delta \ln\left(\frac{x_m - \xi}{\lambda + \xi - x_m}\right)$$

dans laquelle:

$\sigma_x$  = écart type de x (x = H ou D) et  $x_m$  = mode de x.

La valeur de  $X_m$  est définie par la valeur de  $x$  qui satisfait l'expression:

$$\frac{2(x - \xi)}{\lambda} - 1 = \delta \left[ \gamma + \delta \ln \left( \frac{x - \xi}{\lambda + \xi - x} \right) \right]$$

Pour l'élaboration du modèle de croissance et de production, les estimations des paramètres ont été associées par le biais de fonctions au nombre d'arbres par hectare ( $S$ ) et à la hauteur dominante ( $H_D$ ) ou l'âge du peuplement, à l'aide du modèle de Richards:

$$\text{Paramètre d'intérêt} = f_1(S) \{1 - \exp[H_D f_2(S)]\}^{f_3(S)}$$

Equations pour l'estimation des paramètres de la distribution  $S_{BB}$ .

- 
1.  $H_D = \exp \left\{ a_1 \left[ (1/A)^{b_1} - (1/15)^{b_1} \right] \right\} IS$
  2.  $H_m = H_D (a_2 + b_2 A)$
  3.  $H_1 = H_D a_3 [1 - \exp(-b_3 A)]$
  4.  $s_H = a_4 [1 - \exp(-b_4 A)]^{c_4}$
  5.  $D_D = a_5 [1 - \exp(-b_5 H_D)]^{c_5}$
  6.  $D_m = D_D a_6 [1 - \exp(-b_6 H_D)]$
  7.  $D_1 = D_D a_7 [1 - \exp(-b_7 H_D)]^{c_7}$
  8.  $s_D = a_8 [1 - \exp(1 - b_8 H_D)]^{c_8}$
  9.  $\rho(Z_D, Z_H) = a_9 + b_9 \cos(c_9 H_D) + d_9 H_D$
- 

Dans lesquelles:

$IS$  = Indice de station

$H_D$  = Hauteur dominante

$A$  = Âge du peuplement

$D_D$  = Diamètre dominante

$H_m$  e  $D_m$  = mode des hauteurs et des diamètres

$H_1$  e  $D_1$  = hauteur minimum et diamètre minimum

$s_H$  e  $s_D$  = écarts-types des hauteurs et des diamètres

$a_i, b_i$  e  $c_i$  ( $i = 1, 2 \dots 9$ ) Il s'agit d'équations pour chaque paramètres qui ont comme variable dépendante, le nombre d'arbres par hectare ( $S$ ).

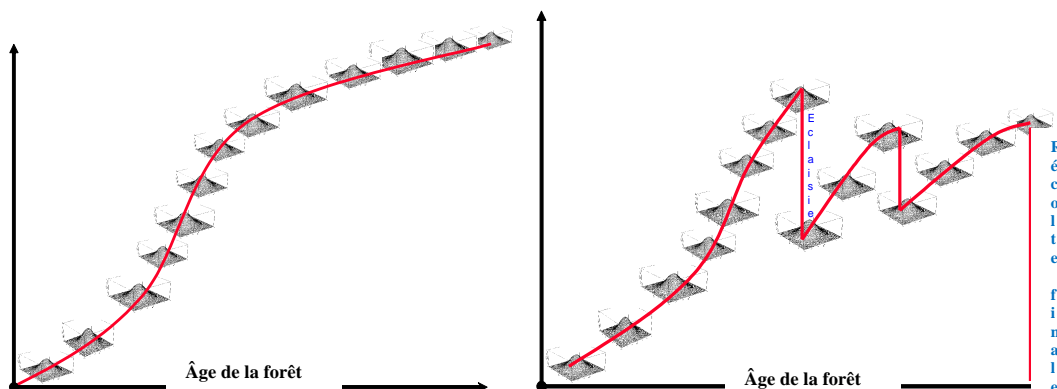
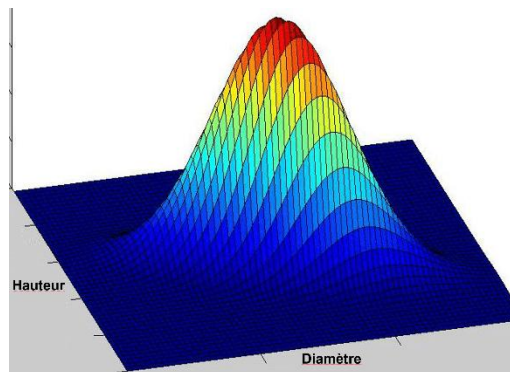
Distribution  $S_b (Z_D \text{ et } Z_H)$  et Distribution  $S_{bb} (Z_D, Z_H)$

$$Z_D = \underbrace{\gamma_D}_{\text{Mode des Diamètres}} + \underbrace{\delta_D}_{\text{Écart-type des Diamètres}} \ln \left( \frac{\underbrace{X_D - \varepsilon_D}_{\text{Diamètre minimum}}}{\underbrace{\lambda_D + \varepsilon_D - X_D}_{\text{Amplitude des Diamètres}}} \right) \dots Z_H = \underbrace{\gamma_H}_{\text{Mode des Hauteurs}} + \underbrace{\delta_H}_{\text{Écart-type des Hauteurs}} \ln \left( \frac{\underbrace{X_H - \varepsilon_H}_{\text{Hauteur minimum}}}{\underbrace{\lambda_H + \varepsilon_H - X_H}_{\text{Amplitude des Hauteurs}}} \right)$$

$$f(Z_D, Z_H) = \left[ 2\pi(1-\rho^2)^{1/2} \right]^{-1} \exp \left[ -\frac{1}{2}(1-\rho^2)^{-1} (Z_D^2 - 2\rho Z_D Z_H + Z_H^2) \right]$$

Corrélation (DH)

Dans la figure ci-dessous se trouvent des diagrammes qui montrent le fonctionnement de la distribution dans le logiciel.



Schémas de la distribution bivariable et sa projection.

On trouvera la description détaillée de cette méthodologie dans les références suivantes:

HAFLEY,W.L.; BUFORD,M.A. A bivariate model for growth and yield prediction. **Forest Science**, v. 31, n. 1, p. 237-47, 1985.

HAFLEY,W.L.; SCHREUDER,H.T. Statistical distribution for fitting diameter and height data in even-aged stand. **Canadian Journal of Forest Research**. v. 7, p. 481-487, 1977.

OLIVEIRA, E.B.de. **Um sistema computadorizado de prognose de crescimento e produção de *Pinus taeda* L. com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba, 1995. Universidade Federal do Paraná. 126p. Tese Doutorado.

SCHREUDER,H.T.; HAFLEY,W.L. A useful bivariate distribution for describing stand structure of tree heights and diameter. **Biometrics**. V. 33, P. 471-7, 1977.

## 12. Tableaux de classification de station.

### 1. Acacia-noir (*Acacia mearnsii*)

Âge Années	Acacia noir																					Dans le SisAcacia cela correspond à la																					"Sítio-Maestri(1992)" $S*((1-EXP(-0,75027*A4))/(1-EXP(-0,75027*7)))^2,812965$																				
	INDICE DE STATION (m)																																																														
	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0																																								
2	5,0	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2	7,5	7,7	8,0	8,2	8,5	8,7	9,0	9,2	9,5	9,7	10,0	10,2	10,5																																								
3	7,4	7,8	8,2	8,5	8,9	9,3	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,9	12,2	12,6	13,0	13,4	13,7	14,1	14,5	14,8	15,2	15,6																																								
4	8,8	9,2	9,7	10,1	10,6	11,0	11,4	11,9	12,3	12,7	13,2	13,6	14,1	14,5	14,9	15,4	15,8	16,3	16,7	17,1	17,6	18,0	18,5																																								
5	9,5	10,0	10,4	10,9	11,4	11,9	12,3	12,8	13,3	13,8	14,2	14,7	15,2	15,7	16,1	16,6	17,1	17,6	18,0	18,5	19,0	19,5	19,9																																								
6	9,8	10,3	10,8	11,3	11,8	12,3	12,8	13,3	13,8	14,3	14,8	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7																																								
7	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0																																								
8	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,6	13,1	13,6	14,1	14,6	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,7	20,2	20,7	21,2																																								
9	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,6	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,2																																								
10	10,1	10,6	11,1	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,3	19,8	20,3	20,8	21,3																																								
11	10,1	10,6	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,3	18,8	19,3	19,8	20,3	20,8	21,3																																								
12	10,1	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,8	18,3	18,8	19,3	19,8	20,3	20,8	21,3																																								
13	10,1	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,3	17,8	18,3	18,8	19,3	19,8	20,3	20,8	21,3																																								
14	10,1	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,3	17,8	18,3	18,8	19,3	19,8	20,3	20,8	21,3																																								
15	10,1	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,3	17,8	18,3	18,8	19,3	19,8	20,3	20,8	21,3																																								

### 2. Araucaria (*Araucaria angustifolia*)

Âge Années	Araucária																					$S*EXP((-4,2327*(((1/A)^0,48)-((1/15)^0,48))))$																				
	INDICE DE STATION (m)																																									
	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0																			
4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6																			
5	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	9,0	9,2	9,4																			
6	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3	6,6	6,9	7,1	7,4	7,7	7,9	8,2	8,5	8,7	9,0	9,3	9,5	9,8	10,0	10,3	10,6	10,8	11,1																			
7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,0	12,3	12,6																			
8	6,7	7,0	7,3	7,7	8,0	8,3	8,7	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0																			
9	7,3	7,6	8,0	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,2	10,5	10,9	11,2	11,6	12,0	12,3	12,7	13,1	13,4	13,8	14,2	14,5	14,9	15,2																			
10	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,3	13,7	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	16,4																			
11	8,3	8,7	9,1	9,6	10,0	10,4	10,8	11,2	11,6	12,0	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1	14,5	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4																			
12	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	11,0	11,4	11,8	12,3	12,7	13,2	13,6	14,0	14,5	14,9	15,4	15,8	16,2	16,7	17,1	17,6	18,0	18,4																			
13	9,2	9,7	10,1	10,6	11,1	11,5	12,0	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,7	15,2	15,7	16,1	16,6	17,0	17,5	18,0	18,4	18,9	19,3																			
14	9,6	10,1	10,6	11,1	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,4	15,9	16,4	16,8	17,3	17,8	18,3	18,8	19,2	19,7	20,2																			
15	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0																			
16	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,2	19,7	20,2	20,7	21,2	21,8																			
17	10,7	11,2	11,8	12,3	12,8	13,4	13,9	14,4	15,0	15,5	16,0	16,6	17,1	17,6	18,2	18,7	19,3	19,8	20,3	20,9	21,4	21,9	22,5																			
18	11,0	11,6	12,1	12,7	13,2	13,8	14,3	14,9	15,4	16,0	16,5	17,1	17,6	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,6	23,1																			
19	11,3	11,9	12,4	13,0	13,6	14,1	14,7	15,3	15,8	16,4	17,0	17,5	18,1	18,7	19,2	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,6	23,2	23,8																			
20	11,6	12,2	12,8	13,3	13,9	14,5	15,1	15,7	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6	19,1	19,7	20,3	20,9	21,5	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4																			
21	11,9	12,5	13,1	13,7	14,3	14,8	15,4	16,0	16,6	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,3	24,9																			
22	12,1	12,7	13,4	14,0	14,6	15,2	15,8	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,4	20,0	20,6	21,2	21,8	22,5	23,1	23,7	24,3	24,9	25,5																			
23	12,4	13,0	13,6	14,2	14,9	15,5	16,1	16,7	17,3	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	21,1	21,7	22,3	22,9	23,5	24,2	24,8	25,4	26,0																			
24	12,6	13,3	13,9	14,5	15,1	15,8	16,4	17,0	17,7	18,3	18,9	19,6	20,2	20,8	21,5	22,1	22,7	23,4	24,0	24,6	25,2	25,9	26,5																			
25	12,9	13,5	14,1	14,8	15,4	16,1	16,7	17,3	18,0	18,6	19,3	19,9	20,6	21,2	21,8	22,5	23,1	23,8	24,4	25,1	25,7	26,3	27,0																			
26	13,1	13,7	14,4	15,0	15,7	16,3	17,0	17,6	18,3	19,0	19,6	20,3	20,9	21,6	22,2	22,9	23,5	24,2	24,8	25,5	26,1	26,8	27,4																			
27	13,3	13,9	14,6	15,3	15,9	16,6	17,3	17,9	18,6	19,3	19,9	20,6	21,2	21,9	22,6	23,2	23,9	24,6	25,2	25,9	26,6	27,2	27,9																			
28	13,5	14,2	14,8	15,5	16,2	16,9	17,5	18,2	18,9	19,5	20,2	20,9	21,6	22,2	22,9	23,6	24,3	24,9	25,6	26,3	27,0	27,6	28,3																			
29	13,7	14,4	15,0	15,7	16,4	17,1	17,8	18,5	19,1	19,8	20,5	21,2	21,9	22,6	23,2	23,9	24,6	25,3	26,0	26,7	27,3	28,0	28,7																			
30	13,9	14,6	15,2	15,9	16,6	17,3	18,0	18,7	19,4	20,1	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	25,0	25,6	26,3	27,0	27,7	28,4	29,1																			

**3. Bracatinga (*Mimosa scabrella*)**

Âge Années	Bracatinga																						
	(Dans le SisBracatinga cela correspond à la courbe "Bracatinga" $S^*(((1-\exp(-0.08325^*A)))/(1-\exp(-0.08325^*15))))^0.58798$ )																						
	INDICE DE STATION (m)																						
	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0
4	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,7	11,0
5	5,2	5,5	5,8	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,8	8,1	8,4	8,7	9,1	9,4	9,7	10,0	10,4	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3
6	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0	7,4	7,8	8,1	8,5	8,8	9,2	9,5	9,9	10,2	10,6	10,9	11,3	11,6	12,0	12,3	12,7	13,0	13,4
7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,5	7,9	8,3	8,7	9,1	9,4	9,8	10,2	10,6	10,9	11,3	11,7	12,1	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,3
8	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,2	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2
9	6,7	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,7	15,1	15,5	15,9
10	7,0	7,4	7,8	8,3	8,7	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,3	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,3	15,7	16,1	16,6
11	7,2	7,7	8,1	8,6	9,0	9,5	9,9	10,4	10,8	11,3	11,7	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,5	14,9	15,4	15,8	16,3	16,7	17,2
12	7,4	7,9	8,4	8,8	9,3	9,8	10,2	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	14,0	14,4	14,9	15,4	15,8	16,3	16,8	17,2	17,7
13	7,7	8,1	8,6	9,1	9,6	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,4	12,9	13,4	13,9	14,3	14,8	15,3	15,8	16,3	16,7	17,2	17,7	18,2
14	7,8	8,3	8,8	9,3	9,8	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6
15	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0
16	8,2	8,7	9,2	9,7	10,2	10,7	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,3	14,8	15,3	15,8	16,3	16,8	17,3	17,8	18,3	18,8	19,4
17	8,3	8,8	9,3	9,8	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,2	19,7
18	8,4	8,9	9,5	10,0	10,5	11,0	11,6	12,1	12,6	13,1	13,7	14,2	14,7	15,2	15,8	16,3	16,8	17,3	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0
19	8,5	9,1	9,6	10,1	10,7	11,2	11,7	12,3	12,8	13,3	13,9	14,4	14,9	15,4	16,0	16,5	17,0	17,6	18,1	18,6	19,2	19,7	20,2
20	8,6	9,2	9,7	10,2	10,8	11,3	11,9	12,4	12,9	13,5	14,0	14,6	15,1	15,6	16,2	16,7	17,3	17,8	18,3	18,9	19,4	20,0	20,5
21	8,7	9,3	9,8	10,4	10,9	11,4	12,0	12,5	13,1	13,6	14,2	14,7	15,3	15,8	16,4	16,9	17,4	18,0	18,5	19,1	19,6	20,2	20,7
22	8,8	9,4	9,9	10,5	11,0	11,6	12,1	12,7	13,2	13,8	14,3	14,9	15,4	16,0	16,5	17,1	17,6	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9

**4. Cèdre rouge d'Australie – *Toona ciliata***

Cèdre rouge d'Australie (TOONA CILIATA)		$S^*\exp(-3.1133^*(A^0.52-15^0.52))$																			
Âge Années	INDICE DE STATION (m)																			$Hdom=IS^*EXP(-3,1133^*(Idade^0.52-15^0.52))$	
	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0
2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	4,9	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1	6,3	6,6	6,8	7,1	7,3
3	3,7	4,1	4,4	4,8	5,2	5,5	5,9	6,3	6,6	7,0	7,4	7,7	8,1	8,5	8,9	9,2	9,6	10,0	10,3	10,7	11,1
4	4,7	5,2	5,7	6,1	6,6	7,1	7,5	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9	10,4	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,2	13,7	14,1
5	5,6	6,1	6,7	7,2	7,8	8,3	8,9	9,5	10,0	10,6	11,1	11,7	12,2	12,8	13,3	13,9	14,5	15,0	15,6	16,1	16,7
6	6,3	6,9	7,5	8,2	8,8	9,4	10,1	10,7	11,3	11,9	12,6	13,2	13,8	14,5	15,1	15,7	16,3	17,0	17,6	18,2	18,8
7	6,9	7,6	8,3	9,0	9,7	10,4	11,0	11,7	12,4	13,1	13,8	14,5	15,2	15,9	16,6	17,3	18,0	18,6	19,3	20,0	20,7
8	7,4	8,2	8,9	9,7	10,4	11,2	11,9	12,7	13,4	14,2	14,9	15,6	16,4	17,1	17,9	18,6	19,4	20,1	20,9	21,6	22,3
9	7,9	8,7	9,5	10,3	11,1	11,9	12,7	13,5	14,3	15,1	15,9	16,7	17,5	18,2	19,0	19,8	20,6	21,4	22,2	23,0	23,8
10	8,4	9,2	10,0	10,9	11,7	12,5	13,4	14,2	15,1	15,9	16,7	17,6	18,4	19,2	20,1	20,9	21,7	22,6	23,4	24,3	25,1
11	8,8	9,6	10,5	11,4	12,3	13,1	14,0	14,9	15,8	16,6	17,5	18,4	19,3	20,1	21,0	21,9	22,8	23,6	24,5	25,4	26,3
12	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,9	21,9	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,3
13	9,4	10,4	11,3	12,3	13,2	14,1	15,1	16,0	17,0	17,9	18,9	19,8	20,7	21,7	22,6	23,6	24,5	25,5	26,4	27,3	28,3
14	9,7	10,7	11,7	12,6	13,6	14,6	15,6	16,5	17,5	18,5	19,5	20,4	21,4	22,4	23,3	24,3	25,3	26,3	27,2	28,2	29,2
15	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0
16	10,3	11,3	12,3	13,3	14,4	15,4	16,4	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,6	24,6	25,6	26,7	27,7	28,7	29,7	30,8
17	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,8	17,8	18,9	19,9	21,0	22,0	23,1	24,1	25,2	26,2	27,3	28,3	29,4	30,4	31,5
18	10,7	11,8	12,9	13,9	15,0	16,1	17,1	18,2	19,3	20,4	21,4	22,5	23,6	24,6	25,7	26,8	27,9	28,9	30,0	31,1	32,1
19	10,9	12,0	13,1	14,2	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,2	27,3	28,4	29,5	30,6	31,7	32,8
20	11,1	12,2	13,3	14,5	15,6	16,7	17,8	18,9	20,0	21,1	22,2	23,3	24,5	25,6	26,7	27,8	28,9	30,0	31,1	32,2	33,3

### 5. *Eucalyptus dunnii*

#### *Eucalyptus dunnii*

$$H_{dom} = IS * (((1 - \text{EXP}(-0,1443 * A))^{\wedge} 1,2477) / 0,5683)$$

Âge Années	ÍNDICE DE STATION (M)																					
	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0
2	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,5	8,8	9,1	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8
3	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	11,9	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,8	15,3	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,1	18,6	19,1	19,6
4	12,6	13,2	13,8	14,5	15,1	15,7	16,4	17,0	17,6	18,2	18,9	19,5	20,1	20,8	21,4	22,0	22,6	23,3	23,9	24,5	25,2	25,8
5	15,3	16,1	16,9	17,6	18,4	19,2	19,9	20,7	21,5	22,2	23,0	23,8	24,5	25,3	26,1	26,8	27,6	28,4	29,1	29,9	30,7	31,4
6	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4	22,3	23,2	24,0	24,9	25,8	26,7	27,6	28,5	29,4	30,3	31,2	32,1	32,9	33,8	34,7	35,6	36,5
7	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0
8	21,9	23,0	24,1	25,2	26,3	27,4	28,5	29,6	30,7	31,8	32,9	34,0	35,1	36,2	37,3	38,4	39,5	40,6	41,7	42,8	43,9	45,0
9	23,6	24,8	26,0	27,2	28,4	29,6	30,7	31,9	33,1	34,3	35,5	36,7	37,8	39,0	40,2	41,4	42,6	43,7	44,9	46,1	47,3	48,5
10	25,1	26,4	27,7	28,9	30,2	31,4	32,7	33,9	35,2	36,5	37,7	39,0	40,2	41,5	42,7	44,0	45,3	46,5	47,8	49,0	50,3	51,5
11	26,5	27,8	29,1	30,4	31,7	33,1	34,4	35,7	37,0	38,4	39,7	41,0	42,3	43,6	45,0	46,3	47,6	48,9	50,3	51,6	52,9	54,2
12	27,6	29,0	30,4	31,7	33,1	34,5	35,9	37,3	38,6	40,0	41,4	42,8	44,2	45,5	46,9	48,3	49,7	51,1	52,4	53,8	55,2	56,6

### 6. *Eucalyptus (grandis / urograndis)*

#### *E.grandis / urograndis*

Âge Années	ÍNDICE DE STATION (m)																					
	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0
2	8,1	8,5	8,9	9,3	9,7	10,1	10,6	11,0	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6
3	11,6	12,2	12,8	13,3	13,9	14,5	15,1	15,7	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6	19,1	19,7	20,3	20,9	21,5	22,0	22,6	23,2	23,8
4	14,3	15,1	15,8	16,5	17,2	17,9	18,6	19,4	20,1	20,8	21,5	22,2	22,9	23,7	24,4	25,1	25,8	26,5	27,2	28,0	28,7	29,4
5	16,6	17,4	18,2	19,0	19,9	20,7	21,5	22,4	23,2	24,0	24,8	25,7	26,5	27,3	28,2	29,0	29,8	30,6	31,5	32,3	33,1	33,9
6	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1	23,0	23,9	24,9	25,8	26,7	27,6	28,5	29,5	30,4	31,3	32,2	33,2	34,1	35,0	35,9	36,8	37,8
7	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0
8	21,4	22,4	23,5	24,6	25,6	26,7	27,8	28,9	29,9	31,0	32,1	33,1	34,2	35,3	36,3	37,4	38,5	39,5	40,6	41,7	42,7	43,8
9	22,6	23,7	24,8	26,0	27,1	28,2	29,4	30,5	31,6	32,7	33,9	35,0	36,1	37,3	38,4	39,5	40,6	41,8	42,9	44,0	45,2	46,3
10	23,7	24,8	26,0	27,2	28,4	29,6	30,7	31,9	33,1	34,3	35,5	36,7	37,8	39,0	40,2	41,4	42,6	43,8	44,9	46,1	47,3	48,5
11	24,6	25,8	27,1	28,3	29,5	30,8	32,0	33,2	34,5	35,7	36,9	38,2	39,4	40,6	41,8	43,1	44,3	45,5	46,8	48,0	49,2	50,5
12	25,5	26,8	28,0	29,3	30,6	31,9	33,1	34,4	35,7	37,0	38,2	39,5	40,8	42,0	43,3	44,6	45,9	47,1	48,4	49,7	51,0	52,2
13	26,3	27,6	28,9	30,2	31,5	32,8	34,2	35,5	36,8	38,1	39,4	40,7	42,0	43,4	44,7	46,0	47,3	48,6	49,9	51,2	52,6	53,9
14	27,0	28,4	29,7	31,1	32,4	33,8	35,1	36,5	37,8	39,2	40,5	41,9	43,2	44,6	45,9	47,3	48,6	50,0	51,3	52,7	54,0	55,4
15	27,7	29,1	30,4	31,8	33,2	34,6	36,0	37,4	38,7	40,1	41,5	42,9	44,3	45,7	47,0	48,4	49,8	51,2	52,6	54,0	55,3	56,7
16	28,3	29,7	31,1	32,5	33,9	35,4	36,8	38,2	39,6	41,0	42,4	43,9	45,3	46,7	48,1	49,5	50,9	52,3	53,8	55,2	56,6	58,0
17	28,9	30,3	31,8	33,2	34,6	36,1	37,5	39,0	40,4	41,9	43,3	44,7	46,2	47,6	49,1	50,5	52,0	53,4	54,8	56,3	57,7	59,2
18	29,4	30,9	32,3	33,8	35,3	36,8	38,2	39,7	41,2	42,6	44,1	45,6	47,0	48,5	50,0	51,5	52,9	54,4	55,9	57,3	58,8	60,3
19	29,9	31,4	32,9	34,4	35,9	37,4	38,9	40,4	41,9	43,4	44,9	46,4	47,8	49,3	50,8	52,3	53,8	55,3	56,8	58,3	59,8	61,3
20	30,4	31,9	33,4	34,9	36,5	38,0	39,5	41,0	42,5	44,0	45,6	47,1	48,6	50,1	51,6	53,2	54,7	56,2	57,7	59,2	60,8	62,3

**7. Pinus caribaea var hondurensis**

<b>Pinus caribaea var hondurensis</b>		$S^*EXP((-5,4133*((1/A)^0,733)-((1/15)^0,733)))$																											
Âge Années	INDICE DE STATION (m)																												
	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0						
4	5,0	5,2	5,3	5,5	5,6	5,8	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,8	7,0	7,1	7,3	7,4	7,6	7,7	7,9	8,0	8,2	8,3						
5	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2						
6	8,3	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,8	10,1	10,3	10,5	10,8	11,0	11,3	11,5	11,8	12,0	12,3	12,5	12,8	13,0	13,2	13,5	13,7						
7	9,7	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11,5	11,8	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	13,5	13,8	14,0	14,3	14,6	14,9	15,2	15,5	15,8	16,0						
8	11,0	11,3	11,6	12,0	12,3	12,6	12,9	13,3	13,6	13,9	14,2	14,6	14,9	15,2	15,5	15,9	16,2	16,5	16,8	17,1	17,5	17,8	18,1						
9	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	13,9	14,3	14,6	15,0	15,3	15,7	16,1	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2	18,5	18,9	19,3	19,6	20,0						
10	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,5	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	17,8	18,2	18,6	18,9	19,3	19,7	20,1	20,5	20,9	21,3	21,6						
11	14,1	14,5	14,9	15,3	15,7	16,1	16,5	17,0	17,4	17,8	18,2	18,6	19,0	19,4	19,9	20,3	20,7	21,1	21,5	21,9	22,3	22,7	23,2						
12	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	17,1	17,5	18,0	18,4	18,8	19,3	19,7	20,2	20,6	21,0	21,5	21,9	22,3	22,8	23,2	23,7	24,1	24,5						
13	15,7	16,1	16,6	17,0	17,5	18,0	18,4	18,9	19,3	19,8	20,3	20,7	21,2	21,6	22,1	22,6	23,0	23,5	23,9	24,4	24,9	25,3	25,8						
14	16,4	16,8	17,3	17,8	18,3	18,8	19,2	19,7	20,2	20,7	21,2	21,6	22,1	22,6	23,1	23,6	24,1	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	26,9						
15	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0						
16	17,6	18,1	18,6	19,1	19,7	20,2	20,7	21,2	21,7	22,3	22,8	23,3	23,8	24,3	24,8	25,4	25,9	26,4	26,9	27,4	27,9	28,5	29,0						
17	18,1	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8	21,3	21,9	22,4	22,9	23,5	24,0	24,5	25,1	25,6	26,2	26,7	27,2	27,8	28,3	28,9	29,4	29,9						
18	18,7	19,2	19,8	20,3	20,9	21,4	21,9	22,5	23,0	23,6	24,1	24,7	25,2	25,8	26,3	26,9	27,4	28,0	28,5	29,1	29,6	30,2	30,7						
19	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	21,9	22,5	23,1	23,6	24,2	24,8	25,3	25,9	26,5	27,0	27,6	28,1	28,7	29,3	29,8	30,4	31,0	31,5						
20	19,6	20,2	20,7	21,3	21,9	22,5	23,0	23,6	24,2	24,8	25,3	25,9	26,5	27,1	27,6	28,2	28,8	29,4	29,9	30,5	31,1	31,7	32,3						
21	20,0	20,6	21,2	21,8	22,4	22,9	23,5	24,1	24,7	25,3	25,9	26,5	27,1	27,6	28,2	28,8	29,4	30,0	30,6	31,2	31,8	32,4	32,9						
22	20,4	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	24,0	24,6	25,2	25,8	26,4	27,0	27,6	28,2	28,8	29,4	30,0	30,6	31,2	31,8	32,4	33,0	33,6						
23	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,0	25,7	26,3	26,9	27,5	28,1	28,7	29,3	29,9	30,5	31,1	31,8	32,4	33,0	33,6	34,2						
24	21,1	21,7	22,4	23,0	23,6	24,2	24,8	25,5	26,1	26,7	27,3	27,9	28,6	29,2	29,8	30,4	31,1	31,7	32,3	32,9	33,5	34,2	34,8						
25	21,4	22,1	22,7	23,3	24,0	24,6	25,2	25,9	26,5	27,1	27,8	28,4	29,0	29,6	30,3	30,9	31,5	32,2	32,8	33,4	34,1	34,7	35,3						
26	21,8	22,4	23,0	23,7	24,3	25,0	25,6	26,2	26,9	27,5	28,2	28,8	29,4	30,1	30,7	31,4	32,0	32,6	33,3	33,9	34,6	35,2	35,8						
27	22,1	22,7	23,4	24,0	24,6	25,3	25,9	26,6	27,2	27,9	28,5	29,2	29,8	30,5	31,1	31,8	32,4	33,1	33,7	34,4	35,0	35,7	36,3						
28	22,3	23,0	23,7	24,3	25,0	25,6	26,3	26,9	27,6	28,2	28,9	29,6	30,2	30,9	31,5	32,2	32,8	33,5	34,2	34,8	35,5	36,1	36,8						
29	22,6	23,3	23,9	24,6	25,3	25,9	26,6	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,2	31,9	32,6	33,2	33,9	34,6	35,2	35,9	36,6	37,2						
30	22,9	23,5	24,2	24,9	25,6	26,2	26,9	27,6	28,2	28,9	29,6	30,3	30,9	31,6	32,3	32,9	33,6	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,7						

**8. Pinus elliottii**

<b>Pinus elliottii</b>		(Dans le SISPINUS cela correspond à la courbe "elliottii")																												$S^*EXP((-6,0524*((1/A)^0,822)-((1/15)^0,822)))$	
Âge Années	INDICE DE STATION (m)																														
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0								
3	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,3								
4	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,8	6,9	7,1	7,2								
5	5,8	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0								
6	7,2	7,4	7,7	7,9	8,2	8,4	8,6	8,9	9,1	9,4	9,6	9,8	10,1	10,3	10,6	10,8	11,0	11,3	11,5	11,8	12,0	12,2	12,5								
7	8,5	8,8	9,1	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,7	13,0	13,3	13,6	13,9	14,2	14,4	14,7								
8	9,6	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11,6	11,9	12,2	12,5	12,9	13,2	13,5	13,8	14,1	14,5	14,8	15,1	15,4	15,7	16,1	16,4	16,7								
9	10,7	11,0	11,4	11,7	12,1	12,4	12,8	13,2	13,5	13,9	14,2	14,6	14,9	15,3	15,6	16,0	16,4	16,7	17,1	17,4	17,8	18,1	18,5								
10	11,6	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	17,8	18,1	18,5	18,9	19,3	19,7	20,1								
11	12,4	12,8	13,2	13,6	14,1	14,5	14,9	15,3	15,7	16,1	16,5	17,0	17,4	17,8	18,2	18,6	19,0	19,4	19,9	20,3	20,7	21,1	21,5								
12	13,2	13,6	14,0	14,5	14,9	15,3	15,8	16,2	16,7	17,1	17,5	18,0	18,4	18,8	19,3	19,7	20,2	20,6	21,0	21,5	21,9	22,4	22,8								
13	13,8	14,3	14,7	15,2	15,7	16,1	16,6	17,1	17,5	18,0	18,4	18,9	19,4	19,8	20,3	20,7	21,2	21,7	22,1	22,6	23,0	23,5	24,0								
14	14,4	14,9	15,4	15,9	16,4	16,8	17,3	17,8	18,3	18,8	19,3	19,7	20,2	20,7	21,2	21,7	22,1	22,6	23,1	23,6	24,1	24,5	25,0								
15	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0								
16	15,5	16,0	16,5	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,7	20,2	20,7	21,2	21,7	22,2	22,8	23,3	23,8	24,3	24,8	25,3	25,9	26,4	26,9								
17	16,0	16,5	17,1	17,6	18,1	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8	21,3	21,9	22,4	22,9	23,5	24,0	24,5	25,1	25,6	26,1	26,6	27,2	27,7								
18	16,4	17,0	17,5	18,1	18,6	19,2	19,7	20,3	20,8	21,4	21,9	22,5	23,0	23,5	24,1	24,6	25,2	25,7	26,3	26,8	27,4	27,9	28,5								
19	16,8	17,4	18,0	18,5	19,1	19,6	20,2	20,8	21,3	21,9	22,4	23,0	23,6	24,1	24,7	25,3	25,8	26,4	26,9	27,5	28,1	28,6	29,2								
20	17,2	17,8	18,4	18,9	19,5	20,1	20,7	21,2	21,8	22,4	23,0	23,5	24,1	24,7	25,2	25,8	26,4	27,0	27,5	28,1	28,7	29,3	29,8								
21	17,6	18,2	18,7	19,3	19,9	20,5	21,1	21,7	22,2	22,8	23,4	24,0	24,6	25,2	25,8	26,3	26,9	27,5	28,1	28,7	29,3	29,9	30,4								
22	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	23,9	24,5	25,1	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0								
23	18,2	18,8	19,4	20,0	20,6	21,2	21,8	22,5	23,1	23,7	24,3	24,9	25,5	26,1	26,7	27,3	27,9	28,5	29,1	29,7	30,3	30,9	31,6								
24	18,5	19,1	19,7	20,3	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	24,0	24,7	25,3	25,9	26,5	27,1	27,7	28,4	29,0	29,6	30,2	30,8	31,4	32,1								
25	18,8	19,4	20,0	20,6	21,3	21,9	22,5	23,1	23,8	24,4	25,0	25,6	26,3	26,9	27,5	28,2	28,8	29,4	30,0	30,7	31,3	31,9	32,5								
26	19,0	19,7	20,3	20,9	21,6	22,2	22,8	23,5	24,1	24,7	25,4	26,0	26,6	27,3	27,9	28,5	29,2	29,8	30,4	31,1	31,7	32,3	33,0								
27	19,3	19,9	20,6	21,2	21,8	22,5	23,1	23,8	24,4	25,0	25,7	26,3	27,0	27,6	28,3	28,9	29,5	30,2	30,8	31,5	32,1	32,8	33,4								
28	19,5	20,1	20,8	21,4	22,1	22,7	23,4	24,0	24,7	25,3	26,0	26,6	27,3	27,9	28,6	29,2	29,9	30,5	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8								

**9. Pinus taeda**

<b>Pinus taeda</b>		(Dans le SISPINUS cela correspond à la courbe "taeda"																				$S^*EXP[(-4,6433*((1/A)^{0,56})-(1/15)^{0,56})]$	
Âge Années	INDICE DE STATION (m)																						
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0
4	4,3	5,1	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,0	8,2	8,3	8,5
5	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9
6	7,6	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,8	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1	11,4	11,6	11,9	12,1	12,4	12,6	12,9	13,1
7	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,2	14,5	14,8	15,1
8	9,8	10,1	10,4	10,7	11,1	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3	15,6	15,9	16,3	16,6	16,9
9	10,7	11,1	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	13,9	14,3	14,6	15,0	15,3	15,7	16,1	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2	18,6
10	11,6	12,0	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	17,7	18,1	18,5	18,9	19,3	19,7	20,1
11	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,7	16,1	16,5	16,9	17,3	17,7	18,1	18,5	19,0	19,4	19,8	20,2	20,6	21,0	21,4
12	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,0	17,5	17,9	18,3	18,8	19,2	19,6	20,1	20,5	21,0	21,4	21,8	22,3	22,7
13	13,8	14,2	14,7	15,2	15,6	16,1	16,5	17,0	17,5	17,9	18,4	18,8	19,3	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,0	22,5	23,0	23,4	23,9
14	14,4	14,9	15,4	15,9	16,3	16,8	17,3	17,8	18,3	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,5	25,0
15	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0
16	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,3	21,8	22,3	22,8	23,3	23,8	24,4	24,9	25,4	25,9	26,4	27,0
17	16,1	16,6	17,1	17,7	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,4	22,0	22,5	23,0	23,6	24,1	24,6	25,2	25,7	26,2	26,8	27,3	27,9
18	16,6	17,1	17,7	18,2	18,8	19,3	19,9	20,4	21,0	21,5	22,1	22,6	23,2	23,7	24,3	24,8	25,4	25,9	26,5	27,0	27,6	28,2	28,7
19	17,0	17,6	18,2	18,7	19,3	19,9	20,4	21,0	21,6	22,1	22,7	23,3	23,8	24,4	25,0	25,5	26,1	26,7	27,2	27,8	28,4	28,9	29,5
20	17,5	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	23,9	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,3	27,9	28,5	29,1	29,7	30,3
21	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0
22	18,3	18,9	19,5	20,1	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,7	24,3	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0	31,7
23	18,6	19,3	19,9	20,5	21,1	21,7	22,4	23,0	23,6	24,2	24,8	25,5	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,1	31,7	32,3
24	19,0	19,6	20,3	20,9	21,5	22,2	22,8	23,4	24,1	24,7	25,3	26,0	26,6	27,2	27,9	28,5	29,1	29,8	30,4	31,0	31,6	32,3	32,9
25	19,3	20,0	20,6	21,3	21,9	22,6	23,2	23,8	24,5	25,1	25,8	26,4	27,1	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5
26	19,7	20,3	21,0	21,6	22,3	22,9	23,6	24,2	24,9	25,5	26,2	26,9	27,5	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1
27	20,0	20,6	21,3	22,0	22,6	23,3	24,0	24,6	25,3	26,0	26,6	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6
28	20,3	20,9	21,6	22,3	23,0	23,6	24,3	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,4	29,0	29,7	30,4	31,1	31,7	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1
29	20,5	21,2	21,9	22,6	23,3	24,0	24,7	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,2	34,9	35,6
30	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,7	35,4	36,1

**10. Teca - Tectona grandis**

<b>Teca</b>		(dans le SisTeca cela correspond à la courbe "Teca"																			$S^*exp(-3,0339*(A^{0,53}-15^{0,53}))$		
Âge Années	INDICE DE STATION (m)																						
	10,0	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5
4	4,8	5,3	5,8	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,7	7,9	8,2	8,4	8,6	8,9	9,1	9,4	9,6	9,9	10,1	10,3	10,6	10,8
5	5,7	6,2	6,8	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,7	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,4	12,7
6	6,4	7,0	7,6	8,3	8,6	8,9	9,2	9,5	9,9	10,2	10,5	10,8	11,1	11,5	11,8	12,1	12,4	12,7	13,1	13,4	13,7	14,0	14,3
7	7,0	7,7	8,4	9,1	9,4	9,8	10,1	10,5	10,8	11,2	11,5	11,9	12,2	12,6	12,9	13,3	13,6	14,0	14,3	14,7	15,0	15,4	15,7
8	7,5	8,3	9,0	9,8	10,1	10,5	10,9	11,3	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2	13,5	13,9	14,3	14,7	15,0	15,4	15,8	16,2	16,5	16,9
9	8,0	8,8	9,6	10,4	10,8	11,2	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	16,4	16,8	17,2	17,6	18,0
10	8,4	9,3	10,1	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,6	16,0	16,4	16,8	17,2	17,7	18,1	18,5	18,9
11	8,8	9,7	10,5	11,4	11,9	12,3	12,7	13,2	13,6	14,1	14,5	14,9	15,4	15,8	16,3	16,7	17,1	17,6	18,0	18,5	18,9	19,3	19,8
12	9,1	10,0	11,0	11,9	12,3	12,8	13,2	13,7	14,2	14,6	15,1	15,5	16,0	16,4	16,9	17,4	17,8	18,3	18,7	19,2	19,6	20,1	20,5
13	9,4	10,4	11,3	12,3	12,8	13,2	13,7	14,2	14,6	15,1	15,6	16,1	16,5	17,0	17,5	17,9	18,4	18,9	19,4	19,8	20,3	20,8	21,3
14	9,7	10,7	11,7	12,7	13,1	13,6	14,1	14,6	15,1	15,6	16,1	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,4	20,9	21,4	21,9
15	10,0	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5
16	10,2	11,3	12,3	13,3	13,8	14,3	14,9	15,4	15,9	16,4	16,9	17,4	17,9	18,4	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,1
17	10,5	11,5	12,6	13,6	14,1	14,7	15,2	15,7	16,2	16,8	17,3	17,8	18,3	18,9	19,4	19,9	20,4	20,9	21,5	22,0	22,5	23,0	23,6
18	10,7	11,8	12,8	13,9	14,4	15,0	15,5	16,0	16,6	17,1	17,6	18,2	18,7	19,2	19,8	20,3	20,8	21,4	21,9	22,4	23,0	23,5	24,0
19	10,9	12,0	13,1	14,2	14,7	15,2	15,8	16,3	16,9	17,4	18,0	18,5	19,1	19,6	20,1	20,7	21,2	21,8	22,3	22,9	23,4	24,0	24,5
20	11,1	12,2	13,3	14,4	15,0	15,5	16,1	16,6	17,2	17,7	18,3	18,8	19,4	19,9	20,5	21,0	21,6	22,2	22,7	23,3	23,8	24,4	24,9
21	11,3	12,4	13,5	14,6	15,2	15,8	16,3	16,9	17,4	18,0	18,6	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	21,9	22,5	23,1	23,6	24,2	24,8	25,3
22	11,4	12,6	13,7	14,8	15,4	16,0	16,6	17,1	17,7	18,3	18,8	19,4	20,0	20,6	21,1	21,7	22,3	22,8	23,4	24,0	24,6	25,1	25,7
23	11,6	12,7	13,9	15,0	15,6	16,2	16,8	17,4	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,7	24,3	24,9	25,5	26,0
24	11,7	12,9	14,1	15,2	15,8	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,3	19,9	20,5	21,1	21,7	22,3	22,9	23,5	24,0	24,6	25,2	25,8	26,4
25	11,9	13,1	14,2	15,4	16,0	16,6	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,1	23,7	24,3	24,9	25,5	26,1	26,7
26	12,0	13,2	14,4	15,6	16,2	16,8	17,4	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	21,0	21,6	22,2	22,8	23,4	24,0	24,6	25,2	25,8	26,4	27,0
27	12,1	13,3	14,6	15,8	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,4	20,0	20,6	21,2	21,8	22,4	23,1	23,7	24,3	24,9	25,5	26,1	26,7	27,3
28	12,3	13,5	14,7	15,9	16,5	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,1	22,7	23,3	23,9	24,5	25,1	25,7	26,4	27,0	27,6
29	12,4	13,6	14,8	16,1	16,7	17,3	17,9	18,6	19,2	19,8	20,4	21,0	21,7	22,3	22,9	23,5	24,1	24,7	25,4	26,0	26,6		

Embrapa Forestry



© Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais:  
Plantios puros e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**

*Modelagem e programação*  
**Edilson Batista de Oliveira**  
Embrapa Florestas  
Estrada da Ribeira, km 111 - CP. 319  
83.411-000 Colombo, PR Brasil  
edilson.oliveira@embrapa.br  
www.cnpf.embrapa.br

Como citar:  
OLIVEIRA, E. B. Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais: Plantios puros e ILPF. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 70p.

*Pinus      Eucalyptus*  
*Khaya spp    Tectona grandis    Toona ciliatta*  
*Acacia mearnsii    Mimosa scabrella    Araucaria angustifolia*