DK 506523 BA_RP 3572

Mission d'appui technique pour la pré-définition de règles de classement visuel et de référentiels techniques des sciages et des bois ronds de *Pinus caribaea* et *Pinus elliottii* de Nouvelle-Calédonie

****

Rapport de la mission effectuée en novembre 2004

Jean Gérard

CIRAD Forêt

Unité de Recherche *Production et valorisation des bois tropicaux*

Mars 2005

Etude réalisée grâce au soutien financier de la Province Nord et de la Province Sud

ERPA
ETABLISSEMENT DE REGULATION DES PRIX AGRICOLES

CIRAD

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

CIRAD
0000119510

SOMMAIRE

PREAMBULE 2

1 - CONTEXTE DE LA MISSION 3

2 - OBJECTIFS 3

3 - DEROULEMENT DE LA MISSION 3

4 – COMMENTAIRES SUR LES REGLES DE CLASSEMENT VISUEL 5

5 – COMMENTAIRES SUR LES PROPRIETES PHYSICO-MECANIQUES ET LES VALEURS CARACTERISTIQUES 6

6 – LES REFERENTIELS TECHNIQUES 6

ANNEXE 1 : Termes de référence de l'étude 27

ANNEXE 2 : Restitution de fin de mission 31

PREAMBULE

La ***Mission d'appui technique pour la pré-définition de règles de classement visuel et de référentiels techniques des sciages et des bois ronds de Pinus caribaea et Pinus elliottii de Nouvelle-Calédonie*** a été réalisée grâce au soutien financier de la Province Nord et de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie dans le cadre d'une convention passée entre l'Etablissement de Régulation des Prix Agricoles de Nouvelle-Calédonie (ERPA), l'Institut Agronomique Calédonien (IAC), et le CIRAD-Forêt.

Cette mission a été réalisée en Nouvelle-Calédonie du 15 novembre au 25 novembre 2004.

Elle a pu être menée à bien grâce à l'appui et au soutien permanents des représentants et responsables de l'ERPA, de l'AICA/CPBL, de la DDR, de la DDEE et des entreprises du bois impliquées dans l'opération.

1 – CONTEXTE DE LA MISSION

Cette mission s'inscrit dans le cadre de l'Opération de Promotion des Bois de Pinus de Nouvelle-Calédonie initiée en novembre 2002 par une mission exploratoire en Nouvelle-Calédonie. Elle fait suite aux opérations de sciage et séchage conduites depuis février 2004, au stage de formation de Pascal Tarman (responsable du CPBL, centre de l'AICA) au Cirad durant le mois de juin 2004 et à la campagne d'essais technologiques sur le *Pinus caribaea* et le *Pinus elliottii* engagée au Cirad durant ce stage et qui s'est poursuivie en Nouvelle-Calédonie.

2 - OBJECTIFS

* Restitution des résultats des essais technologiques (CIRAD-Montpellier / Nouvelle-Calédonie)

* Prise en main, premières analyses et interprétations des résultats des essais engagés en Nouvelle-Calédonie : sciage, séchage naturel, classement visuel, caractéristiques physiques et mécaniques déterminées par méthode vibratoire.

* En concertation avec les opérateurs de la filière concernés (institutionnels / entreprises / architectes...), établissement d'une première mouture :
- de l'adaptation aux Pinus calédoniens des règles de classement européennes définies pour les résineux,
- d'un référentiel technique reprenant l'ensemble des résultats d'essais et des analyses correspondantes, ainsi que toutes les informations techniques nécessaires à une meilleure utilisation du Pinus afin de développer sa valorisation.

Ces objectifs et les actions correspondantes sont décrits dans les termes de référence en annexe 1.

3 - DEROULEMENT DE LA MISSION

Conformément aux termes de référence de la mission, l'organisation du séjour en Nouvelle-Calédonie a permis :
- de restituer aux partenaires calédoniens impliqués directement dans l'étude les résultats des essais et expérimentations conduits simultanément au CPBL et au CIRAD,
- de faire un état des essais en cours avec le CPBL et d'aborder les éventuelles difficultés rencontrées dans l'utilisation du dispositif de mesure mécanique par méthode vibratoire,
- de finaliser une première proposition de contenu pour les référentiels techniques « Pinus » qui constitueront le produit principal de l'opération d'étude et de promotion du Pinus en Nouvelle-Calédonie,
- de présenter aux opérateurs de la filière bois calédonienne (institutionnels et privés) les résultats obtenus et les premières propositions afin de les adapter en tenant compte des suggestions et avis des partenaires en présence,

- de présenter aux opérateurs de la filière bois le dispositif d'essais mécaniques par méthode vibratoire fourni par le CIRAD.

Le planning des entrevues et réunions organisées durant la mission est présenté dans le tableau ci-après :

Date	Matin	Après-midi
lundi 15 novembre	Arrivée à Nouméa Premiers contacts avec l'ERPA	Première réunion avec les exploitants-scieurs, les Provinces Nord et Sud, l'AICA et le CPBL, l'ERPA : restitution des résultats et cadrage de la mission [1]
mardi 16 novembre	Réunion CPBL : essais mécaniques, règles de classement, définition du contenu des référentiels	
mercredi 17 novembre	Réunion *Règles de classement et Référentiels Techniques* (au CPBL)[2] Entrevue SOCOTEC (à Nouméa, L. Gaultier)	
jeudi 18 novembre	Consultations professionnels (utilisateurs de bois) et soumission des pré-propositions (N. Hurel, TEASOA)	Consultations professionnels (architectes et bureaux de contrôle) et soumission des pré-propositions[3]
vendredi 19 novembre	* Visite Entreprise Octant * Réunion Programme Annuel d'Importation des Bois	Consultations professionnels (importateurs) et soumission pré-proposition : M. Verney (Bois du Kaori), L. Lafleur (Les Bois du Pacifique)
samedi 20 et dimanche 21 novembre		
lundi 22 novembre	Visites SOCABOIS (P. Moreau) Les Bois du Pacifique (L. Lafleur)	Consultations et soumission des pré-propositions : M. Doriance (Dir. Equip. Province Sud), M. Guilhaure (Veritas)
mardi 23 novembre	Finalisation de la proposition de référentiels techniques et préparation de la restitution finale	
mercredi 24 novembre	Restitution finale des travaux et propositions devant les partenaires de la filière (cf. contenu de la présentation en annexe 2)	Départ de Nouvelle-Calédonie

[1] Participants à la réunion : MM. M. CAMPENET (ERPA), R. COSTA (ERPA), V.D. DANG (DDEE), A. HAURY (AICA), A. PERSAN (DDR), J.P. RICCI (DDR), P. SECHET (PONERIBOIS, SEFCOB, OCTANT), P. TARMAN (CPBL), J. GERARD (CIRAD).

[2] Participants : MM. R. COSTA, A. DESSERT (DDEE), J.C. FLUGEAUD (CPBL), A. HAURY, D. MATHIEU (SEFPM), J.L. MARIE (BATIBOIS), P. MOREAU (SOCABOIS), G. PAILLANDI (CPBL), A. PERSAN, P. SECHET, F. TABOULET (ARBOR), P. TARMAN, J. GERARD.

[3] Participants : Mme et MM. J. LAURANS-SANUY (Ordre des Architectes), M. CAMPENET, E. CIRON (SOCOTEC), R. COSTA, S. DARMIZIN (STAB-SPBTP), L. GIROLD (STAB), A. HAURY, F. MITTON (STAB), F. MOIROUX (LBTP), A. PERSAN, J.P. RICCI, P. TARMAN, J. GERARD.

4 – COMMENTAIRES SUR LES REGLES DE CLASSEMENT VISUEL

Ces règles ont été élaborées en prenant comme référence les règles génériques établies pour l'ensemble des résineux tempérés disponibles en Europe et présentées dans le document « Classement d'aspect des bois résineux ».

Pour le Pinus calédonien, il est apparu le plus judicieux de définir 3 choix (au lieu des 5 tels que définis dans les règles européennes) qui correspondent le mieux à la réalité du marché (cf. définitions de ces choix dans le chapitre correspondant des référentiels techniques).

Ces choix ont été définis en concertation avec les opérateurs de la filière Pinus et en tenant compte des résultats du classement effectué sur plus de 2000 avivés par le CPBL/AICA dans le cadre de la campagne d'étude du Pinus.

Remarques particulières relatives à la prise en compte de certains défauts

Nœuds

Lors de l'opération de classement, la quantification des noeuds est une opération souvent peu évidente et sujette à controverse.
Selon la norme européenne NF EN 1310 (juin 1997) « Bois ronds et bois sciés. Méthode de mesure des singularités » (norme citée mais non explicitée dans la plaquette *Classement résineux* éditée par le CTBA), il est précisé :
- en classement d'aspect des bois par la méthode visuelle, la dimension d'un nœud correspond à la moyenne du plus grand diamètre et du plus petit diamètre,
- en classement structure des bois par méthode visuelle, la mesure des nœuds doit prendre en compte non seulement la dimension du nœud mais également *l'incidence du nœud sur la déviation locale de fil*, et le diamètre des nœuds est mesuré perpendiculairement à l'axe de la pièce ; ceci revient en pratique à avoir une mesure comprise entre le plus petit et le plus grand diamètre suivant l'orientation du nœud en question.
La technique de mesure dans le deuxième cas est à peu près acceptée par tous car elle correspond à l'impact réel du nœud sur la résistance mécanique de la pièce. En revanche, elle est controversée dans le premier cas car l'impact du nœud sur l'aspect de la pièce serait sous-estimé.
En pratique pour le Pinus calédonien, on a retenu un système de classement simple et applicable en scierie, intermédiaire entre les 2 systèmes précédemment décrits.
La simple mesure du plus grand diamètre du nœud (sans prendre en compte la déviation locale de fil) au lieu du diamètre moyen (déterminé après mesure des deux diamètres) peut être pénalisante pour les bois très noueux mais ce n'est pas le cas du Pinus calédonien. Elle a l'avantage d'être simple et facilement appréciable pour le classeur.

Bleuissement

Ce type de défaut est particulièrement fréquent sur le *Pinus caribaea* et apparaît dans la grume, avant sciage (infestation des grumes au niveau de fentes ou blessures).

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Il faut rappeler que le bleuissement ne remet en aucune façon en cause la résistance mécanique du bois ; son impact est uniquement esthétique.
Par rapport aux règles européennes et notamment pour les utilisations en structure, le niveau de tolérance a été augmenté ; l'application stricte des critères définis dans ces règles aurait pénalisé outre mesure les avivés et induit un déclassement disproportionné par rapport à la qualité effective des bois.

5 – COMMENTAIRES SUR LES PROPRIETES PHYSICO-MECANIQUES ET LES VALEURS CARACTERISTIQUES

L'opération de promotion des bois de Pinus de Nouvelle-Calédonie et la décision du lancement d'une campagne de caractérisation physico-mécanique avait eu pour origine l'absence préjudiciable de données technologiques fiables sur la ressource actuellement disponible sur le Territoire.
Par ailleurs, comme cela a été évoqué notamment lors des échanges avec les représentants des organismes de contrôle Veritas et Socotec, on observe de fortes carences en matière de normalisation sur le Territoire et en conséquence des besoins importants dans ce sens.
En particulier pour le bois, le besoin de références techniques est d'autant plus important et vital pour la filière calédonienne que l'utilisation de matériaux concurrents (béton, acier) tend à se développer au détriment du bois du fait des lacunes en matière de réglementation.

Bien que le développement de l'utilisation du Pinus fût jusqu'à présent limité par l'absence de données disponibles sur ses caractéristiques technologiques, l'emploi du *Pinus radiata* importé de Nouvelle-Zélande repose beaucoup plus sur les habitudes commerciales acquises avec le temps (essence en situation de monopole sur le Territoire tant que les peuplements de Pinus n'étaient pas matures) que sur une réelle base de connaissances techniques sur ce bois.

La campagne d'essais de caractérisation physico-mécanique a été menée dans ce sens, sur un échantillonnage représentatif de la ressource en Pinus calédonien.

Les résultats fournis dans les référentiels techniques sont de deux types :

- valeurs moyennes et indicateurs de dispersion qui permettent de caractériser le matériau et de le comparer à des essences de même techno-type, le plus souvent concurrentes,
- valeurs caractéristiques qui sont déduites des précédentes, qui intègrent la dispersion des résultats, et qui constituent des données de base pour les calculs de structure.

6 – LES REFERENTIELS TECHNIQUES

Les référentiels techniques constituent un document qui reprend l'ensemble des résultats des essais et expérimentations conduits durant l'opération Pinus : résultats d'essais de séchage, règles de classement élaborées à partir de l'analyse de la distribution des défauts sur les avivés ayant fait l'objet de mesures mécaniques, caractéristiques physiques et mécaniques déterminées sur ces même avivés ou sur

éprouvettes sans défauts, ainsi que toutes les informations techniques nécessaires à une meilleure connaissance du Pinus, à sa mise en oeuvre et à son utilisation : dimensions préférentielles des avivés et rondins, classes d'emplois et préconisations sur les modalités de traitement de préservation des bois.

Le document présenté ci-après correspond à la dernière version dans laquelle ont déjà été intégrées les premières remarques et suggestions des opérateurs de la filière interrogés.

Ce document pourra subir encore quelques ajustements avant son édition définitive.

Référentiels techniques pour la fourniture de rondins et de sciages de Pinus calédonien

Projet

Ces référentiels techniques pour la fourniture de rondins et de sciages de Pinus calédonien présentent et synthétisent les résultats d'essais obtenus lors de la campagne de caractérisation technologique réalisée sur un échantillonnage représentatif de la ressource du territoire en *Pinus caribaea* et *Pinus elliottii.*
Ils donnent aussi des informations techniques nécessaires à une meilleure connaissance du Pinus, de son comportement technologique et de ses possibilités de mise en œuvre.
Ce document a pour vocation de constituer une base de travail sur laquelle pourront s'appuyer les opérateurs de la filière (producteurs, négociants et revendeurs, transformateurs et fabricants) lors de toute opération ayant pour finalité la mise en œuvre et l'utilisation de cette essence.
Ces référentiels doivent contribuer au développement et à l'amélioration de l'utilisation du Pinus dans tous les emplois où ses caractéristiques technologiques lui permettent de se positionner de façon satisfaisante face à des matériaux concurrents.
Ce document n'est pas figé et doit évoluer en intégrant toutes données et informations nouvelles visant à améliorer la connaissance de cette essence et renforcer son positionnement.
Il est organisé selon les rubriques suivantes :

- Principes et règles de classement des sciages et rondins de Pinus adaptés à partir de règles générales établies pour les résineux européens.

- Dimensions des produits en Pinus (bois sciés et rondins) proposés de façon standard par les producteurs calédoniens.

- Abaques de séchage à l'air libre, table de séchage artificiel, et dispositions pratiques à respecter pour assurer la qualité de ce séchage.

- Définitions des classes d'emplois, correspondances entre le système européen et néo-zélandais, et préconisations sur les modalités de traitement des bois.

- Caractéristiques physiques et mécaniques de référence du Pinus (valeurs moyennes et valeurs caractéristiques) obtenues lors d'essais réalisés sur éprouvettes normalisées sans défauts et sur pièces de dimensions commerciales.

REGLES DE CLASSEMENT VISUEL

Bois sciés

Le classement des sciages résineux européens obéit à des règles génériques établies pour l'ensemble des résineux tempérés disponibles en Europe et présentées dans le document « Classement d'aspect des bois résineux ».

Ces règles précisent l'ensemble des critères à prendre en compte lors du classement et définissent des seuils de tolérance de défauts en fonction des niveaux de choix définis. Tous les défauts observables sur les genres résineux européens sont recensés et cinq choix différents ont été définis dans ces règles.

Pour le Pinus calédonien, il a paru judicieux d'adapter ces règles de classement existantes :

- En intégrant les spécificités de la qualité de la ressource calédonienne.
- En définissant des critères de classement simples, applicables et utilisables par les opérateurs de la filière : scieurs, acheteurs et utilisateurs de sciages.
- En adaptant le nombre de choix en tenant compte de la réalité du marché.

Les seuils de tolérance des défauts ont été fixés en concertation avec les opérateurs de la filière Pinus et en tenant compte des résultats du classement effectué sur plus de 2000 avivés par le CPBL/AICA dans le cadre de la campagne d'étude du Pinus.

Les règles de classement obtenues définissent ainsi trois choix.
Un premier choix (choix A) correspondant à des utilisations où l'aspect du bois est important et qui peut être assimilé à un choix habituellement appelé « Menuiserie ».

Un second choix (choix B) correspondant à des utilisations en structure et qui correspondant à une partie importante de la production néo-calédonienne. Il peut être assimilé à un choix habituellement appelé « Ossature Charpente ».

Un troisième choix (choix C) où les seuils de tolérance sur les défauts sont beaucoup plus larges et qui peut être assimilé à un choix habituellement appelé « Emballage ».

La norme NF EN 1310 juin 1997 (Bois ronds et sciés – méthode de mesure des singularités) définit des méthodes de mesures des défauts.
Pour le mesurage des nœuds, cette norme définit une « méthode générale » (diamètre du nœud pris en compte égal à la moyenne du plus grand et du plus petit diamètre) et une « méthode alternative » (dimension du nœud mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal de la pièce).
Pour le Pinus calédonien, une méthode intermédiaire, simple et directement applicable en scierie, a été retenue : mesure du plus grand diamètre sans prendre en compte la déviation locale du fil.

Le classement se fait sur la meilleure face.

CRITERES	Choix A (Choix Menuiserie ?)	Choix B (Choix Charpente, ou Ossature, ou Charpente-Ossature ?)	Choix C (Choix Emballage, ou caisserie ?)
Nœuds sains (y compris nœuds noirs sains)	**Face ou rive** ∅ ≤ 25mm 2 nœuds max. par mètre	**Face** ∅ ≤ 60mm et ∅ ≤ 1/2 largeur 4 nœuds max. par mètre **Rive** ∅ ≤ 30mm et ∅ ≤ 1/2 épaisseur 2 nœuds max. par mètre	Tolérés
Nœuds plats : nœuds «moustache» ou «baïonnette» (mesuré par leur longueur L)	**Face** L ≤ 40mm 2 nœuds max. par mètre **Rive** 1 nœud max. par mètre	**Face** L ≤ 70mm 2 nœuds max. par mètre **Rive** 1 nœud max. par mètre	Tolérés
Nœuds altérés : nœuds sautants, à entre-écorce, pourris	Exclus	**Face** ∅ ≤ 30 mm 1 nœud par mètre **Rive** ∅ ≤ 20 mm 1 nœud par mètre	Tolérés si la résistance mécanique de la pièce n'est pas affectée
Bleuissement	Traces tolérées sur quelques pièces	Toléré sur moins de 50% de la surface des pièces	Toléré
Entre écorce	Exclu	L cumulée≤ 50 mm par mètre	Toléré si la résistance mécanique de la pièce n'est pas affectée
Poches de résine	Exclues	L cumulée≤ 50 mm par mètre	Tolérées si la conformité de la pièce n'est pas affectée

Bois résiné	Traces tolérées	Toléré sur moins de 50% de la surface de la pièce	Toléré si la conformité de la pièce n'est pas affectée
Echauffure	Exclue	Exclue	Tolérées
Piqûres saines/inactives	Exclues	Tolérées sur moins de 20 % de la surface	Tolérées
Flache	$L_{flache} \leq 10\% L_{pièce}$ et toléré sur moins de 5% d'un lot	$L_{flache} \leq 20\% L_{pièce}$ et toléré sur moins de 10% d'un lot	$L_{flache} \leq 75\% L_{pièce}$ et toléré sur moins de 20% d'un lot
Moelle	Exclue	Tolérée	Tolérée
Fentes de face	$L_{cumulée} \leq 5\% L_{pièce}$	$L_{cumulée} \leq 15\% L_{pièce}$	Tolérées si la résistance mécanique de la pièce n'est pas affectée
Flèches **Pour une longueur de pièce de 2m**	**Flèche de face** moins de 10 mm **Flèche de rive** moins de 8 mm	**Flèche de face** moins de 15 mm **Flèche de rive** moins de 10 mm	**Flèche de face** moins de 30 mm **Flèche de rive** moins de 15 mm
Gauchissement **Pour une longueur de pièce de 2m**	Exclu	2 mm / 25 mm de largeur	3 mm / 25 mm de largeur

TOLERANCE SUR LOT : 5% DE PIECES NON CONFORMES AUX SPECIFICATIONS

Des photos d'avivés correspondant à chacun des 3 choix et des photos de défauts (acceptables ou non acceptables pour un choix donné) seront à rajouter.

Rondins

Les spécifications suivantes ont été établies à partir de l'observation de la distribution des défauts sur un lot de rondins et en se référant pour partie aux critères définis dans la norme néo-zélandaise norme NZS 3605.

Ces spécifications concernent une utilisation des rondins en **pieux battus et en structure porteuse**. Pour les autres utilisations moins contraignantes (clôture, jardinières, bois d'environnement…), les tolérances sur défauts varient en fonction de la destination finale du produit.

La norme NF EN 1310 juin 1997 (Bois ronds et sciés – méthode de mesure des singularités) définit des méthodes de mesures des défauts.

QUALITE DU BOIS	
Nœuds	Diamètre inférieur à 10% de la circonférence des pieux (soit 50 mm pour des pieux de 160 mm de diamètre).
Fentes longitudinales	Fentes traversantes sur la longueur non admises. Ouverture maximum tolérée : 6 mm
Fil tors et déviation générale du fil	Pente de fil inférieure à 10%.
Echauffure	Exclue
Bois résiné	Toléré sur moins de 50% de la surface
Déformations	Courbures générales (simple ou double) : inférieures à 6 mm par mètre. Courbures locales (par longueur de 1,5 m) : inférieures à 25 mm par mètre.
Fentes en bout	Fentes traversantes exclues. Ouverture maximum tolérée : 6 mm.
Chocs de manutention	Profondeur inférieure à 6 mm.
Tolérance sur lot : 5%	
Traitement de préservation : à définir (voir chapitre Préservation)	

Comme pour les bois sciés, des photos de rondins présentant des défauts acceptables ou non acceptables seront à rajouter, ainsi que des schémas illustrant la méthode de mesure des déformations.

DIMENSIONS LES PLUS COURANTES

Les dimensions présentées dans les tableaux suivants correspondent à des produits standard proposés en Nouvelle-Calédonie. D'autres dimensions peuvent être proposées sur commande.

Rondins

Diamètre (en cm)	Longueur (en m)					
	2	2,5	3	3,5	4	5
6	X	X	X			
8	X	X	X	X	X	
10	X	X	X	X	X	
12	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	

Possibilité de fourniture de demi-rondins sur l'ensemble de ces dimensions

Bois sciés

Dimensions données pour des bois secs à l'air

Epaisseur (mm)	Largeur (mm)					
	50	75	100	125	150	200
15			(1)			
25					(1)	
30					(2)	
50						
75						
100						
125						
150						

tasseau	planchette	planche	chevron	poteau	charpente ossature

Les longueurs associées à ces sections vont de 2 mètres à 6 mètres par longueur de 50 cm.

(1) : longueurs supérieures à 4m déconseillées
(2) : longueurs supérieures à 5m déconseillées

SECHAGE DES BOIS

POURQUOI SECHER LES BOIS ? POURQUOI LES SECHER EN RESPECTANT LES REGLES DE L'ART ?

- **Pour limiter les risques de fentes et de déformations après mise en œuvre**. Des bois insuffisamment séchés ou mal séchés continuent à se déformer après la mise en œuvre, avec des risques importants d'endommagement des ouvrages concernés. Le développement de ces fentes et déformations est lié au phénomène de retrait du bois qui peut se manifester tant que le bois n'a pas atteint son équilibre hygroscopique.

- **Pour faciliter les opérations ultérieures d'usinage et obtenir des produits présentant de bons états de surface**.

- **Pour limiter les risques de développement de champignons : bleuissement, champignons de pourriture**. Ces champignons ne se développent plus lorsque le taux d'humidité des bois est inférieur à environ 20%.

- **Pour proposer aux utilisateurs des produits stables** et leur éviter ainsi une opération de tri sélectif long et coûteux occasionnant un taux de rebut souvent élevé.

SECHAGE A L'AIR LIBRE

La durée du séchage à l'air libre dépend :
- des dimensions des pièces à sécher (principalement épaisseur),
- de leur taux d'humidité initial,
- de la géométrie des piles de bois et de la technique d'empilage utilisée (écartement entre les pièces, épaisseur et écartement des baguettes),
- conditions climatiques (température, humidité de l'air, ventilation naturelle).

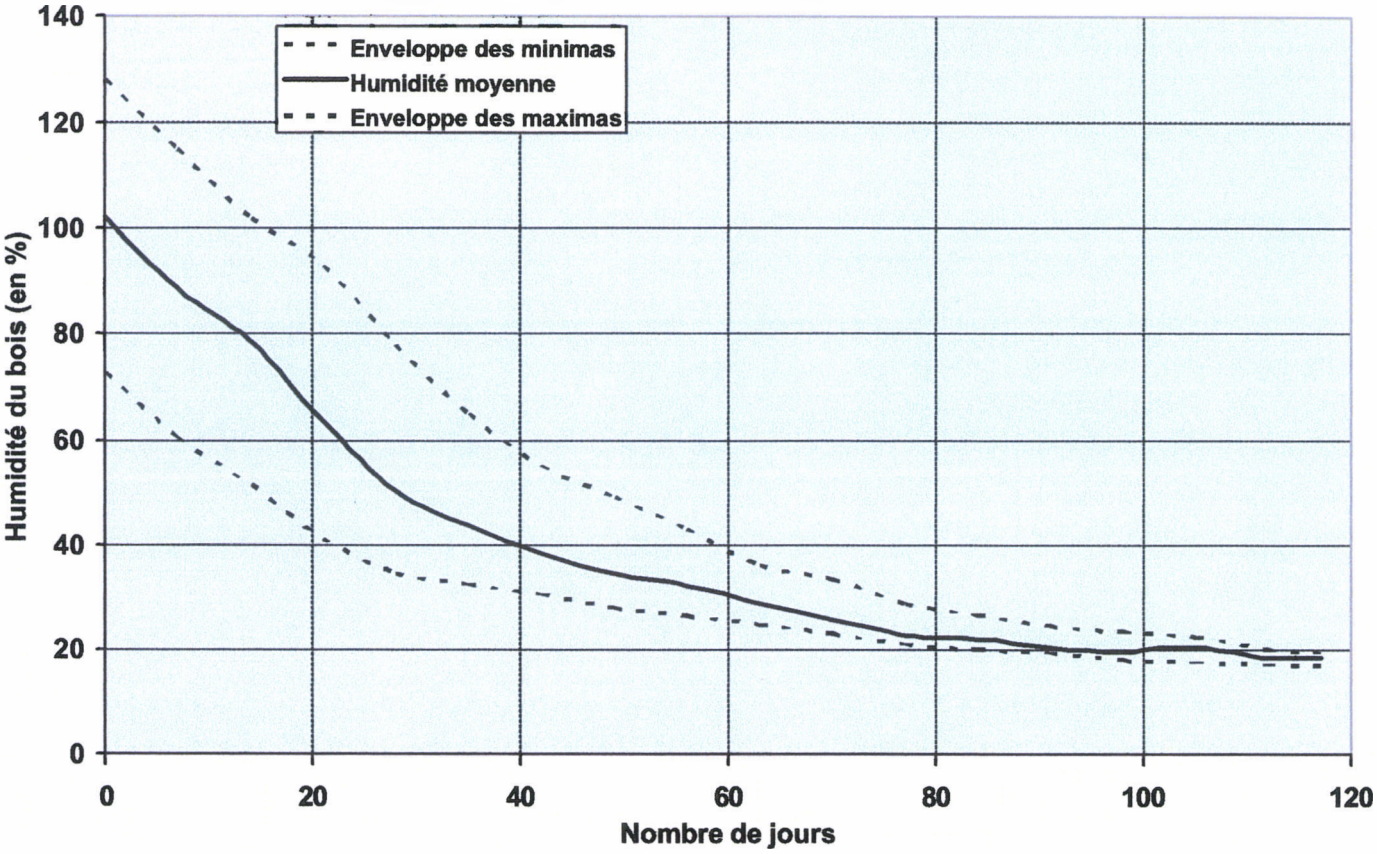
Abaques de séchage

Les abaques de séchage présentés résultent des essais conduits en Nouvelle-Calédonie sur les 2000 pièces débitées dans le cadre de la campagne de caractérisation technologique durant l'année 2004 (contrôle du séchage par suivi du taux d'humidité d'avivés témoins prélevés dans les piles constituées).

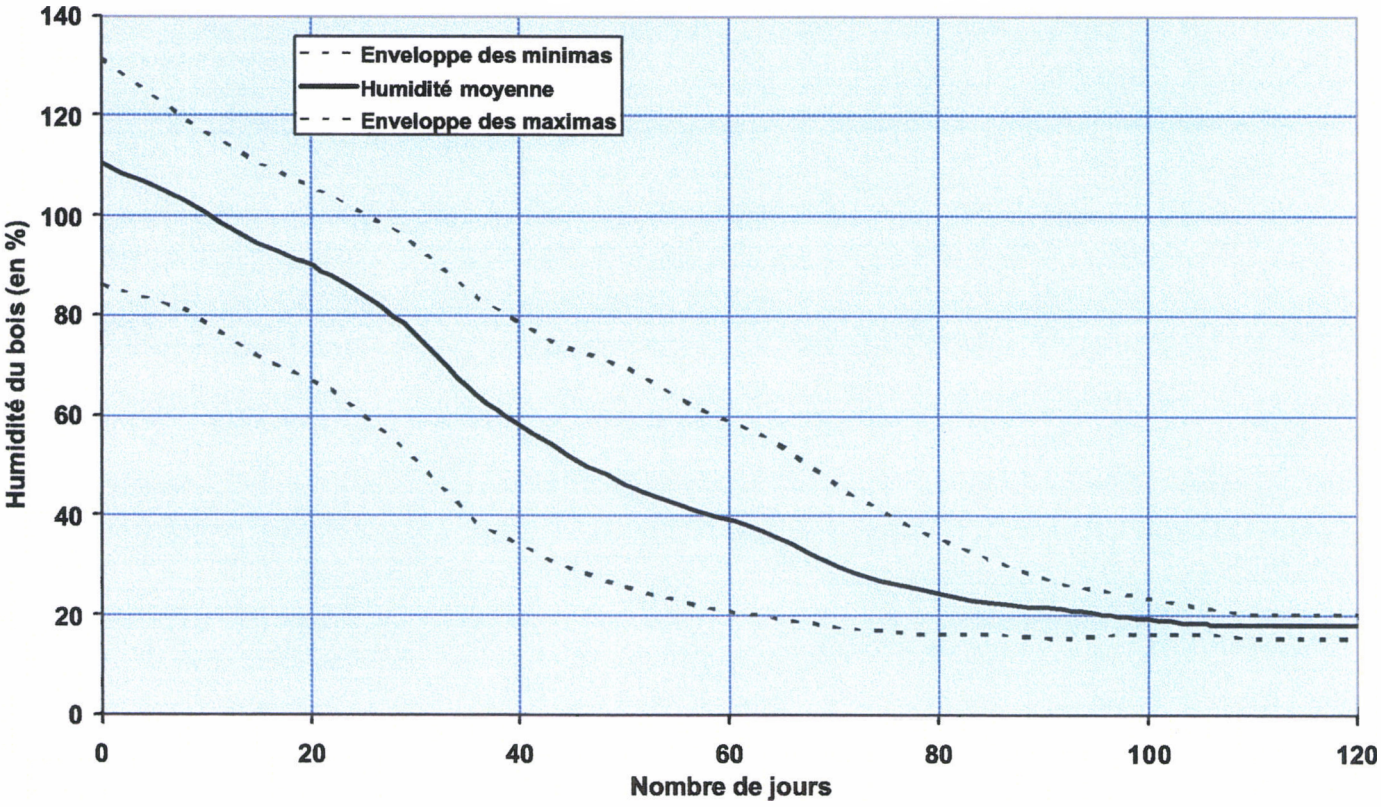
Paramètres d'empilage lors des essais de séchage
* Section des baguettes : 15x25 mm * Ecartement entre baguettes : 40 cm * Dimensions des piles : o Base : 1 x 2m ou 1 x 2,5m o Hauteur : 0,6 ou 0,8 m * Piles cerclées * Surélévation des piles à l'aide de madriers de section 100 x 100 mm * Chargement de certaines piles à l'aide de dalle de béton (200 kg par pile)

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Pinus caribaea et *Pinus elliottii*
Séchage à l'air libre d'avivés de 35 mm d'épaisseur



Pinus caribaea et *Pinus elliottii*
Séchage à l'air libre d'avivés de 55 mm d'épaisseur



Dispositions à respecter lors du séchage à l'air libre

- Baguettage
  - Baguettes de même épaisseur dans une même pile d'avivés
  - Baguettes disposées bien alignées verticalement les unes par rapport aux autres
  - Baguettes correctement séchées pour éviter l'apparition de taches sur le bois et pour limiter leur retrait irrégulier qui accentuerait les déformations des avivés
  - Baguettes aux deux extrémités des rangées d'avivés (afin de limiter la ventilation et les risques d'ensoleillement de l'extrémité des avivés, et donc réduire les risques de fentes en bout)

- Disposition des piles perpendiculairement à la direction du vent : l'air doit pouvoir circuler à l'intérieur de la pile de bois.

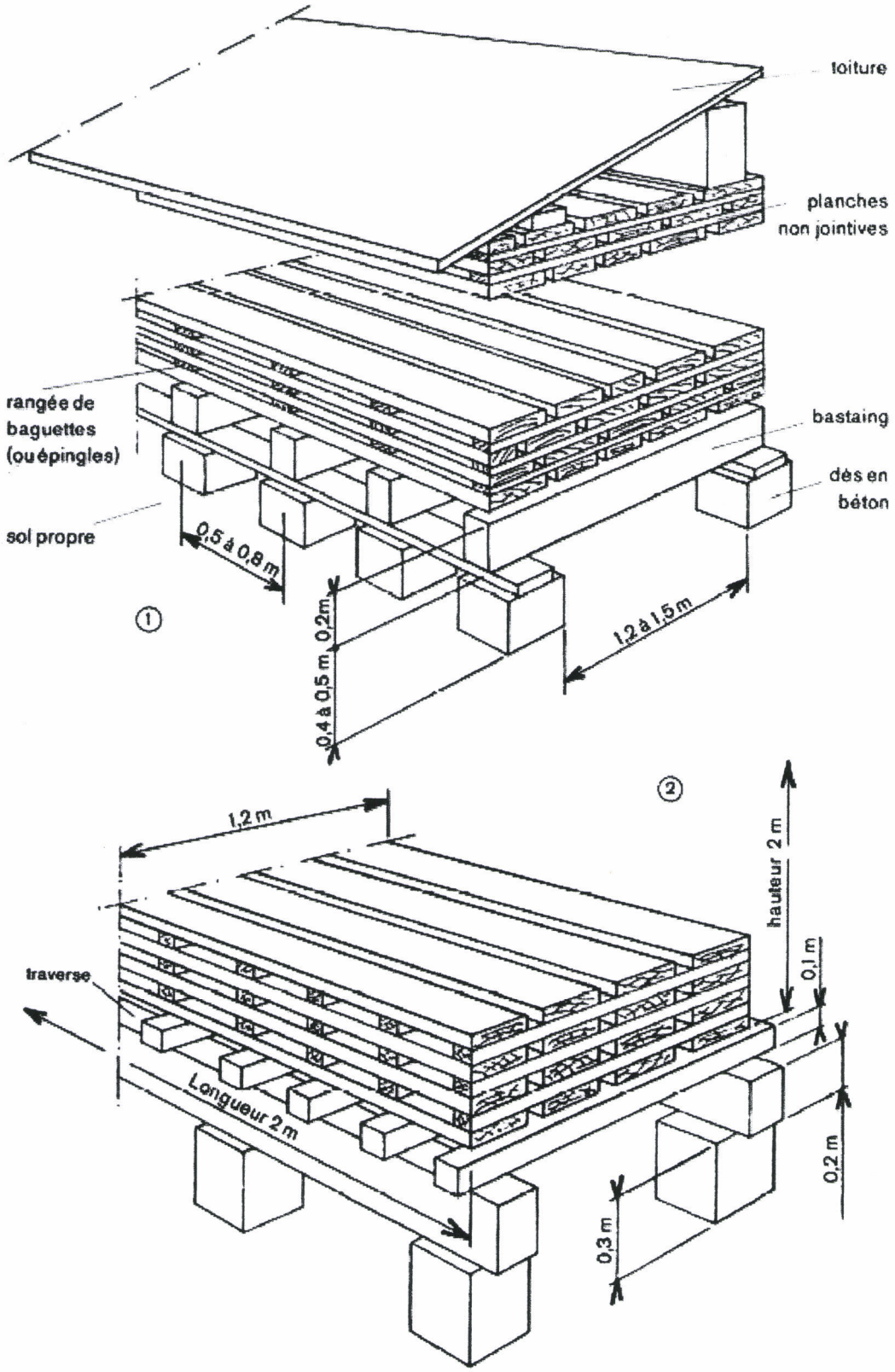
- Protection des piles par des couvertures aux débords suffisants (protection contre la pluie et le soleil, voir schéma).

- Dans la mesure du possible, l'application de produits dits « anti-fentes » aux extrémités des sciages est préconisée pour le choix A : produit type Mobilcer ou Cérémule.

- Dans la mesure du possible, application de charges (type dalle de béton) sur les piles pendant toute la durée du séchage pour limiter les risques de déformations.

Les précautions à apporter lors du séchage à l'air libre sont valables aussi bien pour les bois sciés que pour les rondins.

Exemples de constitution de piles d'avivés



SECHAGE ARTIFICIEL

Un séchage à l'air libre conduit en respectant les règles de l'art permet d'obtenir des produits dont la qualité répond aux exigences des utilisateurs.

La montée en puissance d'une production de bois sciés rend nécessaire la mise en place d'une unité de séchage artificiel afin :

- de limiter la durée d'immobilisation des bois,
- d'assurer un meilleur contrôle de l'humidité finale des produits (maîtrise de la température et de l'humidité de l'air),
- d'obtenir des bois suffisamment secs pour être directement utilisés pour la fabrication de produits finis ou semi-finis (profilés, pré-débits, lames de revêtement de sol, produits d'aménagement intérieur...),
- d'envisager le développement de produits à forte valeur ajoutée qui nécessitent la mise en œuvre de bois à faible taux d'humidité et dont le séchage aura été contrôlé : produits lamellés-collés, panneaux reconstitués, pièces aboutées...

Pour un résineux tel que le *Pinus caribaea*, les durées de séchage par air chaud climatisé (séchage traditionnel) sont mentionnées dans le tableau suivant :

Epaisseur	H% initiale	H% finale	Durée
27	état vert (80 à 100% et plus)	10 à 12%	5 à 7 jours
41			9 à 11 jours
54			13 à 16 jours

La table de séchage suivante a été établie, testée et validée lors d'essais réalisés dans une cellule de séchage traditionnel sur 48 plateaux de *Pinus caribaea* et 24 plateaux de *Pinus elliottii* d'épaisseur comprise entre 50 et 55mm.
Les 2 espèces de Pin ont présenté le même comportement au séchage. Leurs bois peuvent donc être séchés en mélange.

Humidité du bois	Température sèche	Humidité relative de l'air
plus de 50 %	55 °C	74 %
50-40 %	55 °C	69 %
40-35 %	55 °C	66 %
35-30 %	63 °C	62 %
30-27 %	63 °C	59 %
27-24 %	63 °C	59 %
24-21 %	63 °C	56 %
21-18 %	65 °C	53 %
18-15 %	65 °C	50 %
15-12 %	65 °C	47 %
12-9 %	75 °C	41 %

Pour des épaisseurs inférieures à 38mm, l'humidité relative de l'air peut être diminuée de 5% à chaque étape. Pour des épaisseurs supérieures à 75 mm, l'humidité relative de l'air doit être augmentée de 5% à chaque étape.
Les précautions et usages à respecter (« règles de l'art ») sont présentés dans la rubrique *Séchage à l'air libre* s'appliquent aussi au séchage artificiel.

CLASSES D'EMPLOIS ET PRESERVATION DES BOIS

Les avivés et les rondins de *Pinus caribaea* doivent être mis en oeuvre après avoir reçu un traitement de préservation adapté, notamment en Nouvelle Calédonie du fait des risques élevés d'attaques de termites auxquels cette essence est très sensible. Ce traitement va dépendre de la situation en service du bois qui est associée à une classe d'emploi ; cette notion de classe d'emploi est définie dans la norme NF EN 335 (xx 2005) (devrait sortir vers juin 2005) et se substitue à celle de classe de risque jusqu'à présent utilisée.

Une classe d'emploi est un état de fait découlant de la situation en service du bois. Elle peut changer après modification de la conception ou de la situation de l'ouvrage. Elle ne définit pas systématiquement une durée de service, mais seulement les conditions d'une attaque biologique potentielle.

Toutes les situations peuvent être regroupées en catégories dans lesquelles ces risques sont identiques ou comparables :

Correspondances entre les classes d'emplois européennes (en régions tropicales et subtropicales) et néo-zélandaises
Situations en service, types d'usage et agents biologiques

EUROPE	N^LLE-ZELANDE	SITUATION GENERALE EN SERVICE	EXPOSITION A L'HUMIDIFICATION EN SERVICE	TYPES D'USAGE	AGENTS BIOLOGIQUES
Classe 1	**H1**	A l'intérieur, à l'abri	Intérieur, sec	Aménagement intérieur, menuiseries intérieures (ouvrants), mobilier, lambris, parquet.	Insectes foreurs du bois **Termites**
Classe 2	**H2**	A l'intérieur, à l'abri	Intérieur, occasionnellement humide	Ossatures, charpente (non exposée), plancher, plinthes, huisseries.	Insectes foreurs du bois Champignons de pourriture **Termites**
Classe 3	**H3**	**3.1** sans contact avec le sol, protégé	Extérieur, occasionnellement humide	Charpente (sous-toiture), menuiseries extérieures abritées.	Insectes foreurs du bois Champignons d'altération d'aspect Champignons de pourriture **Termites**
		3.2 sans contact avec le sol, non protégé	Extérieur, fréquemment humide	Menuiseries extérieures exposées, bardage et clin, platelage drainé, volets.	
Classe 4	**H4**	**4.1** en contact avec le sol	Extérieur, à prédominance humide	Barrières (parties drainées), aires de jeux (parties drainées), balcons et garde-corps (parties drainées).	Insectes foreurs du bois Champignons de discoloration Champignons de pourriture Champignons de pourriture molle **Termites**
	H5	**4.2** en contact avec le sol (sévère) ; en contact avec l'eau douce	Extérieur, humide en permanence	Lisses basses, pieux, poteaux, ponts, aire de jeux (parties en contact avec le sol), balcons et garde-corps (parties exposées et/ou ancrées).	
Classe 5	**H6**	Dans l'eau salée (y compris les eaux saumâtres)	Immergé	Parties immergées de : portes d'écluses, brises lames, défenses de quai, installations portuaires, appontements, coques de bateaux.	Térébrants marins

Il faut veiller à ne pas confondre les notions de classe de résistance aux champignons et de classe d'emploi dont les barèmes de qualification sont différents.

Préconisations pour le traitement des bois

- Taux d'humidité des bois conforme aux spécifications fournies par le fabricant (produits de traitement certifiés CTB-P+ référencés par le CTBA ; la liste de ces produits peut être consultée sur le site internet du CTBA).

- En sortie d'autoclave après le vide de ressuyage final, séchage des bois sur parc : le séchage des bois traités après séchage initial des bois bruts sera toujours beaucoup plus rapide que le séchage initial.

- Respect des dosages préconisés par le fabricant

- Respect des conditions de traitement : durées des phases de vide et pression, niveau de pression requis.

- Surveillance du bon fonctionnement des autoclaves et de leur conformité : les niveaux de pression requis pour assurer une bonne pénétration des produits doivent pouvoir être atteints.

Ces préconisations sont applicables pour le traitement des bois sciés et des rondins.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET MECANIQUES

Les résultats d'essais présentés dans les deux tableaux ont été obtenus lors de la campagne de caractérisation conduite simultanément en Nouvelle-Calédonie par le CPBL/AICA et le CIRAD à Montpellier. Les valeurs mentionnées sont des valeurs moyennes ainsi que les valeurs minimum et maximum (entre parenthèse) observées lors des essais.
Ces résultats proviennent d'essais complets réalisés sur 72 arbres prélevés dans 6 parcelles représentatives de la ressource en Pinus dans la Province nord et la Province sud.
En Province sud, les essais ont été notamment conduits sur 2 parcelles de *Pinus elliottii* ; les résultats sur cette espèce ne sont pas significativement différents de ceux obtenus sur *Pinus caribaea* ; ces deux espèces peuvent donc être commercialisées de façon indifférenciée ou en mélange.

La campagne de mesures a été conduite simultanément :

- sur des pièces de dimension commerciale pour définir les valeurs caractéristiques du Pinus nécessaires pour les calculs de structure (**essais sur la totalité des 2000 avivés débités dans les 72 arbres échantillonnés**),

- sur des échantillons sans défaut afin de caractériser le comportement technologique du matériau.

Propriétés physiques

ESSENCE	Densité	Retrait radial total (en %)	Retrait tangentiel total (en %)	Dureté Monnin	Point de saturation des fibres
Pinus Nlle-Cal.	0,65 (0,57 à 0,75) bois mi-lourd	5,2 (3,2 à 8,3) moyen	7,5 (5,7 à 10) moyen	4,5 (2,7 à 6,7) mi-dur	28 (25 à 31) moyen
Pinus radiata NZ (1)	0,45 (0,40 à 0,53)	3,9 (3 à 5,5)	7,7 (6 à 9,5)	-	-
Pinus radiata NZ (2)	0,40 (coef. de var. : 9%)	3,4 (2,5 à 5,5)	7,3 (5 à 9)	-	30
Douglas NZ (3)	0,44 (0,43 à 0,46)	4,7	6,7	-	-

Propriétés mécaniques

ESSENCE	Résistance en flexion (MPa)	Module d'élasticité longitudinal (MPa)	Contrainte de rupture en compression (MPa)
Pinus Nlle-Cal.	75 (63 à 98) moyen	11800 (8100 à 13100) moyen	46 (35 à 68) moyen
Pinus radiata NZ (1)	-	7600 (5000 à 10000)	-
Pinus radiata NZ (2)	76 (coef. de var. : 18%)	9100 (coef. de var. : 24%)	41 (coef. de var. : 20%)
Douglas NZ (3)	88	10000	43

(1) : essais CIRAD sur un lot de bois importé en Polynésie
(2) : *Properties and uses of New Zealand Radiata Pine*, vol. 1 : Wood Properties - Kininmonth & Whitehouse – Forest Research Institute – 1991
(3) : Oregon Pine, Product Manual – Access Pacific Ltd

Valeurs caractéristiques

Les valeurs caractéristiques des propriétés mécaniques et de la masse volumique sont des grandeurs à partir desquelles sont définies les classes de résistance des bois (résistance croissante de C14 à C40 pour les résineux).

Elles sont établies à partir des résultats d'essais sur pièces de dimensions commerciales et prennent en compte la **dispersion** des résultats obtenus.

Une valeur caractéristique est une « *valeur qui correspond à un fractile de la distribution statistique d'une propriété du matériau. Pour les résistances, les modules d'élasticité et la masse volumique, ce fractile est à 5% d'exclusion. Pour le module d'élasticité, la moyenne est également une valeur caractéristique* » (définition extraite de la norme NF EN 384).

Les valeurs caractéristiques du Pinus ont été établies suivant les principes définis dans la norme NF EN 384 :

Valeur caractéristique de la résistance en flexion $F_{m,k}$	Valeur caractéristique du module d'élasticité longitudinal $E_{0,05}$	Masse volumique caractéristique ρ_k
53 N/mm^2 (ou MPa)	7500 N/mm^2 (ou MPa)	470 kg/m^3

Ces valeurs caractéristiques correspondent à une classe de résistance C24

De ces grandeurs peuvent être déduites les valeurs caractéristiques suivantes :

$f_{t,0,k}$: valeur caractéristique de la résistance en traction longitudinale
$f_{c,0,k}$: valeur caractéristique de la résistance en compression longitudinale
$f_{v,k}$: valeur caractéristique de la résistance en cisaillement
$f_{t,90,k}$: valeur caractéristique de la résistance en traction perpendiculaire
$f_{c,90,k}$: valeur caractéristique de la résistance en compression perpendiculaire

en utilisant les équations données dans la norme NF EN 384 :

$f_{t,0,k} = 0,6\ f_{m,k}$
$f_{c,0,k} = 5\ (f_{m,k})^{0,45}$
$f_{v,k} = 0,2\ (f_{m,k})^{0,8}$
$f_{t,90,k} = 0,001\ \rho_k$
$f_{c,90,k} = 0,015\ \rho_k$

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

ANNEXE 1 :

TERMES DE REFERENCES DE LA MISSION

TERMES DE REFERENCE

Mission d'appui technique pour la pré-définition de règles de classement visuel et de référentiels techniques des sciages de *Pinus caribaea* et *Pinus elliottii* de Nouvelle-Calédonie

1 - CONTEXTE DE LA MISSION

Cette seconde mission s'inscrit dans le cadre de l'Opération de Promotion des Bois de Pinus de Nouvelle-Calédonie, initiée en novembre 2002 par la mission exploratoire de M. Jean GERARD, expert bois du CIRAD Forêts de Montpellier. Elle fait suite aux opérations de sciages et mesures de séchage conduits depuis février 2004, au stage de formation de Pascal Tarman (responsable du CPBL, centre de l'A.I.C.A.) au Cirad durant le mois de juin et à la campagne d'essais technologiques sur le Pinus caribaea *et le* Pinus elliottii *engagée au Cirad durant ce stage et qui se poursuit en Nouvelle-Calédonie.*

2 - OBJECTIFS

* Restitution des résultats des essais technologiques (CIRAD-Montpellier / Nouvelle-Calédonie)

* Prise en main, premières analyses et interprétations des résultats des essais engagés en Nouvelle-Calédonie :

- sciage,
- séchage naturel,
- classement visuel,
- caractéristiques physiques et mécaniques déterminées par méthode vibratoire.

* En concertation avec les opérateurs de la filière concernés (institutionnels / entreprises / architectes…), établissement d'une première mouture :

- de l'adaptation des règles de classement européennes pour les résineux au Pinus calédonien,
- d'un référentiel technique reprenant l'ensemble des résultats d'essais et des analyses correspondantes, ainsi que toutes les informations techniques nécessaires à une meilleure connaissance du Pinus afin de développer son utilisation.

3 - DEROULEMENT DE LA MISSION

31 - Visite à l'AICA/CPBL et point avec Pascal TARMAN sur les essais en cours à Païta

32 - Première réunion de travail

* Restitution des essais Montpellier : séchage artificiel, classement visuel, caractéristiques mécaniques sur pièces en dimension d'emploi, caractéristiques physiques et mécaniques sur éprouvettes sans défaut, variations de ces caractéristiques.
* Restitution et point sur l'état d'avancement des essais en Nouvelle-Calédonie : sciage, séchage naturel, classement visuel, essais par méthode vibratoire.

* Discussions autour :

des grandes lignes de l'adaptation des règles européennes de classement au Pinus calédonien,
de la constitution (fond, forme) du référentiel technique.

Participants : AICA/CPBL, DDE, DDR, ERPA, CIRAD Montpellier et scieurs directement impliqués dans l'opération.

33 - Prise en main, mise en forme et premières analyses des résultats des derniers essais réalisés à Païta ; intégration avec les résultats déjà envoyés ou collectés à Montpellier

Participants : AICA/CPBL, CIRAD

34 - Règles de classement appropriées

A partir de l'étude des relevés de défauts :

* Définition des critères de classement discriminants :

. critères à conserver tels quels,

. critères à modifier : à assouplir ou à éliminer car sans objet pour le Pinus calédonien.

* Etablissement de premiers principes de classement permettant une répartition homogène des avivés dans 3 à 5 choix à définir.

* Comparaison et calage par rapport aux règles européennes de classement.

* Finalisation d'une première proposition de 3 à 5 choix.

* Etablissement des premières correspondances entre choix visuels et choix mécaniques.

Participants : AICA/CPBL, CIRAD et **opérateurs filière**

35 - Référentiels techniques

Base de travail préalablement établie à Montpellier.

*** Définition du contenu des référentiels, entre autre (pour tout ou partie) :**

* <u>Sciage et classement des bois</u>

- comportement du bois au sciage, rendements escomptés en fonction des bois utilisés,

- présentation des choix visuels associés aux classes de résistance mécanique et aux utilisations préconisées,

* <u>Séchage</u>

- abaques de séchage à l'air libre ; conseils et précautions à respecter pour conduire correctement ce séchage,

- tables de séchage traditionnel.

* Dimensions et conditionnement des bois

- dimensions les plus courantes (sections, longueurs) + tolérances sur ces dimensions,

- tolérance sur les défauts associés aux choix visuels,

- traitement de préservation : produit / procédé de traitement / classe de risque couverte après traitement (références néo-zélandaise et européennes),

- type de conditionnement et présentation des lots,

*** Définition de la forme des référentiels (support et ordonnancement des informations fournies) :**

. Cahiers des Charges de fourniture individualisés par famille d'utilisation : bois d'ossature, clins, bois à parquet, deck, bois de charpente (cf. Guide d'utilisation des bois de Guyane dans la construction... *)*
. et/ou Guide d'utilisation

. et/ou Fiche de vulgarisation à vocation technique et commerciale

*** Finalisation d'une « pré-proposition » de référentiels**

Participants : comité restreint

36 - Consultation individuelle des professionnels impliqués et soumission des deux pré-propositions

* Scieurs

* Seconds transformateurs (à identifier)

* Architectes (ordre des architectes)

* Bureaux de contrôle

Participants : AICA/CPBL, CIRAD

37 - Adaptation des propositions de règles de classement et de référentiels en fonction des retours collectés durant la phase précédente

Participants : comité restreint

38 - Réunion de travail préparatoire à la restitution finale et établissement du plan de travail pour la suite des opérations

Participants : AICA/CPBL, DDE, DDR, ERPA, CIRAD et scieurs directement impliqués dans l'opération

39 - Restitution finale des résultats des essais Montpellier, des essais Païta et des travaux conduits pendant la mission

Participants : tous intervenants dans l'étude + seconds transformateurs + architectes + bureaux de contrôle.

ERPA – 5, avenue Paul DOUMER - B.P. 3596 - 98.846 NOUMEA Cedex - NOUVELLE-CALEDONIE

ANNEXE 2 :

RESTITUTION DE FIN DE MISSION

Développement et amélioration de l'utilisation du bois de *Pinus caribaea* calédonien

Objectif général

Montrer que le Pinus a sa place dans le secteur bois calédonien dans une gamme d'utilisations définies.

Les 3 axes de l'opération Pinus

* Caractérisation technologique du Pinus

* Adaptation de règles européennes de classement des résineux

* Amélioration des connaissances sur le séchage du Pinus

Objectifs spécifiques (1)

- ***Caractérisation technologique du Pinus***
  - Mieux connaître et faire connaître les qualités du Pinus (références existantes trop anciennes).
  - Fournir les informations et données nécessaires pour alimenter les codes de calcul pour la construction-bois.
  - Positionner le Pinus par rapport aux résineux d'importation utilisés en construction

Objectifs spécifiques (2)

- ***Adaptation de règles européennes de classement des résineux***
  - Intégration des spécificités de la qualité de la ressource.
  - Définition de critères simples applicables et utilisables par les opérateurs de la filière (scieurs, acheteurs et utilisateurs de sciages).
  - Adaptation du nombre de choix en tenant compte de la réalité du marché.

Objectifs spécifiques (3)

- ***Amélioration des connaissances sur le séchage du Pinus***
  - Réalisation d'essais de séchage naturel.
  - Mise au point d'abaques de séchage.
  - Formalisation des « règles de l'art » pour le séchage naturel.
  - Définition d'une table de séchage artificiel

Produits attendus

Référentiels techniques / Cahiers des Charges reprenant l'ensemble des données et informations collectées durant l'opération

Organisation des opérations depuis début 2004

- **Sélection de 6 peuplements représentatifs de la ressource en Pinus : 3 en province Nord, 3 en province Sud (*P. caribaea* + *P. elliottii*)**
- **Identification des arbres à tester**
- **Exploitation, sciage (SEFCA et SEFPM), traitement, marquage des débits**
  - **72 plateaux de cœur expédiés au Cirad**
  - **2000 avivés pour les expérimentations en Nlle-Calédonie**

Organisation des opérations depuis début 2004

- Au Cirad Montpellier :
  - Séjour de 5 semaines de P. Tarman à Montpellier en juin: prise en main d'un dispositif d'essais vibratoires, participation au lancement des essais
  - Premier calage sur les règles de classement européennes
  - Essais sur pièces en dimension d'emploi
    - Module l'élasticité, masse volumique, contrainte de rupture
  - Essais sur éprouvettes sans défauts
    - Paramètres de stabilité du bois (Rr, Rt, PSF), propriétés mécaniques de référence (contraintes de rupture en compression, en flexion, module)

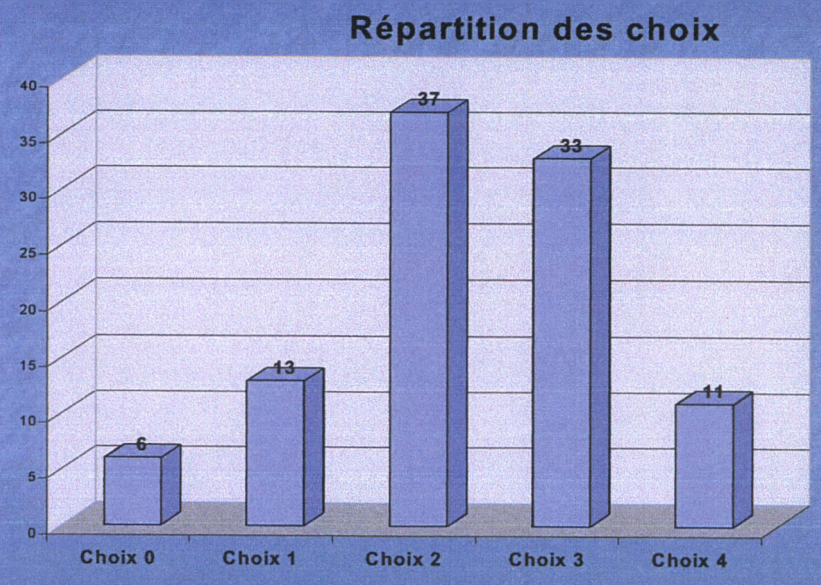
Organisation des opérations depuis début 2004

- En Nouvelle-Calédonie (sur les 2000 avivés):
  - Suivi du séchage naturel (évolution du taux d'humidité de pièces témoins)
    - construction d'abaques de séchage
  - Classement des avivés
    - relevés systématique des défauts (ajustement des critères de classement)
  - Essais mécaniques à l'aide du dispositif vibratoire
    - détermination du module d'élasticité et masse volumique

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Premiers résultats (partiels ou définitifs)

Classement visuel (1)



Classement visuel (2)

1ère adaptation des règles européennes

→ Nécessité de faire le lien avec les règles de classement reprises dans le CB71 qui est utilisé actuellement comme référence en construction

Sections préférentielles (brutes, bois sec à l'air)

Epaisseurs (mm)	Largeurs (mm)					
	50	75	100	125	150	200
15			Lmax : 6m ??			
25						
30						
50						
75						
100						
125						
150						

tasseau | chevron | ossature | planche | planchette | charpente | poteau

Longueurs : 2 m à 6 m par 50 cm (à intégrer dans les sections)

Caractéristiques physiques et mécaniques de référence

Synthèse des principales propriétés physico-mécaniques

Comparaison avec Pinus radiata et Douglas de Nlle-Zélande

Essence	Densité	Retrait radial (%)	Retrait tangentiel (%)	Résistance en flexion (MPa)	Module d'élasticité (MPa)
Pinus Nlle-Cal.	0,61 (0,56 à 0,70) léger à mi-lourd	5,2 (4,5 à 6,1) moyen	7,5 (6,6 à 8,1) moyen	75 (63 à 98) moyen	11900 (8300 à 13500) moyen
P. radiata NZ (1)	0,45 (0.40 à 0.53)	3,9 (3 à 5.5)	7,7 (6 à 9.5)		7600 (5000 à 10000)
P. radiata NZ (2)	0,40 (cv : 9%)			76 (cv : 18%)	9100 (cv : 24%)
Douglas NZ (3)	0,44 (0.43 à 0.46)	4,7	6,7	88 (86 à 92)	10000 (9600 à 12500)

(1) Essais CIRAD sur des bois importés en Polynésie - 1999
(2) *Properties and uses of New Zealand Radiata Pine*, vol. 1 : Wood Properties - F.R.I. 1991
(3) *Oregon Pine, Product Manual* - Access Pacific Ltd.

Valeurs caractéristiques (résultats partiels)

Pour les calculs de structure, détermination de valeurs caractéristiques à partir des valeurs moyennes (puis contraintes admissibles)

$F_{m,k}$ (valeur caractéristique de la résistance en flexion, en MPa) :
53 MPa

$E_{0,05}$ (valeur caractéristique du module d'élasticité longi., en MPa) :
7510 MPa

ρ_k (valeur caractéristique de la masse volumique, en kg/m³) :
480 kg/m³

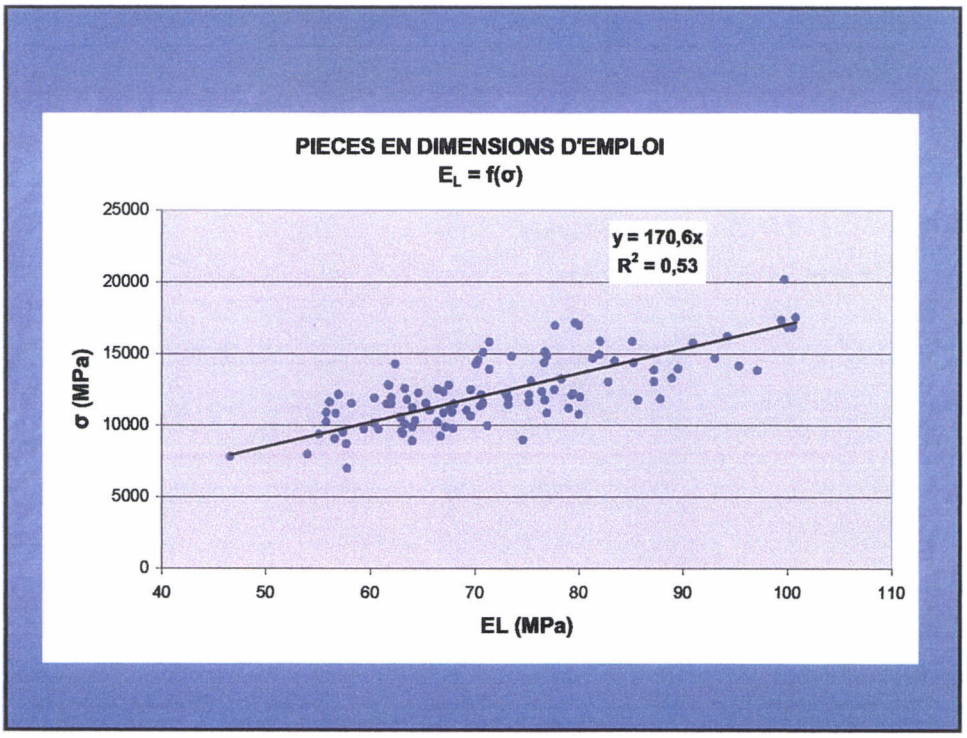
Détermination de la classe de résistance du Pinus

		Peuplier et résineux uniquement								
		C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
Propriétés de résistance, en N/mm²										
Flexion	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3
Cisaillement	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8
Propriétés de rigidité, en KN/mm²										
Propriété de rigidité en module moyen d'élasticité axial	$E_{0,mean}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14
Module d'élasticité axial (au 5e pourcentile)	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4
Module moyen d'élasticité transversal	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47
Module moyen de cisaillement	G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88
Masse volumique, en kg/m³										
Masse volumique	ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	350	370	380	410	420	450	460	480	500

53

7,5

480



Produit final :

Les référentiels techniques ou Cahiers des charges

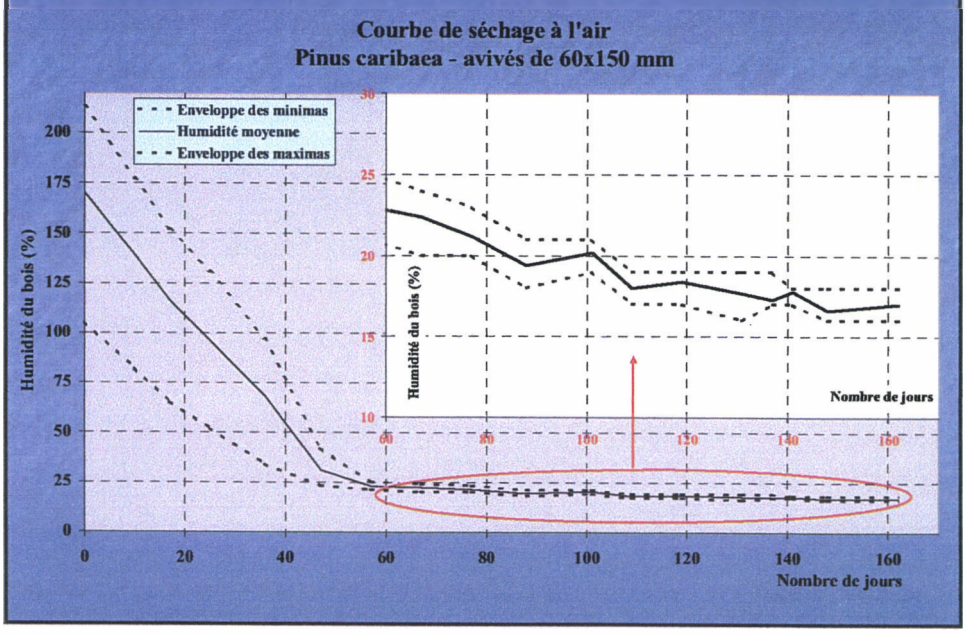
Séchage

. Abaques de séchage naturel

. Préconisations pour le séchage naturel et « règles de l'art »

. Table de séchage artificiel

Abaques de séchage naturel



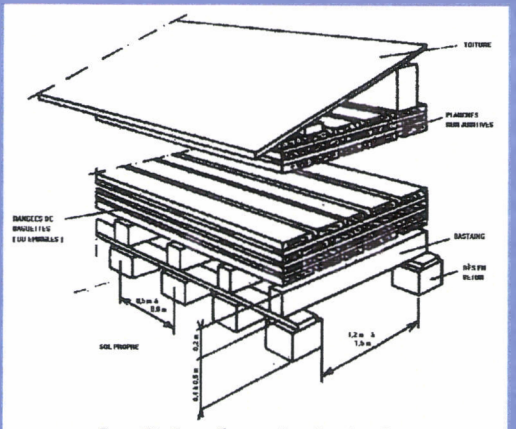
Préconisations pour le séchage naturel

* Baguettage

* Circulation de l'air à l'intérieur des piles

* Protection des piles contre les intempéries

* Application de produits anti-fentes aux extrémités des grosses sections



Constitution d'une pile de planches

Table de séchage artificiel

Phase	H% du bois	T sèche	H % air
Préchauffage 1		45	75
Préchauffage 2		50	77
	>50	55	74
	50-40	55	69
	40-35	55	66
	35-30	63	62
Séchage	30-27	63	59
	27-24	63	59
	24-21	63	56
	21-18	65	53
	18-15	65	50
	15-12	65	47
	12-9	75	41
	9-6	75	39
Equilibrage		55	

Propriétés physiques et mécaniques

. Valeurs moyennes pour le Pinus et positionnement par rapport aux résineux d'importation

. Valeurs caractéristiques

. Classe(s) de résistance

Durabilité et préservation

. Définitions des classes de risque

. Tableau de correspondance entre les classes européennes et les classes néo-zélandaises

France/ Europe	N^{lle}-Zélande	Situation en service	Emploi	Risques
Classe 1	H1	Bois toujours sec (H < 18%).	Mobilier	Insectes
Classe 2	H2	Bois sec (H < 18% temporairement en surface).	Menuiserie intérieure	Insectes. Développement de pourriture
Classe 3	H3	Bois soumis à des alternances prolongées d'humidité et de sécheresse.	Ossatures, bardages, menuiseries extérieures	Insectes Attaques de pourriture
Classe 4	H4-H5	Bois dont l'humidité est en permanence > à 20% et/ou en contact du sol.	Lisses basses, rambardes, balcons, poteaux	Insectes Pourritures, pourriture molle
Classe 5	H6	Bois ronds ou équarris au contact du sol et de l'eau de mer	Appontements marinas, barges	Insectes, pourritures, pourriture molle, mollusques

Classement et dimensions

- Règles de classement adaptées
- Définitions des critères de choix
- Tableau des sections et longueurs préférentielles

Suite des opérations (1)

* Règles de classement : calage final des limites de choix :
  - 2 ou 3 aller-retour (email) avec les opérateurs de la filière pour fixer ces limites,
  - réunion finale pour entériner.

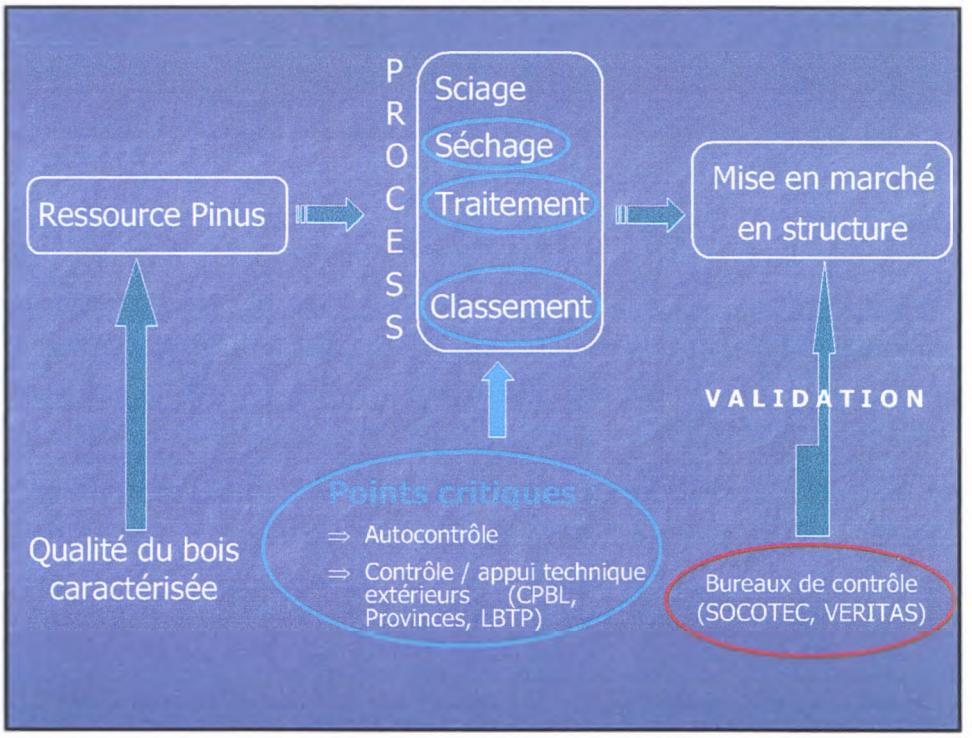
* Finalisation des Cahiers des charges (sauf valeur des propriétés physico-mécaniques) :
  - retour des opérateurs sur le projet soumis (2 ou 3 aller-retour par email),
  - réunion finale pour entériner.

Suite des opérations (2)

* Essais à terminer (Mpl, NC) -> avril-mai

* Mise en application de ces cahiers des charges :
  . Information / Formation auprès des opérateurs (producteurs, utilisateurs)
  . Autocontrôle en entreprise
  . Contrôle externe

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet


Ressource Pinus
PROCESS
Sciage
Séchage
Traitement
Classement
Mise en marché en structure
VALIDATION
Qualité du bois caractérisée
Points critiques :
⇒ Autocontrôle
⇒ Contrôle / appui technique extérieurs (CPBL, Provinces, LBTP)
Bureaux de contrôle (SOCOTEC, VERITAS)

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet