

PÔLE DES LABORATOIRES BOIS



Rapport CODIFAB
REF. LBO/DR/403/16/207 – 07/06/2016

REdEME

Reconnaissance d'essences en Menuiserie

Financé par :

CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

Coordinateur : Frédéric WIELEZYNSKI

Comité de pilotage : Gilles Marmoret (CAPEB), Adrien Parquier (FFB),
Philippe Macquart (UFME), Eric Proeschel (groupe Lapeyre), Patrick Martin (ATIBT)

Rédacteurs :

Nathalie PASSEDAT
nathalie.passedat@fcba.fr

Didier REULING
didier.reuling@fcba.fr

Mécanique



Siège social
10, rue Galilée
77420 Champs-sur-Marne
Tél +33 (0)1 72 84 97 84

Bordeaux
Allée de Boutaut - BP 227
33028 Bordeaux Cedex
Tél +33 (0)5 56 43 63 00
Fax +33 (0)5 56 43 64 80

www.fcba.fr

Ce document comporte 50 pages de rapport. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Sommaire

1. Contexte	4
2. Objectifs du projet.....	4
3. Description des différentes tâches du projet	4
4. Financement et organisation du projet	5
5. Résultat de la tâche 1	6
5.1 - Recherche bibliographique européenne sur les techniques d'identification des essences ...	6
5.2 - Evaluation des techniques d'identification des essences	7
5.3 - Rédaction de fiches méthodes	8
6. Résultat de la tâche 2	8
6.1 - Recensement des essences concernées et identification des problématiques rencontrées pour chaque essence.....	8
6.2 - Tableaux croisés méthode d'identification - problématiques essences.....	8
6.3 - Bilan sur le potentiel des méthodes.....	13
7. Résultat de la tâche 3 et 4	15
7.1 - Pré-test FCBA pour la distinction aubier duramen par méthode chimique.....	15
7.2 - Pré-test FCBA pour la distinction de deux types de chêne par méthode chimique	15
7.3 - Pré-test FCBA pour la distinction aubier duramen par méthode de spectroscopie proche infra rouge.....	16
7.4 - Pré-test FCBA pour la distinction des origines par méthode de spectroscopie proche infra rouge	18
7.5 - Pré-test FCBA pour la distinction des essences par méthode de spectroscopie proche infra rouge	18
8. Conclusions sur le choix des méthodes à retenir et/ou à développer	20
8.1 - Pour le niveau d'identification recherché « espèce » :.....	20
8.2 - Pour le niveau d'identification recherché « origine » :.....	21
8.3 - Pour le niveau d'identification recherché « différenciation aubier / duramen » :.....	22
8.4 - Pour le cas particulier (non traité dans les tableaux précédents) de la recherche de la « distinction du bois juvénile » :.....	22
Annexe 1 : Fiche Chiens renifleurs	23
Annexe 2 : Fiche identification par macroscopie	24
Annexe 3 : Fiche identification par macro et microscopie.....	27
Annexe 4 : Fiche identification par réactifs chimiques	30
Annexe 5 : Fiche identification par spectroscopie proche infra-rouge.....	33
Annexe 6 : Fiche identification par code barre ADN	36
Annexe 7 : Fiche identification par machine vision	39
Annexe 8 : Fiche identification par spectromètre de masse	41
Annexe 9 : Fiche identification par analyse Isotopes stables.....	43
Annexe 10 : Liste des problématiques	45
Annexe 11 : Développement reconnaissance d'essence par système vidéo intelligent (Piste 1)...	47
Annexe 12 : Développement reconnaissance d'essence par système vidéo intelligent (Piste 2)...	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse de la veille bibliographique.....	6
Tableau 2 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	7
Tableau 3 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	9
Tableau 4 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	10
Tableau 5 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	11
Tableau 6 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	12
Tableau 7 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	13
Tableau 8 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	14
Tableau 9 : Tableau croisé pour Pin laricio et Pin maritime entre le réel et le prédit aubier duramen	17
Tableau 10 : Tableau croisé pour le Pin sylvestre entre le réel et le prédit aubier duramen	17
Tableau 11 : Tableau croisé pour le Pin sylvestre entre le réel et le prédit des origines	18
Tableau 12 : Tableau croisé entre le réel et le prédit des essences	19
Tableau 13 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché.....	20

Liste des graphiques

Graphique 1 : ACP axes 1-2 Pin laricio	16
Graphique 2 : ACP axes 1-2 Pin maritime.....	16
Graphique 3 : ACP axes 1-2 Pin sylvestre/toutes origines confondues	17
Graphique 4 : ACP axes 1-2 Pin sylvestre/origine.....	17
Graphique 5 : ACP axes 1-2 Pins/toutes origines confondues	18

Liste des photos

Photo 1 : Lugol 10% en présence d'aubier sur Eucalyptus.....	15
Photo 2 : Méthyl orange 0,1% en présence d'aubier sur Eucalyptus.....	15
Photo 3 : Différenciation du chêne rouge américain du chêne blanc européen	16

1. Contexte

Suite à l'exigence grandissante de la déclaration d'essences et de son origine, renforcée par l'entrée en vigueur du Règlement sur le Bois de l'Union Européenne (RBUE / FLEGT–Mars 2013) les professionnels du bois, en particulier ceux de la menuiserie ont besoin de pouvoir afficher et prouver la provenance de leurs bois, qu'ils soient français ou exotiques. Les exigences techniques sur les produits de construction en bois, notamment vis-à-vis de la durabilité, nécessitent également la reconnaissance des parties aubieuses. Cette reconnaissance ou identification d'essences est restée pendant très longtemps une affaire de spécialistes puisqu'elle nécessitait en parallèle la construction d'un référentiel sur la base d'une nomenclature botanique pour intégrer des essences au fur et à mesure de leur découverte. Aujourd'hui, bien que ce référentiel soit toujours en évolution, plusieurs techniques se développent autour de la reconnaissance ou de l'identification d'essences accessibles aux non spécialistes et transférables en entreprises.

2. Objectifs du projet

Dans un premier temps, FCBA a proposé de recenser l'ensemble des techniques de reconnaissance ou d'identification d'essences existantes par une étude bibliographique à l'échelle mondiale.

FCBA proposera ensuite aux professionnels des menuiseries, en fonction des essences concernées et après le recensement précis de leurs besoins en terme d'identification d'essence ou reconnaissance d'aubier, une ou plusieurs méthodes permettant cette identification officielle et reconnue, ainsi que les éléments nécessaires à son évaluation technico économique (faisabilité industrielle et économique).

FCBA a essayé également, autant que faire se peut, de fournir une ou des solution(s), complète(s) ou partielle(s), pour que ces reconnaissances puissent être réalisées en interne (autocontrôles).

En fonction des données obtenues lors de la première phase de définition, un exemple type pourra être traité au cours de cette étude pour illustrer les résultats potentiels.

3. Description des différentes tâches du projet

Ce projet a été découpé en plusieurs tâches :

Tâche 1 : Définition des besoins et recherche bibliographique européenne sur les techniques d'identification des essences (Etat de l'art incluant des considérations de faisabilité industrielle et économique).

Tâche 2 : Recensement des essences concernées par l'identification ou la reconnaissance fourni par les instances représentatives des menuisiers. Identification des problématiques individualisées par essence (reconnaissance, origine, différenciation aubier/duramen).

Tâche 3 : Recherche d'autres méthodes et matériels d'identification transférables aux professionnels de la menuiserie pour compléter d'une part l'identification d'essence voir pour déterminer l'origine géographique des essences (Utilisation de colorants, NIRS (spectroscopie proche infra-rouge), Spectrofluorimétrie, ADN, Rayons X, ...).

Tache 4 : détection des zones aubieuses

Tache 5 : rédaction du livrable/cahier des charges précis pour mise en œuvre de la ou des méthode(s) retenue(s)

Suite à donner : Mise en œuvre d'une ou plusieurs méthode(s)

4. Financement et organisation du projet

Ce projet a bénéficié d'un financement 100% CODIFAB.

Les partenaires :

- CAPEB,
- Lapeyre Industries,
- FFB,
- UFME,
- ATIBT,
- FCBA (Laboratoires de Mécanique, de Physique, CIAT et DIR)

Le Comité de Pilotage s'est réuni à 4 reprises depuis le démarrage du projet dans les locaux du FCBA à Bordeaux et à Champs sur Marne :

- 22 Septembre 2015 (Démarrage tardif du projet lié à la difficulté de mobilisation des différents partenaires)
- 18 Novembre 2015
- 12 Janvier 2016
- 21 avril 2016

5. Résultat de la tâche 1

5.1 - Recherche bibliographique européenne sur les techniques d'identification des essences

Une veille a été réalisée et fait l'objet d'un rapport « Reconnaissance d'essence pour la menuiserie par Latino Loureiro Morais FCBA - Octobre 2015 ». Cette veille a été réalisée avec les sources suivantes :

- Scopus (Scopus est la plus grande base de données de résumés et de citations des publications scientifiques à comité de lecture : revues scientifiques, livres et actes de conférences. Elle recense près de 22 000 journaux pour 55 millions d'entrées),
- Thomson Innovation (Thomson Innovation propose une base internationale de brevets mettant un accent particulier sur les brevets de la région Asie-Pacifique),
- Google Scholar,
- Google Patents.

Ce rapport présente les résumés, références et auteurs de 68 publications scientifiques ainsi que 16 brevets sur la reconnaissance d'essence sur les 20 dernières années.

Cette veille nous a permis d'établir un bilan synthétique qui recense les différentes méthodes employées pour la reconnaissance ou l'identification d'essence présentées dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Synthèse de la veille bibliographique

	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques				Méthode génétique
	Observations macroscopiques et microscopiques	Automate ¹	Chiens renifleurs	Isotopes stables	Spectroscopie ²	Chimie ³	Code barres ADN
Nombre de publications	2	27	1	4	23	10	9
Nombre de brevets		7			3		2
% représentativité	2	39	1	5	29.5	11	12.5
Perspective	Pas d'évolution majeure sur les 10 dernières années	En stabilisation	Développée uniquement pour la détection d'essences interdites	Souvent combinée à la méthode génétique	En développement	Réactifs développés depuis plus de 50 ans Spectromètre de masse : en développement	En développement

Notes :

¹ : Automate = appareil automatisé avec caméra (Evaluation de la forme) ou mesure CIE lab (Evaluation de la couleur)

² : Spectroscopie = comprend en grande majorité spectroscopie en proche infra-rouge + fluorescence + plasma

³ : Chimie = analyse extraits, utilisation de réactifs, spectrométrie de masse

Nous pouvons voir dans le tableau 1, le nombre de publications par méthodes étudiées ou développées. Ce nombre nous montre les méthodes potentiellement les plus travaillées au cours de ces 20 dernières années. L'analyse des dates de publications (anciennes ou récentes) nous a permis d'évaluer les perspectives d'évolution ou d'aboutissement de ces différentes méthodes.

Ainsi, nous avons constaté sur les méthodes visuelles par automates qui représentent le plus de publications à ce jour, que celles-ci commencent à décroître ces dernières années, ce qui nous permet de supposer que cette méthode est en cours de stabilisation en terme de développement et prête en terme d'industrialisation.

5.2 - Evaluation des techniques d'identification des essences

Sur la base de la veille et de l'avis d'experts FCBA, nous avons déduit de la veille bibliographique les méthodes potentiellement les plus intéressantes (représentation en vert dans le tableau 2) en fonction du niveau d'identification recherché.

Tableau 2 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Niveau d'identification	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques				Méthode génétique
	Observations macroscopiques et microscopiques	Automate Machine Vision	Réactifs chimiques	Isotopes stables	Spectroscopie	Spectrométrie de masse	Code barre ADN
Genre	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Espèce	✓	✓	✓ ²	✗	✓	✓	✓
Origine	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Aubier / duramen	✓ ¹	✓ ¹	✓ ²	✗	✓	✗	✗
Bois juvénile	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Légende :

✓ : identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou conforme à un avis d'experts FCBA et dans le cas où le référentiel existe (méthode à fort potentiel).

✓ : identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou conforme à un avis d'experts FCBA et dans le cas où le référentiel existe mais avec des restrictions, cf notes (méthode à potentiel limité)

✗ : identifiée dans aucune des publications de la veille réalisé et non conforme à un avis d'experts FCBA

Notes :

¹ : si bois à duramen différencié

² : connu pour certaines espèces

5.3 - Rédaction de fiches méthodes

Après avoir identifié les méthodes d'identification, des fiches méthodes ont été réalisées afin de préciser le principe, les avantages et inconvénients, la durée et le coût de l'analyse, l'équipement et la qualification nécessaire, l'accessibilité de la méthode, ses acquis et perspectives.

Quand cela a été possible des experts externes ont été consultés afin de valider ces fiches. Toutes les fiches se trouvent en annexe (annexes 1 à 8).

6. Résultat de la tâche 2

6.1 - Recensement des essences concernées et identification des problématiques rencontrées pour chaque essence

Afin de bien définir les besoins des professionnels une enquête a été réalisée auprès d'eux. Elle a permis de lister les problématiques et les essences à étudier (annexe 9).

6.2 - Tableaux croisés méthode d'identification - problématiques essences

A partir de la veille réalisée et l'identification des méthodes de reconnaissance ou d'identification, nous avons réalisé des tableaux croisés identifiant les méthodes adéquates par essence et selon les trois niveaux d'identification recherchés :

- 1 – Espèces
- 2 – Origine
- 3 – Aubier/duramen.

La méthode avec le spectromètre de masse n'apparaît pas dans les tableaux car il n'y a pas assez de recul pour pouvoir avoir un avis sur sa capacité à répondre aux problématiques des professionnels de la menuiserie (tableaux 3 à 7).

Tableau 3 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Espèce ou genre recherché	Problématique recherchée	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques			Méthode génétique
Nom commun/scientifique		Observations macro et micro	Automate	Chimie	Isotopes stables	Spectroscopie	Code barre ADN
Mélèze <i>Larix sp.</i>	Espèces	++ (genre)	!	-	-	!	+
	Origine	-	-	-	++	!	++ (Larix siberica)
	Aubier / duramen	++	!	-	-	!	?
Douglas <i>Pseudotsuga sp.</i>	Origine	-	-	-	+ (Amérique du Nord, Chine, Japon, Europe)	!	?
Western Hemlock <i>Tsuga heterophylla</i>	Espèces	++	!	-	!	+ (/balsam fir, white spruce, amabilis fir)	!

Légende :

++ : Identifiée et répondant à la problématique

+ : Identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou réalisable suivant avis d'experts

! : Non identifiée sur les essences de la problématique dans veille réalisée mais à prospecter

- : Non identifiée dans veille réalisée et non réalisable aujourd'hui selon avis d'experts FCBA, méthode non adaptée avec les connaissances actuelles

? : Non identifiée dans veille réalisée et pas d'avis d'experts FCBA

Pas assez de recul pour répondre aux problématiques précises des professionnels avec le spectromètre de masse.

Tableau 4 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Espèce ou genre recherché	Problématique recherchée	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques			Méthode génétique
		Observations macro et micro	Automate	Chimie	Isotopes stables	Spectroscopie	Code barre ADN
Sapin / Epicéa <i>Abies sp. / Picea sp.</i>	Espèces	++	!	++	-	+	!
	Origine	-	-	-	+ (Alpes)	+ (Europe)	!
Western red cedar <i>Thuja plicata</i>	Espèces	++	!	-	-	!	!
Pins <i>Pinus sp.</i>	Espèces	++ (genre et certaines espèces)	!	-	-	+ (/sapin et épicea)	++
	Origine	-	-	-	++	++	++
	Aubier / duramen	++	!	++	-	++	-

Légende :

++ : Identifiée et répondant à la problématique

+ : Identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou réalisable suivant avis d'experts

! : Non identifiée sur les essences de la problématique dans veille réalisée mais à prospecter

- : Non identifiée dans veille réalisée et non réalisable aujourd'hui selon avis d'experts FCBA, méthode non adaptée avec les connaissances actuelles

? : Non identifiée dans veille réalisée et pas d'avis d'experts FCBA

Pas assez de recul pour répondre aux problématiques précises des professionnels avec la méthode spectromètre de masse.

Tableau 5 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Espèce ou genre recherché	Problématique recherchée	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques			Méthode génétique
Nom commun/scientifique		Observations macro et micro	Automate	Chimie	Isotopes stables	Spectroscopie	Code barre ADN
Eucalyptus Eucalyptus sp.	Espèces	++ (genre et quelques espèces)	!	-	?	+ (/chinese fir)	++
	Origine	-	-	-	!	!	-
	Aubier / duramen	+	?	++	-	++	-
Chêne Quercus sp.	Espèces	++ (genre et groupes d'espèces)	!	+ (groupes d'espèces)	++	+ (quercus rubra et alba)	++
	Origine	-	-	+ (groupes d'espèces)	!	+ (quercus suber)	+ (quercus robur et petraea)

Légende :

++ : Identifiée et répondant à la problématique

+ : Identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou réalisable suivant avis d'experts

! : Non identifiée sur les essences de la problématique dans veille réalisée mais à prospecter

- : Non identifiée dans veille réalisée et non réalisable aujourd'hui selon avis d'experts FCBA, méthode non adaptée avec les connaissances actuelles

? : Non identifiée dans veille réalisée et pas d'avis d'experts FCBA

Pas assez de recul pour répondre aux problématiques précises des professionnels avec la méthode spectromètre de masse.

Tableau 6 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Espèce ou genre recherché	Problématique recherchée	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques			Méthode génétique
		Observations macro et micro	Automate	Chimie	Isotopes stables	Spectroscopie	Code barre ADN
Hêtre <i>Fagus sylvatica</i>	Espèces	++	!	-	?	++	!
	Origine	-	-	-	!	+ (Allemagne, Luxembourg)	?
Châtaignier <i>Castanea sativa</i>	Espèces	++	!	-	-	!	!
	Origine	-	-	++	!	!	!
Bossé <i>Guarea sp.</i>	Espèces	++ (genre)	!	-	-	!	?

Légende :

++ : Identifiée et répondant à la problématique

+ : Identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou réalisable suivant avis d'experts

! : Non identifiée sur les essences de la problématique dans veille réalisée mais à prospecter

- : Non identifiée dans veille réalisée et non réalisable aujourd'hui selon avis d'experts FCBA, méthode non adaptée avec les connaissances actuelles

? : Non identifiée dans veille réalisée et pas d'avis d'experts FCBA

Pas assez de recul pour répondre aux problématiques précises des professionnels avec la méthode spectromètre de masse.

Tableau 7 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Espèce ou genre recherché	Problématique recherchée	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques			Méthode génétique
Nom commun/scientifique		Observations macro et micro	Automate	Chimie	Isotopes stables	Spectroscopie	Code barre ADN
Ayous – Obéché Tripluchiton scleroxylon	Espèces	++	!	-	++	!	++
Sipo / Kosipo Entandrophragma utile / Entandrophragma candollei	Espèces	++	!	-	-	!	++
Shorea ou parashorea	Espèces	++ (genre et groupes d'espèces)	!	-	-	!	++
Moabi / Sapelli Baillonela toxisperma / Entandrophragma cylindricum	Espèces	++	!	-	-	!	++
Niangon / mengkulang	Espèces	-	-	-	-	!	!

Légende :

++ : Identifiée et répondant à la problématique

+ : Identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou réalisable suivant avis d'experts

! : Non identifiée sur les essences de la problématique dans veille réalisée mais à prospecter

- : Non identifiée dans veille réalisée et non réalisable aujourd'hui selon avis d'experts FCBA, méthode non adaptée avec les connaissances actuelles

? : Non identifiée dans veille réalisée et pas d'avis d'experts FCBA

Pas assez de recul pour répondre aux problématiques précises des professionnels avec la méthode spectromètre de masse.

6.3 - Bilan sur le potentiel des méthodes

A partir des tableaux précédents, il est possible de dresser un bilan du potentiel de chaque méthode en réponse aux niveaux d'identification recherchés.

Le tableau 8 ci-dessous décrit le pourcentage de réponses identifiées pour répondre selon le niveau d'identification recherché aux problématiques déjà définies.

Un code couleur permet de mieux mettre en évidence les potentialités.

Tableau 8 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Niveau d'identification recherché	Adéquation avec problématique	Méthodes visuelles		Méthodes chimiques			Méthode génétique
		Observation macro et microscopique	Automate	Chimie	Isotopes stables	Spectroscopie	Code barre ADN
Espèce	++	16%		2%	2%	1%	8%
	+					6%	1%
	!		16%			10%	7%
	-	1%	1%	13%	12%		
	?				2%		1%
Origine	++			2%	4%	2%	4%
	+			2%	4%	6%	2%
	!				9%	9%	4%
	-	17%	15%	13%			2%
	?						4%
Aubier / Duramen	++	11%		11%		11%	
	+	6%					
	!		11%			6%	
	-			6%	17%		11%
	?		6%				6%

++ : Identifiée et répondant à la problématique

+ : Identifiée dans au moins 1 publication de la veille réalisée ou réalisable suivant avis d'experts

! : Non identifiée sur les essences de la problématique dans veille réalisée mais à prospecter

- : Non identifiée dans veille réalisée et non réalisable aujourd'hui selon avis d'experts FCBA, méthode non adaptée avec les connaissances actuelles

? : Non identifiée dans veille réalisée et pas d'avis d'experts FCBA

Code couleur	Signification
	Fort potentiel
	Potentiel moyen
	Non adapté à la problématique
	Faible potentiel ou absence de réponse significative

7. Résultat de la tâche 3 et 4

7.1 - Pré-test FCBA pour la distinction aubier duramen par méthode chimique

Sur des échantillons de bois d'Eucalyptus, nous avons testé les différenciations de coloration de deux produits chimiques pour identifier l'aubier du duramen :

- Lugol 10% : coloration bleue en présence d'amidon présent dans l'aubier,
- Méthyl orange 0,1% : coloration rouge duramen et Jaune aubier.

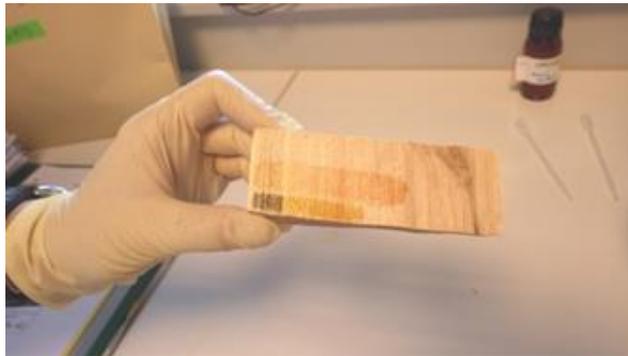


Photo 1 : Lugol 10% en présence d'aubier sur Eucalyptus

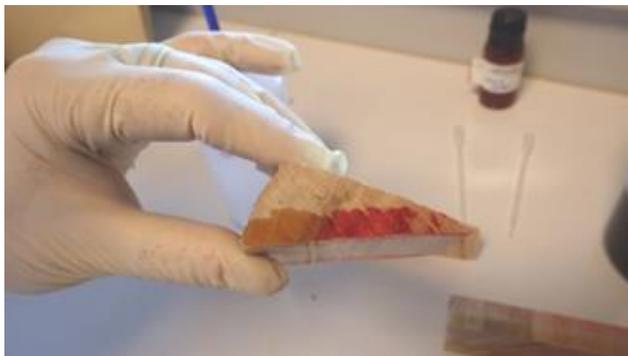


Photo 2 : Méthyl orange 0,1% en présence d'aubier sur Eucalyptus

7.2 - Pré-test FCBA pour la distinction de deux types de chêne par méthode chimique

Nous avons testé les différenciations du duramen de deux espèces (chênes rouges américains et en chênes blancs européens) avec une solution de nitrate de sodium à 10% :

- Coloration jaune orangé pour le chêne rouge américain,
- Coloration vert foncé à violet noir pour chêne blanc européen.

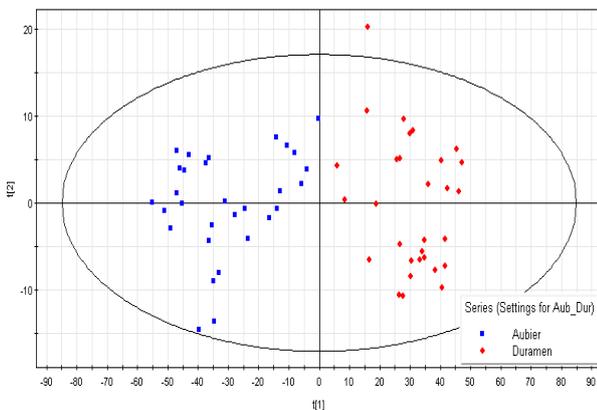


Photo 3 : Différenciation du chêne rouge américain du chêne blanc européen

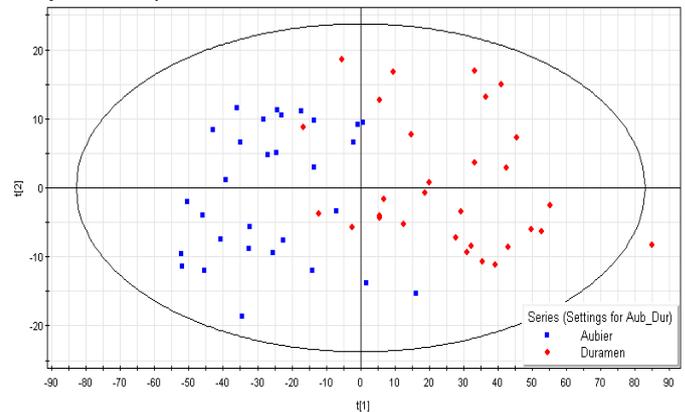
7.3 - Pré-test FCBA pour la distinction aubier duramen par méthode de spectroscopie proche infra rouge

Sur des échantillons de bois de Pins de différentes origines géographiques, nous avons testé par méthode de spectroscopie proche infra-rouge la différenciation aubier / duramen. Nous avons pour chaque essence-origine-Type de bois (aubier-duramen) acquis 60 spectres en mesure de surface (plan longitudinal) avec une incrémentation de longueur d'onde de 1 nm

Les graphiques ci-dessous présentent l'analyse en composante principale pour les essences Pin laricio et Pin maritime (ACP sur 60 spectres)



Graphique 1 : ACP axes 1-2 Pin laricio



Graphique 2 : ACP axes 1-2 Pin maritime

Un modèle de distinction aubier/duramen a été créé à partir de 46 spectres et 14 spectres ont servi à la validation de ce modèle. Le tableau ci-dessous présente la prédiction aubier duramen par le modèle

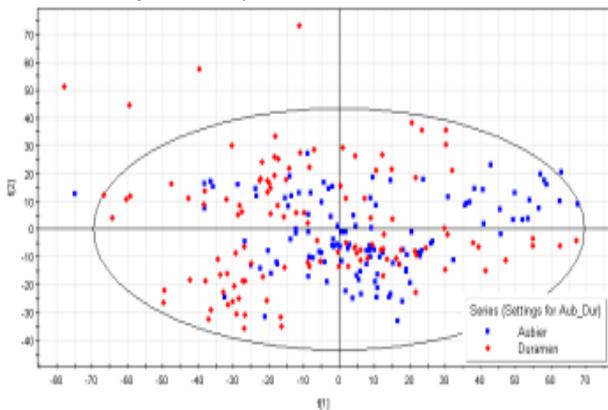
Tableau 9 : Tableau croisé pour Pin laricio et Pin maritime entre le réel et le prédit aubier duramen

		Valeurs vraies	Valeurs prédites		Total
			Aubier	Duramen	
Surface	Calibration	Aubier	23		23
		Duramen		23	23
	Validation	Aubier	7		7
		Duramen		7	7
Total			30	30	60

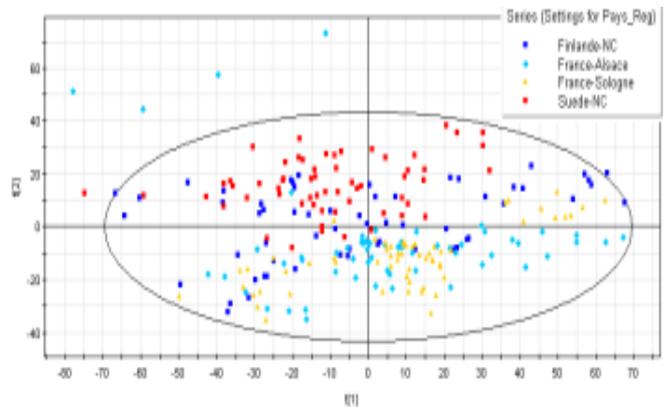
Pour ces deux essences la distinction aubier/duramen semble facile.

Le même traitement a été appliqué sur l'essence Pin sylvestre avec quatre origines géographiques différentes.

Les graphiques ci-dessous présentent l'analyse en composantes principales pour celle-ci sur 240 spectres)



Graphique 3 : ACP axes 1-2 Pin sylvestre/toutes origines confondues



Graphique 4 : ACP axes 1-2 Pin sylvestre/origine

Sur l'ACP, il semble y avoir plus de différences entre les différentes origines qu'entre le type de bois.

Un modèle de distinction aubier/duramen a été créé à partir de 184 spectres et 56 spectres ont servi à la validation de ce modèle. Le tableau ci-dessous présente la prédiction aubier duramen par le modèle.

Tableau 10 : Tableau croisé pour le Pin sylvestre entre le réel et le prédit aubier duramen

		Valeurs vraies	Valeurs prédites		Total
			Aubier	Duramen	
Surface	Calibration	Aubier	92		92
		Duramen	5	87	92
	Validation	Aubier	28		28
		Duramen	2	26	28
Total			127	113	240

Quelques spectres sont mal classés. Vu l'effet origine, il faudrait peut-être faire une calibration par origine pour distinguer aubier-duramen. Cependant nous confirmons le potentiel de cette méthode pour la distinction aubier duramen comme souligné dans la veille bibliographique.

7.4 - Pré-test FCBA pour la distinction des origines par méthode de spectroscopie proche infra rouge

Un modèle de distinction des origines géographiques a été créé à partir de 184 spectres et 56 spectres ont servi à la validation de ce modèle. Le tableau ci-dessous présente la prédiction origine par le modèle

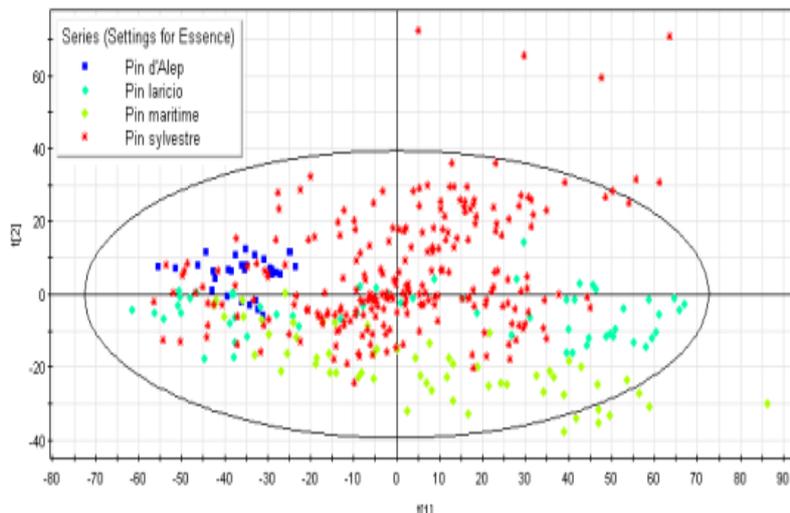
Tableau 11 : Tableau croisé pour le Pin sylvestre entre le réel et le prédit des origines

		Valeurs vraies	Valeurs prédites				Total
			Finlande	Alsace	Sologne	Suède	
Surface	Calibration	Finlande	44		2		46
		FR-Alsace	1	45			46
		Fr-Sologne	2		44		46
		Suède				46	46
	Validation	Finlande	12		1	1	14
		FR-Alsace		14			14
		Fr-Sologne			14		14
		Suède				14	14
Total			59	59	61	61	240

Même si la prédiction n'est pas parfaite, la distinction de l'origine par spectroscopie proche infra-rouge semble présenter un bon potentiel.

7.5 - Pré-test FCBA pour la distinction des essences par méthode de spectroscopie proche infra rouge

Les graphiques ci-dessous présentent l'analyse en composantes principales pour les essences Pins (Pin d'Alep, Pin laricio, Pin maritime et Pin sylvestre) à partir de 390 spectres.



Graphique 5 : ACP axes 1-2 Pins/toutes origines confondues

Un modèle de distinction des essences Pins a été créé à partir de 299 spectres et 91 spectres ont servi à la validation de ce modèle. Le tableau ci-dessous présente la prédiction essences par le modèle

Tableau 12 : Tableau croisé entre le réel et le prédit des essences

		Valeurs vraies	Valeurs prédites				Total
			Alep	Laricio	Maritime	Sylvestre	
Surface	Calibration	Alep	20			3	23
		Laricio		42		4	46
		Maritime			42	4	46
		Sylvestre	1	3	3	177	184
	Validation	Alep	7				7
		Laricio		14			14
		Maritime			14		14
		Sylvestre			1	55	56
Total			28	59	60	243	390

Globalement, on distingue très bien les essences, aussi bien en calibration qu'en validation. On pourrait sans doute améliorer un peu les résultats en intégrant les informations origine et/ou type de bois.

La distinction des essences ou des origines pour une essence donnée semble possible, mais ces résultats sont fortement liés à l'échantillonnage utilisé qui dans ce prétest est assez restreint.

8. Conclusions sur le choix des méthodes à retenir et/ou à développer

Ce dernier tableau met en évidence les conclusions du projet.

Tableau 13 : Evaluation des potentiels des méthodes identifiées par niveau d'identification recherché

Niveau d'identification recherché	Méthode(s) éprouvée(s)	Méthode(s) prometteuse(s)	Méthode(s) à prospecter	Méthode(s) non adaptée(s)
Espèce	Observation macro et microscopique	Code barre ADN (*)	Machine vision Spectroscopie	Chimie Isotopes stables
Origine		Spectroscopie	Isotopes stables Code barre ADN (*)	Observation macro et microscopique Machine vision Chimie
Aubier / duramen	Observation macro et microscopique Chimie (réactifs) Spectroscopie		Machine vision (pour essence au duramen différencié)	Isotopes stables Code barre ADN (*)

(*) Méthode de laboratoire non transférable en entreprise

8.1 - Pour le niveau d'identification recherché « espèce » :

Les référentiels développés pour la reconnaissance des bois l'ont été sur la base d'observations macro et microscopiques. Ces observations restent la méthode de référence mais celle-ci n'est pas transférable en entreprise et n'est utilisable que par des experts. En cas de litige une expertise par un expert restera nécessaire mais dans le cadre de contrôle qualité ou de choix, des méthodes simplifiées pourraient être suffisantes pour les professionnels.

Ainsi, plusieurs pistes de projet s'appuyant sur la méthode d'observation par macro et microscopie ou la participation au développement de machine vision pourraient être étudiées :

1. Projet développement de fiches – coffret sur mesure :

Clef identification macroscopique simplifiée « papier » sur liste d'essences définies dans les tableaux 3 à 7 (intégrant si possible la distinction aubier/duramen et l'utilisation de réactifs chimiques)

2. Projet de développement d'un automate de vision

Deux automates ont été identifiés comme en cours de développement sur ces dernières années (voir correspondance par mail en annexes 10 et 11) :

- Automate xylo Tron (EU)

Nous avons obtenu un contact en la personne du Dr Hermanson du Centre for Wood Anatomy Research (CWAR) à la Forêt Products Laboratory (FPL) qui développe un prototype le Xylo Tron et avec lequel un partenariat pourrait être envisagé.

Ce prototype est un dispositif autonome transportable qui permet d'identifier des bois commerciaux d'Amérique Centrale et du Brésil. Un projet international est en cours pour enrichir la base de données.

L'achat de l'automate a un coût évalué à 2 000 euros H.T. et le coût de développement pour une nouvelle essence à intégrer dans le programme de reconnaissance reste à évaluer avec le développeur.

- Application numérique d'un automate de vision sur Iphone 6 (Malaisie)

Nous avons obtenu un contact en la personne du Dr TAY Yong Haur de l'université Tunku Abdul Rahman à Kuala Lumpur (Malaisie) qui propose, en utilisant la dernière technologie de reconnaissance des formes, une application hébergée en ligne ou les utilisateurs finaux ont seulement besoin d'utiliser un smartphone (avec connexion Internet) et une macro-lens pour effectuer la reconnaissance d'essences. À l'heure actuelle, le téléphone utilisé est un iPhone 6. Ce système est un service d'abonnement. Le dispositif est en train d'être développé pour 100 espèces de bois asiatiques pour l'institut de recherche forestière de Malaisie. A l'heure actuelle ce système n'est pas en mesure de reconnaître les bois européens et ceci pourrait être une piste de développement. L'achat d'un smartphone 6 a un coût évalué à 600 euros H.T. et le coût de développement pour une nouvelle essence à intégrer dans le programme de reconnaissance est évalué par le développeur à 4 000 euros H.T.

Le FCBA propose, dans un premier temps, d'élaborer un projet de recherche appliqué à quelques essences utilisées en menuiserie sur les deux automates identifiés pour suivre leur potentiel respectif (une essence a été évoquée : le Chêne).

Dans un second temps un projet plus conséquent pourrait être élaboré pour développer l'utilisation de l'automate le plus adapté à d'autres essences à l'échelle européenne.

8.2 - Pour le niveau d'identification recherché « origine » :

Des prétests au FCBA permettent de confirmer le fort potentiel de la spectroscopie pour répondre à l'origine des essences à condition de cibler les essences. Un modèle de calibration sur appareil de spectroscopie proche infra-rouge portable pourrait être développé et la méthode pourrait ensuite être transférée chez les professionnels.

Le FCBA propose d'élaborer un projet de recherche appliqué aux Pins de France et aux Chênes Européens en utilisant la spectroscopie proche infra-rouge en parallèle de la méthode isotopes stables (partenariat à envisager avec le CNRS de Lyon) pour identifier le potentiel respectif des deux méthodes.

8.3 - Pour le niveau d'identification recherché « différenciation aubier / duramen » :

Des prétests au FCBA avec des réactifs colorés ont permis de vérifier la capacité de certains réactifs à mettre en évidence la différence aubier/duramen mais il s'agit de réactions chimiques spécifiques qui ne fonctionnent que sur certaines essences (quelques exemples dans le chapitre 7). Ces résultats pourront être intégrés dans les fiches du coffret sur mesure (voir Projet développement de fiches – coffret sur mesure).

D'autres prétests au FCBA en spectroscopie montrent également qu'il pourrait être intéressant d'utiliser la spectroscopie proche infra-rouge pour mettre au point un modèle de différenciation aubier/duramen pour une essence donnée (quelques exemples de résultats obtenus dans le chapitre 7)

8.4 - Pour le cas particulier (non traité dans les tableaux précédents) de la recherche de la « distinction du bois juvénile » :

Cette problématique peut concerner les essences pouvant être affectées par la présence de bois juvénile, à savoir : les Pins, Douglas, Eucalyptus, Western hemlock, Western red cedar, Epicéa / Sapin.

Cette détection étant très difficile à posteriori sur les produits bois, le plus simple consiste à identifier les caractéristiques physico-mécaniques désirées sur le produit final et à définir un tri des bois répondant à ces caractéristiques pour éliminer une majorité des bois contenant du bois juvénile (critères de masse volumique, largeur de cernes, ...).

Une autre méthode pourrait être utilisée : la méthode de détermination de l'angle des micro fibrilles.

Après la densité du bois, l'angle des microfibrilles de cellulose dans la paroi cellulaire est le deuxième facteur qui influence le plus les propriétés mécaniques du bois, en particulier sa rigidité et sa résistance. Un angle des microfibrilles faible dans la couche S2 de la paroi secondaire des éléments de soutien (trachéides pour les conifères, fibres pour les feuillus) implique une plus grande résistance du matériau et une déformation plastique plus faible avant rupture. Le bois de réaction des conifères et le bois juvénile (bois mis en place lors des premières années de la vie de l'arbre) sont caractérisés par un angle des microfibrilles plus grand que dans le bois normal.

Cette problématique pourrait faire l'objet d'un sujet de thèse (partenariat FCBA-ESB-I2M) à élaborer sur les cas particuliers de l'Eucalyptus grandis et de certains résineux (à définir).

Annexe 1 : Fiche Chiens renifleurs

	<p>Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)</p> <p>Fiche Chiens renifleurs 1/1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✗	Aubier / duramen	✗	Bois juvénile	✗
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✗													
Aubier / duramen	✗													
Bois juvénile	✗													
Descriptif et Principe														
<p>Depuis 2010, utilisation de l'odorat de chiens formés à reconnaître certaines molécules chimiques spécifiques de certaines espèces de bois protégées selon les normes CITES.</p>														
Avantages / Inconvénients														
<p>Fiable à 90 % pour l'identification d'acajou brésilien (<i>Swietenia macrophylla</i>, et du palissandre de Rio (<i>Dalbergia nigra</i>) et d'espèces proches.</p> <p>Rapide</p> <p>Non destructif</p>	/	<p>Projet pilote : peu de chiens opérationnels</p> <p>Temps de formation long pour les chiens</p> <p>Limité à certaines essences</p>												
Durée de l'analyse / Coût de la prestation														
<p>Quelques minutes Coût du chien, de sa formation et de son entretien, du maître chien, et coût d'une analyse (moins de 10 euros)</p>														
Equipement / qualification du personnel														
<p>Chien formé et son maître Echantillons de références des espèces recherchées et des espèces proches</p>														
Accessibilité de la méthode														
<p>Non transférable en entreprise</p>														
Perspectives														
<p>Méthode exclusivement testée dans le cadre d'un projet pilote et aux douanes pour identifier des espèces protégées en particulier. Formation de nouveaux chiens et développement de nouvelles formations pour d'autres espèces.</p>														
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<p>Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>													

Annexe 2 : Fiche identification par macroscopie

	<p>Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification) Fiche Identification par macroscopie <i>1/3</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✗	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	✗
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✗													
Aubier / duramen	✓													
Bois juvénile	✗													
Descriptif et Principe														
<p>L'identification d'un échantillon de bois consiste à déterminer le genre botanique auquel il appartient et parfois l'espèce correspondante. L'organisation des éléments de la structure du bois est constante et spécifique pour chaque essence de bois.</p> <p>Chaque bois (tempéré ou tropical) est caractérisé par sa couleur, son toucher, son odeur, sa masse volumique, la présence ou absence de duramen différencié, sa dureté, son grain, sa maille, la présence ou non de canaux résinifères, la présence et la disposition de parenchyme etc...</p> <p>Les caractéristiques observées sont ensuite comparées avec des échantillons de référence (xylothèque) ou bien avec des données de la littérature spécialisée.</p> <p>Genre plus facilement identifiable avec cette méthode que l'espèce en elle-même</p>														
Avantages / Inconvénients														
Fiable si la personne qui réalise l'identification possède l'expérience nécessaire à cette tâche	Difficulté de distinguer deux espèces proche d'un point de vue macroscopiquement													
Rapide	Nécessite un référentiel (échantillon ou littérature spécialisée)													
Non destructif, peut être réalisée sur le lieu de mise en place du bois	Expertise peut être délicate si dégradation de l'échantillon, ou échantillon trop petit (accessibilité à tous les sens du bois)													
N'exige que quelques connaissances de base sur l'anatomie du bois	Information géographique pour orienter la détermination peut aider													
Distinction aubier/ duramen dans le cas de différence de couleur	Résultats dépendant de l'expérience de la personne qui réalise l'identification													
Durée de l'analyse / Coût de la prestation														
<p>Durée de l'analyse : quelques minutes Coût de la littérature spécialisée ou des plaquettes de bois de référence</p>														
Equipement / qualification du personnel														
	Equipement	Qualification												
Macroscopie	<ul style="list-style-type: none"> - Loupe - Echantillons de référence - Littérature spécialisée 	<p>Au minimum : connaissances en xylologie fondamentale et expérience</p>												
Fiche mise à jour Au 17/08/2016	Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA													



Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)

Fiche Identification par macroscopie
2/3

Niveau d'identification

Genre	✓
Espèce	✓
Origine	*
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	*

Accessibilité de la méthode

Macroscopie :

Transférable en entreprise mais nécessite formation et expérience. La macroscopie seule ne permet pas une fiabilité suffisante dans tous les cas (essences pouvant visuellement être semblable et critères de discrimination pas toujours suffisant pour être sur tous les échantillons). On peut citer l'exemple du Sapin et de l'Epicéa très similaires visuellement et discriminés par les poches de résines présentes uniquement dans l'Epicéa.

Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?

Prestation de reconnaissance d'essences effectuée par quelques laboratoires à travers le monde
Plusieurs publications de vulgarisation sur le descriptif macroscopique des essences de bois
Littérature spécialisée (clés dichotomiques, description anatomiques, ...)
Plusieurs sites internet (professionnels ou de passionnés) recensant les essences de bois au niveau mondial et décrivant les critères macroscopiques.

Perspectives

Macroscopie : outil qui peut être développé au cas par cas dans le cadre d'un nombre d'essences réduit et suivant la problématique de l'entreprise (genre ou espèce, ...)
Méthode pouvant constituer une première approche des autres méthodes et permettant un premier tri et/ou un contrôle qualité (mais non suffisante dans le cas déclaratif).

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA



Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)

Fiche Identification par macroscopie
3/3

Niveau d'identification	
Genre	✓
Espèce	✗
Origine	✗
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	✗

Liste (non exhaustive) de fournisseurs échantillons de bois de référence et xylothèque (texture) en ligne et quelques littératures spécialisées

Les coffrets bois :

- **Coffret de reconnaissance des bois - Y Benoit ET D Dirol Collection FCBA (1999)**
Ouvrage proposant une méthode d'identification rationnelle et rapide qui permet de reconnaître facilement les 16 essences métropolitaines les plus courantes avec 16 échantillons de référence
- **Société ATOUTBOIS**
Contact: labrousse-denis33@orange.fr
Bureau: 362 route de Toulouse - 33130 Bégles - FRANCE
06.80 23.07.54 - SIRET:814 511 549 00010
- **ATELIER D'ART PEPITO** RN. 1 PK 13.2 MACOURIA Guyane Française
Tél. / Fax: 05 94 38 84 22
E-mail: michel.pepito@wanadoo.fr
Vente échantillons d'essences guyanaises
- **Societe NAEF** Spiele AG Untere Brühlstrasse 11 4800 Zofingen Switzerland
info@naefspiele.ch +41 (0) 62 746 84 84
<http://www.naefspiele.ch/index.php?id=111&L=1>
Coffret de 21 échantillons

Les xylothèques en ligne :

- www.tous-les-bois.com Xylothèque de 736 textures bois et 683 coupes
- **ATELIER BOIS DOREAU**
67, Avenue de l'Allier
63730 MIREFLEURS
FRANCE
Tel : +33(0)4 73 39 24 92
http://jddoreau.fr/index.php?url=essences.php&lang=fr&tri=nom_fr

La littérature spécialisée :

- Le guide des essences de bois Yves BENOIT, EYROLLES / FCBA, 2014
- Bois, essences et variétés, J. Giuliano, Vial. 120 essences de bois classées par ordre alphabétique
- Bois commerciaux – Tome 1 – Les résineux (conifères) J. Collardet, J. Besset FCBA, Vial
- Bois commerciaux - Tome 2 Feuillus des zones tempérées J. Collardet FCBA
- Atlas des bois commerciaux
Tome 1 ATIBT Afrique
Tome 2 ATIBT Asie Australie Océanie
Tome 3 ATIBT Amérique du Sud

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 3 : Fiche identification par macro et microscopie

	<p align="center">Reconnaissance d'essences en menuiserie (identification et vérification)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td align="center">✗</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td align="center">✗</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✗	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	✗
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✗													
Aubier / duramen	✓													
Bois juvénile	✗													
<p align="center">Fiche Identification par macro et microscopie <i>1/3</i></p>														
<p align="center">Descriptif et Principe</p>														
<p>L'identification d'un échantillon de bois consiste à déterminer le genre botanique auquel il appartient et parfois l'espèce correspondante.</p> <p>Chaque bois (tempéré ou tropical) est caractérisé par une organisation spécifique de sa structure dont les éléments sont orientés selon différents plans : transversal, radial (sur quartier) et tangentiel (sur dosse).</p> <p>A partir d'un échantillon de bois, après les observations macroscopiques, on observe la structure tridimensionnelle sous les trois plans et à plusieurs grossissements à l'aide d'une loupe binoculaire ou un microscope.</p> <p>Les différences observées dans la structure des divers bois sont décrites et servent à identifier les bois en les comparants à des échantillons de référence.</p> <p>La coupe transversale permet de définir si le bois appartient au groupe des feuillus ou des résineux. Elle permet d'observer les canaux résinifères, la disposition, la taille et le nombre de vaisseaux, la présence et la disposition du parenchyme axial, l'épaisseur des parois cellulaires...</p> <p>La coupe tangentielle permet d'étudier les rayons ligneux, leur taille, leur disposition, la présence éventuelle de cristaux, les fibres trachéides, les fibres ligneuses...</p> <p>La coupe radiale renseigne notamment sur les liaisons entre les rayons ligneux et les cellules verticales et permet d'observer les punctuations de champ.</p> <p>Les caractéristiques observées sont ensuite comparées avec des échantillons de référence (xylothèque) ou bien avec des données de la littérature spécialisée.</p>														
<p align="center">Avantages (macro + microscopie) / Inconvénients ((macro + microscopie)</p>														
<p>Fiable à 99%</p>	<p>Lent – nécessite une préparation de l'échantillon</p>													
<p>Référentiels très nombreux et couvrant la plupart des espèces connues dans le monde</p>	<p>Information géographique pour orienter la détermination peut aider</p>													
<p>Distinction aubier/ duramen dans le cas de différence de couleur</p>	<p>Expertise peut être délicate si dimensions faibles ou dégradation de l'échantillon</p>													
	<p>Demande une bonne connaissance sur le bois et son identification</p>													
	<p>Destructif</p>													
<p align="center">Durée de l'analyse / Coût de la prestation</p>														
<p>De quelques heures à quelques jours si peu d'informations disponibles (suivant l'essence recherchée, les informations origine connu ou non connu et le degré de finesse de l'expertise).</p> <p>De 80 à 275 euros par échantillon (dépendant de l'importance de l'analyse simple vérification ou rapport d'expertise)</p>														
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<p align="center">Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>													



Reconnaissance d'essences en menuiserie (identification et vérification)

Fiche Identification par macro et microscopie
2/3

Niveau d'identification	
Genre	✓
Espèce	✓
Origine	*
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	*

Equipement / qualification du personnel

	Equipement	Qualification
Macroscopie	- Loupe	Au minimum : connaissances en xylogie fondamentale et expérience
Microscopie (en complément de la macroscopie)	- Microscope avec caméra et logiciel de traitement d'images pour pouvoir réaliser des mesures - Accès à une Xylothèque (échantillons et coupes de référence) et/ou littérature spécialisée et/ou base de données informatisées.	Expert

Accessibilité de la méthode

Macroscopie + Microscopie :
Non transférable en entreprise
Peu d'experts
Formation d'expert en anatomie des bois en déclin

Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?

Prestation de reconnaissance d'essences effectuée par quelques laboratoires à travers le monde
Plusieurs publications de vulgarisation sur le descriptif macroscopique des essences de bois
Littérature spécialisée (clés dichotomiques, description anatomiques, ...)
Plusieurs sites internet (professionnels ou de passionnés) recensant les essences de bois au niveau mondial.

Perspectives

Macroscopie + microscopie : méthode éprouvée et la plus utilisée pour l'identification du genre.
Maintien et développement des collections de référence
Recherche sur la différenciation d'espèces très proches
Développement lié à la découverte de nouvelles espèces ou de l'évolution de leur classification.

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA



Reconnaissance d'essences en menuiserie (identification et vérification)

Fiche Identification par macro et microscopie
3/3

Niveau d'identification	
Genre	✓
Espèce	✓
Origine	*
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	*

Liste non exhaustive de bases de données de référence en ligne, Et des établissements proposant la prestation d'expertise micrographique du bois

1. Quelques bases de données de référence :

InsideWood (collection de référence virtuelle de 5800 bois et 36000 images)
<http://insidewood.lib.ncsu.edu/welcome>

DELTA (collection de référence virtuelle de bois commerciaux, descriptions, illustrations, identification et information – liste des caractères IAWA Internet-accessible wood anatomy)
<http://delta-intkey.com/wood/fr/index.htm>

Tervuren Xylarium

<http://www.africamuseum.be/collections/browsecollections/naturalsciences/earth/xylarium>

Madison Collection USDA Forest Product Laboratory

http://www.fpl.fs.fed.us/research/centers/woodanatomy/madw_collection.php

2. Quelques établissements proposant prestation d'expertise anatomique du bois par macro et microscopie :

Pays	Etablissement	Spécialisation
Belgique	Laboratory for Wood Biology and Xylarium, Musée royal de l'Afrique Centrale	Monde entier, surtout Afrique centrale
Allemagne	Thünen Institute for wood technology and Wood Biology et Center of Wood Science (Université Hambourg)	Monde entier, surtout régions tropicales
Pays Bas	Douanes du Port de Rotterdam et Laboratoire des Douanes et Naturalis Biodiversity Center	
Italie	Conseil national de la Recherche	
Royaume Uni	Jardins botaniques royaux de Kew et European Plant Science Laboratory	Monde entier
France	CIRAD, UR Bois tropicaux (Montpellier)	Afrique de l'ouest, Madagascar, Indochine, Nouvelle Calédonie, Guyane
	FCBA, Laboratoire de Mécanique (Bordeaux)	Surtout bois tempérés, bois tropicaux Afrique, Amérique, Asie
	Quelques sociétés privées : Xyldata (Paris) XyloTree (Saintes) ABARCO EXPERTISE (Guerande)	Bois archéologiques Bois archéologiques

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 4 : Fiche identification par réactifs chimiques

	<p>Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification) Fiche utilisation de réactifs chimiques <i>1/3</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	*	Espèce	✓	Origine	*	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	*
Niveau d'identification														
Genre	*													
Espèce	✓													
Origine	*													
Aubier / duramen	✓													
Bois juvénile	*													
Descriptif et Principe														
<p>Certaines d'essences ont un aubier et duramen différencié = couleur différente (Pins, Mélèzes, Douglas, Cèdres, Thuyas, Chênes, Ormes, Robiniers etc..). Pour d'autres essences ce n'est pas le cas (Sapins, Epicéas, Hêtres, Charmes etc...)</p> <p>La reconnaissance de l'aubier du duramen revient à identifier le niveau de durabilité du produit bois. En effet si le duramen d'une essence à l'autre peu varié de très durable à non durable, l'aubier quand à lui est toujours de caractère non durable.</p> <p>La duraminisation (processus biologique de transformation de l'aubier en duramen = mort des cellules de parenchyme du bois) s'accompagne de phénomènes chimiques qui peuvent modifier la nature ou la concentration de constituants du bois.</p> <p>Exemple de présence de substances dans le duramen (et non dans l'aubier ou en concentration beaucoup plus faible) : tanins des chênes, pinosylvines des Pins, Taxifolines du douglas, Tropolones des Thuyas etc...</p> <p>La différence entre l'aubier et le duramen peut également porter sur le pH.</p> <p>L'application, sur une surface rafraichie du bois, de colorants spécifiques d'un constituant du bois ou mettant en évidence une différence d'acidité peut donc permettre la distinction entre l'aubier et le duramen. Il existe différents types de colorants (produit susceptible de teindre une structure de façon durable).</p> <p>Attention ces réactions colorées sont souvent dépendantes de l'humidité du bois (réactions connues à 12% d'humidité), de son état dégradé ou non par des champignons, pourritures, insectes ou autres organismes, de son imprégnation par un produit de préservation...et le temps de réaction peut être variable.</p>														
Avantages / Inconvénients														
Rapide	Réaction dépendante de l'humidité du bois													
Peu couteux	Référentiels limités (Aucune application connue sur les bois tropicaux)													
	Réaction dépendante de la présence de traitement													
	Réaction dépendante de l'état de dégradation du bois													
	Fiabilité à éprouver essence par essence													
Durée de l'analyse / Coût de la prestation														
De quelques minutes à quelques heures si réaction lente Coût du réactif (de 20 à 100 euros)														
Fiche mise à jour Au 17/08/2016	Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA													

	<p align="center">Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification) Fiche utilisation de réactifs chimiques <i>2/3</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	*	Espèce	✓	Origine	*	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	*
Niveau d'identification														
Genre	*													
Espèce	✓													
Origine	*													
Aubier / duramen	✓													
Bois juvénile	*													
<p align="center">Equipement / qualification du personnel</p>														
<ul style="list-style-type: none"> - Réactifs, petit matériel de laboratoire - Littérature spécialisée pour la recette - Peu de qualification spécifique du personnel 														
<p align="center">Accessibilité de la méthode</p>														
<p>Transférable en entreprise avec le référentiel associé.</p>														
<p align="center">Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?</p>														
<p>Beaucoup de travaux réalisés sur essences américaines et pas forcément transférables aux essences européennes Quelques publications de réactions colorées du bois (tableau en annexe de tous les réactifs cités dans les publications) Peut être utilisé pour la distinction de deux espèces (exemple : réactif pour distinguer chêne rouge américain et chêne européen) ou la distinction de deux espèces en utilisant deux réactifs différents (exemple : Sapin et Pin sylvestre)</p>														
<p align="center">Perspectives</p>														
<p>Méthodes à tester et à valider sur les essences européennes et sur les bois tropicaux. Méthodes délaissées au profit de technologies plus récentes (spectroscopie proche infra-rouge, fluorescence, etc...) L'utilisation des réactifs peut être envisagée dans le cas d'un nombre d'essences limité et clairement identifiées en terme d'essence. (méthode à moindre coût)</p>														
<p align="center">Exemples d'utilisation dans des domaines autres que le bois (non exhaustif)</p>														
<ul style="list-style-type: none"> - Titrage pH de solutions par réactifs indicateurs colorés - Utilisation de réactifs colorés pour l'identification rapide de drogues (présence et nature) dans un échantillon - Colorants utilisés en analyse histologique - 														
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<p align="center">Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>													



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)

Fiche utilisation de réactifs chimiques

3/3

Niveau d'identification

Genre	*
Espèce	✓
Origine	*
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	*

Liste non exhaustive de colorants utilisés dans le domaine du bois

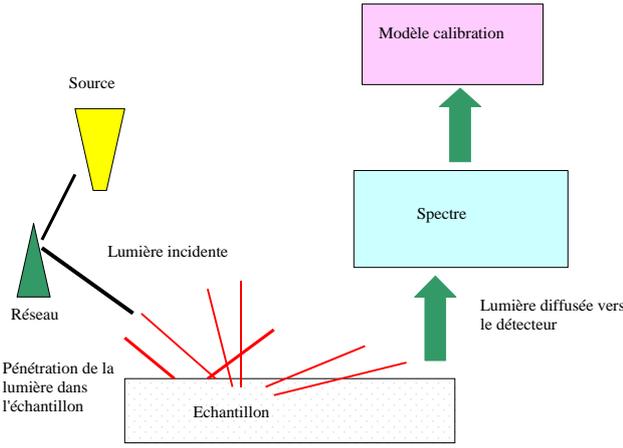
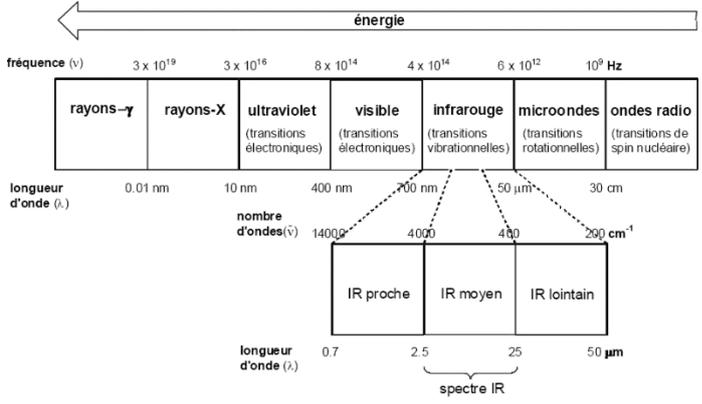
Colorant / Réactifs	Valeurs	Utilisation / mise en évidence (m.e.e.)
Alizarine – sulfonate de sodium 0.75%	Coloration rouge foncé - violacé du duramen Coloration rouge orangé de l'aubier	Indicateur de pH m.e.e. aubier / duramen des sapins
Benzidine = Bleu Solid	Coloration rouge foncé du duramen Coloration brun clair de l'aubier	m.e.e. aubier / duramen du pin sylvestre
Bichromate de potassium	coloration brune	m.e.e. des tanins.
Bleu de bromophénol 0.4% (dans eau)	Coloration bleu franc du duramen Coloration vert clair de l'aubier	Indicateur de pH m.e.e. aubier / duramen des sapins
Jaune de diméthyle	Coloration rouge du duramen Coloration jaune de l'aubier	m.e.e. aubier / duramen de certains chênes et châtaigniers, certaines espèces d'eucalyptus
Lugol = Solution d'iodé = r (I₂+IK)	coloration bleu-violet de l'amidon et brun-acajou du glycogène. Coloration rouge-brun du duramen Coloration bleue de l'aubier	m.e.e. des polymères de glucose : amidon m.e.e. aubier / duramen des eucalyptus
Méthyl orange 0.1% (dans eau)	Coloration (orange à) rouge du duramen Coloration jaune (à orange) de l'aubier	Indicateur de pH m.e.e. aubier / duramen des eucalyptus m.e.e. aubier / duramen de certains chênes, pins, épicéas et douglas
Nitrate de sodium 10% dans eau)	Coloration rouge de pinosylvin phenol Coloration rouge foncé du duramen / brun clair de l'aubier Coloration brun jaune à brun noirâtre du duramen des chênes blancs Coloration brun verdâtres du duramen des rouges américains	m.e.e. de pinosylvin phenol m.e.e. aubier / duramen des pins m.e.e. chênes rouges américains / chênes blancs
Perchlorure de fer 10% (dans eau)	coloration noire des tannins Coloration vert foncé du duramen Coloration jaune vert de l'aubier	m.e.e. des tanins m.e.e. aubier / duramen des épicéas (réaction lente), du douglas

Réactif : efficacité testée sur quelques échantillons au FCBA

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 5 : Fiche identification par spectroscopie proche infra-rouge

 INSTITUT TECHNOLOGIQUE	<h2 style="margin: 0;">Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)</h2> <p style="margin: 0;">Fiche spectroscopie proche infra-rouge <i>1/3</i></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4a86e8; color: white;"> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Genre</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Espèce</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Origine</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✓	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	✗
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✓													
Aubier / duramen	✓													
Bois juvénile	✗													
<h3 style="margin: 0;">Descriptif et Principe</h3>														
<p>La spectroscopie proche infrarouge (NIRS - Near InfraRed Spectroscopy) est une méthode physicochimique d'analyse basée sur l'interaction entre un rayonnement lumineux dans le domaine proche infrarouge (10.000-4000 cm⁻¹ ou 1000-2500 nm) et les molécules de l'échantillon. Le proche infrarouge fait partie des spectroscopies vibrationnelles : selon sa longueur d'onde, la lumière amplifie les mouvements de vibrations des molécules (élongation des liaisons, torsions, pendule...). Cette absorption sélective de l'énergie lumineuse fournit donc un spectre caractéristique de la nature et des quantités de molécules en interaction. Avec un modèle adéquat (calibration), une analyse qualitative et/ou quantitative est donc possible.</p>														
														
<p>Le spectre combine des informations :</p> <ul style="list-style-type: none"> • chimiques provenant du constituant recherché, • chimiques provenant de la matrice <p>=> impossible d'étalonner par rapport à des échantillons modèles, il faut des échantillons réels. L'étalonnage est à faire par apprentissage, un lot de produits est utilisé pour créer le modèle de prédiction, un autre lot sert à sa validation. Ce modèle sera associé au matériel ayant fait l'acquisition.</p> <p>Attention à l'interaction des phénomènes chimiques et physiques qui peuvent perturber le signal (Humidité, accroissement, température,...)</p>														
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<h3 style="margin: 0;">Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</h3>													

	<p align="center">Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification) Fiche spectroscopie proche infra-rouge <i>2/3</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td align="center">✓</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td align="center">✗</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✓	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	✗
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✓													
Aubier / duramen	✓													
Bois juvénile	✗													
Avantages / Inconvénients														
Rapide si la calibration est faite	Nécessite une base de données d'échantillons de référence pour la réalisation d'une calibration													
Bon marché si déjà développé	Calibration dépendante du matériel													
Pas de préparation d'échantillons	Nécessité de travailler sur un lot d'échantillons (minimum de répétitions) pour la détermination de l'essence ou la détection de l'origine géographique													
Non destructif	Nécessité de bien choisir l'échantillonnage qui servira à la calibration du matériel													
utilisable en ligne et à grande vitesse (analyse qualitative et quantitative rapides)	Nécessité d'utiliser des méthodes statistiques pour l'élaboration du modèle													
Durée de l'analyse / Coût de la prestation														
<p>Quelques secondes à quelques minutes Coût du spectromètre proche infra-rouge : 10 à 50 000 euros Coût de l'analyse (moins de 100 euros) + calibration (difficile à quantifier) Logiciel d'exportation des spectres et élaboration des modèles (unscrambler...) : 500 euros</p>														
Equipement / qualification du personnel														
<p>Spectromètre de laboratoire ou portatif Base de données d'échantillons de référence Personnel qualifié</p>														
Accessibilité de la méthode														
Avec spectromètre portatif et calibration effectuée transférable en entreprise et mise en ligne possible														
Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?														
<p>Système Oakscan utilisé par la tonnellerie Radoux : Chaque pièce de bois écourtée passe devant un rayon lumineux (proche infra-rouge) qui analyse la teneur en tannins de chaque merrain. Il renvoie un indice qui permet de donner une classe pour le tri qui suivra. Chaque douelle reçoit ensuite l'impression d'un code barre et d'une lettre correspondant à sa classe de teneur en tanins....)</p> <p>Le proche infrarouge est utilisé pour discriminer les espèces et/ou leur origine géographique (travaux existants sur les eucalyptus, des essences de la famille des Diptérocarpacées, l'origine du hêtre, l'origine des épicéas, brevet déposé par l'Institut de recherche de l'Académie chinoise de l'industrie du bois forestier pour l'identification du bois de santal etc...)</p>														
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<p align="center">Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>													



Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)

Fiche spectroscopie proche infra-rouge
3/3

Niveau d'identification	
Genre	✓
Espèce	✓
Origine	✓
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	*✗

Exemples d'utilisation dans des domaines autres que le bois

Couramment utilisée en agriculture, agroalimentaire (analyse en routine de céréales, café,...) mesures en ligne beurre, fruits ...), pharmaceutique, analyse OGM etc...

Matériel embarqué sur moissonneuses-batteuses (cartographie protéines).

Perspectives

- Détermination d'espèces de genres différents
- Détermination d'aubier ou duramen
- Détermination de l'origine géographique

En développement dans de nombreux projets de recherches, études prospectives sur le dosage du formaldéhyde, la qualification de colles,

Quelques matériels NIRS

Nom spectromètre	Distributeur	Fabricant	Contact
Labspec	Bonsai advanced technologies	ASD	Eric Becourt Eric.becourt@bonsaiadvanced.com 06 08 16 02 81
Microphazir	Fondis electronic	Thermo	Julien Garcin j.garcin@fondisbioritech.com 06 71 96 30 92
Luminar 5030	Brimrose	Brimrose	NIR-INDUSTRY ricour@nir-industry.com 06 87 93 52 83
Micro-spectromètre	Acal bfi	Spectral Engine	Damien Brissot Damien.brissot@acalbfi.fr 06 77 02 32 07

Accompagnement réalisation du modèle

Ensemble des fabricants de matériels pouvant accompagner l'entreprise dans le développement d'un contrôle à production

Organisme spécialisé dans le domaine du bois : FCBA (contact : Didier Reuling ; didier.reuling@fcba.fr)

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 6 : Fiche identification par code barre ADN

	<p>Reconnaissance d'essences en menuiserie (identification et vérification)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✓	Aubier / duramen	✗	Bois juvénile	✗
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✓													
Aubier / duramen	✗													
Bois juvénile	✗													
<p>Fiche Code barre ADN 1/3</p>														
<p>Descriptif et Principe</p>														
<p>Il y a trois types d'ADN chez les plantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'ADN du noyau hérité des deux parents, le plus complexe (donc le plus riche en informations, texte très "long") mais présent en un plus petit nombre de copies dans les cellules de la plante. - ADN des chloroplastes (microvésicule constituant un organite siège de la photosynthèse au sein de la cellule végétale) - ADN des mitochondries (organite siège de la respiration au sein des cellules animales et végétales) 														
<p>Principe : Ces deux derniers types d'ADN sont plus courts (donc moins informatifs) mais présents en de très nombreux exemplaires au sein de chaque cellule végétale. On peut donc en récupérer quelques copies intactes dans du bois ayant subi du vieillissement, la dessiccation et d'autres traitements qui altèrent globalement l'ADN, causant progressivement sa dégradation physique, ce qui compromet plus rapidement la récupération de l'ADN. Outre la dégradation physique de l'ADN, le vieillissement du bois dans l'arbre vivant (duraminisation) s'accompagne aussi de l'accumulation de composés organiques qui gênent la récupération et l'analyse de l'ADN. L'hérédité (transmission par les parents) des chloroplastes et mitochondries varie entre les espèces ce qui permet de distinguer les espèces entre elles. Un barcode moléculaire est un fragment d'ADN présent chez tous les organismes vivants, la séquence de ce fragment d'ADN est quasiment identique chez des individus qui appartiennent à la même espèce, et permet donc de déterminer l'espèce à laquelle appartient un individu en ne connaissant que la séquence de ce fragment d'ADN. Le code barres de l'ADN repose sur la création de marqueurs génétiques spécifiques pour l'identification des essences. Tous les individus d'une espèce ayant des séquences identiques (ou très proches), permet l'identification d'un échantillon en comparant sa séquence avec celles d'échantillons de référence. Ces méthodes peuvent être utilisées pour identifier une espèce et/ou son origine géographique.</p>														
<p>Avantages / Inconvénients</p>														
<p>Paramètres examinés fermement ancrés dans le bois et ne peuvent être modifiés</p>	<p>Dépend de l'état du bois : Analyse sur bois possible que dans la limite de 6 mois après abattage et pas de séchage artificiel</p>													
<p>Bon marché si déjà développé</p>	<p>Il est préférable d'avoir un échantillon avec de l'aubier (analyse perturbée dans le duramen où l'ADN est plus dégradé et présence d'extraits pouvant perturber les réactions enzymatiques de biologie moléculaire)</p>													
<p>Pas d'information préalable requise</p>	<p>ADN extrait du bois est en général de qualité médiocre : segment de gènes exploitables court</p> <p>Nécessite une de base de données d'échantillons de référence</p>													
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<p>Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>													

 INSTITUT TECHNOLOGIQUE	<p align="center">Reconnaissance d'essences en menuiserie (identification et vérification)</p> <p align="center">Fiche Code barre ADN 2/3</p>	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Niveau d'identification</th></tr></thead><tbody><tr><td>Genre</td><td>✓</td></tr><tr><td>Espèce</td><td>✓</td></tr><tr><td>Origine</td><td>✓</td></tr><tr><td>Aubier / duramen</td><td>*</td></tr><tr><td>Bois juvénile</td><td>*</td></tr></tbody></table>	Niveau d'identification		Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✓	Aubier / duramen	*	Bois juvénile	*
Niveau d'identification														
Genre	✓													
Espèce	✓													
Origine	✓													
Aubier / duramen	*													
Bois juvénile	*													
<p align="center">Durée de l'analyse / Coût de la prestation</p>														
<p>coût de l'analyse entre 100 et 300 euros si l'outil est déjà développé (exemple de temps et de cout de développement pour une essence ne présentant pas de difficulté particulière = 1 an de développement et environ 50 000 euros) Exemple de temps et de coût de développement pour identifier une origine géographique sur une essence donnée : 2 500 euros pour 1 lot (30 échantillons), effet d'échelle si beaucoup d'échantillons Durée de l'analyse : Plusieurs jours</p>														
<p align="center">Equipement / qualification du personnel</p>														
<p>Laboratoire de Biologie moléculaire (laboratoire privé ou public) Base de données d'échantillons de référence Personnel qualifié</p>														
<p align="center">Accessibilité de la méthode</p>														
<p>Non transférable en entreprise</p>														
<p align="center">Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?</p>														
<p>1 - Le diagnostic de l'espèce de chêne est actuellement réalisable avec une efficacité satisfaisante sur des arbres vivants ou sur du bois coupé depuis moins de 6 mois sans avoir subi de séchage artificiel/forcé. Le résultat se présente sous la forme du diagnostic (chêne sessile, pédonculé ou hybride) assorti d'un niveau de probabilité (qui permet par exemple d'évaluer à quel point un hybride est proche du sessile ou du pédonculé). Le diagnostic est posé au niveau individuel (gland, plantule, arbre, grume ou pièce de bois frais) 2 - Des projets pilotes menés en 2012 et en 2013 ont permis de mettre au point des méthodes éprouvées pouvant être intégrées aux activités commerciales et aux services de lutte contre la fraude en 2014. 3 – Travaux importants en cours sur les bois tropicaux (Allemagne) 4 – De nombreux laboratoires privés proposent la prestation de reconnaissance d'essence et d'origine sur une liste d'essences définies</p>														
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>	<p align="center">Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>													



Reconnaissance d'essences en menuiserie (identification et vérification)

Fiche Code barre ADN

3/3

Niveau d'identification

Genre	✓
Espèce	✓
Origine	✓
Aubier / duramen	*
Bois juvénile	*

Exemples d'utilisation dans des domaines autres que le bois

Domaine agro- Alimentaire :

Afin d'assurer la qualité des produits ou de sécuriser l'environnement dans le temps et de détecter rapidement toute anomalie, des laboratoires privés proposent des analyses basées sur la détection d'ADN, pour l'identification de pathogènes dans :

Les matières premières (semences, céréales, semoules, farines, fruits et légumes, ...)

Viandes, poissons, crustacés, ...

Les produits transformés (amidons, tourteaux, gluten...)

Les produits finis (plats cuisinés, desserts, alimentations animale...)

Domaine traçabilité et contrefaçon :

Fabriquer des fragments d'ADN pour tracer les produits commercialisés (semences, textiles, pierres précieuses, ou encore des bouteilles de verre,...).

Cette méthode code barre ADN est en plein développement et s'accompagne d'enrichissement de banques ADN de référence mises en commun

Perspectives

Grâce à la coopération internationale, on estime qu'on pourrait créer les marqueurs génétiques de 20 à 50 essences et les cartes de référence génétiques de deux à cinq essences chaque année.

Bioversity International travaille actuellement sur la création d'une base de données gérée par un centre régional à Kuala Lumpur dans le but d'en faire un référentiel mondial pour les ensembles de données génétiques de diverses essences de bois.

Méthode prometteuse mais besoin de développement, de nombreux projets sont en cours.

Liste d'établissements proposant l'expertise bois

Quelques établissements proposant prestation d'expertise traçabilité du bois par méthode génétique

Pays	Etablissement
Australie	Université d'Adélaïde
Allemagne	Von Thünen Institute (VTI) et Center of Wood Science (Université Hambourg)
Pays Bas	Douanes du Port de Rotterdam et Laboratoire des Douanes et Naturalis Biodiversity Center
Singapour	Double Helix Tracking Technologies
Suède	Swedish Museum of Natural History, Centre for Genetic Identification
Royaume Uni	TRACE Wildlife Service Forensic Lab
France	FCBA Pierroton Pôle Biotechnologie et Sylviculture Avancée INRA Pierroton CIRAD (de manière indirecte via champignons du bois)

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 7 : Fiche identification par machine vision

	Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)	Niveau d'identification										
Fiche « Machine Vision » Automate 1/2		<table border="1"> <tr> <td>Genre</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">✗</td> </tr> </table>	Genre	✓	Espèce	✓	Origine	✗	Aubier / duramen	✓	Bois juvénile	✗
Genre	✓											
Espèce	✓											
Origine	✗											
Aubier / duramen	✓											
Bois juvénile	✗											
Descriptif et Principe												
<p>L'identification d'un échantillon de bois consiste à déterminer le genre botanique auquel il appartient et parfois l'espèce correspondante.</p>												
<p>Chaque bois (tempéré ou tropical) est caractérisé par une organisation spécifique de sa structure dont les éléments sont orientés selon différents plans : transversal, radial (sur quartier) et tangentiel (sur dosse).</p>												
<p>Utilisation d'un matériel sophistiqué pour capturer et analyser grâce à des algorithmes une image à partir d'un échantillon de bois et d'une base de données. Ce dispositif utilise des combinaisons avancées de capteurs pour reproduire et améliorer la perception du bois par l'œil humain.</p>												
<p>Les images analysées sont ensuite comparées avec une base de données d'images de référence.</p>												
<p>Différents traitements de l'image possible et différents brevets déposés.</p>												
Avantages / Inconvénients												
Fiable pour la vérification du genre et des espèces Rapide	Expertise peut être délicate si échantillon dégradé Nécessité d'avoir plusieurs cernes dans l'échantillon Nécessite une base de données à faire évoluer pour et augmenter la variabilité ou le nombre d'essences à reconnaître. Information géographique pour orienter la détermination de l'essence											
Durée de l'analyse / Coût de la prestation												
<p>Deux matériels identifiés (voir Perspectives) 1 – Projet Xylo Tron : Achat de l'automate a un coût évalué à 2 000 euros + coût de développement pour nouvelle essence à intégrer dans le programme de reconnaissance (à évaluer avec le développeur) Durée de l'analyse : De quelques secondes à quelques minutes 2 – Projet Reconnaissance d'essence via smartphone : Achat d'un smartphone 6 a un coût évalué à 600 euros + coût de développement pour nouvelle essence à intégrer dans le programme de reconnaissance (évalué par le développeur à 4 000 euros) Durée de l'analyse : De quelques secondes à quelques minutes</p>												
Équipement / qualification du personnel												
<p>Automate et base de données Personnel formé à l'utilisation du matériel.</p>												
Accessibilité de la méthode												
<p>Transférable en entreprise mais à ce jour non transféré (à notre connaissance).</p>												
Fiche mise à jour Au 17/08/2016	Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA											



Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)

Fiche « Machine Vision » Automate
2/2

Niveau d'identification

Genre	✓
Espèce	✓
Origine	*
Aubier / duramen	✓
Bois juvénile	*

Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?

1 - Beaucoup des brevets (voir bibliographie)

2 - Prototype Machine Vision Xylo Tron, version 1.0 du Laboratoire Forest Products Laboratory : dispositif autonome et transportable qui permet d'identifier des bois commerciaux d'Amérique centrale et du Brésil. Pour enrichir sa base de données un projet international est en cours.

3- Prototype de machine vision développée par l'université Tunku Abdul Rahman à Kuala Lumpur (Malaisie).

4 - Dans le domaine du bois : utilisation de machine vision pour le classement du bois par exemple :

WEINIG : machine CombiScan Evo (La conception modulaire du CombiScan Evo permet de combiner entre elles différentes technologies sous forme de modules. En fonction des besoins du client, il en résulte ainsi une machine au concept de capteurs perfectionné et au rapport qualité/prix parfaitement adapté. La caméra laser intégrée permet la détection des caractéristiques standard. Les caractéristiques de couleur sont relevées au moyen d'une caméra couleur haute résolution et reconnues avec fiabilité. Par exemple, il est ainsi possible non seulement de détecter un bleuissement, mais aussi de procéder à un tri par caractéristiques de couleur.)

Microtec : machine Goldeneye 600 Multi-Sensor Quality Scanner balaye la planche. Capteurs à rayons X et caméras multi-capteurs déterminent la vraie valeur du bois ainsi que les caractéristiques intérieures. Le scanner couleur reconnaît et localise tous les types de nœuds, de fentes, décoloration, poches de résine, écorce, moelle, flache, courbure et autres défauts de dimension.

Exemples d'utilisation dans des domaines autres que le bois

Les machines visions ont de nombreuses applications et touchent de nombreux domaines (Systèmes de transport intelligents, suivi de la sécurité, interaction homme machine, biomédicale etc...)

Perspectives

Beaucoup de bibliographies identifiées (continent asiatique) mais il est très difficile d'obtenir des contacts pour avoir des informations sur le développement et les applications de cette méthode.

Méthode surtout utilisée dans le cadre de recherches pilotes (projet Forest Products Laboratory aux Etats Unis) avec le Xylo Tron.

Méthode en cours de construction d'un système pour FRIM (Institut de recherche forestière de Malaisie) consistant en une application sur smartphone pour reconnaître 100 bois tropicaux (suite des travaux de l'université Tunku Abdul Rahman à Kuala Lumpur).

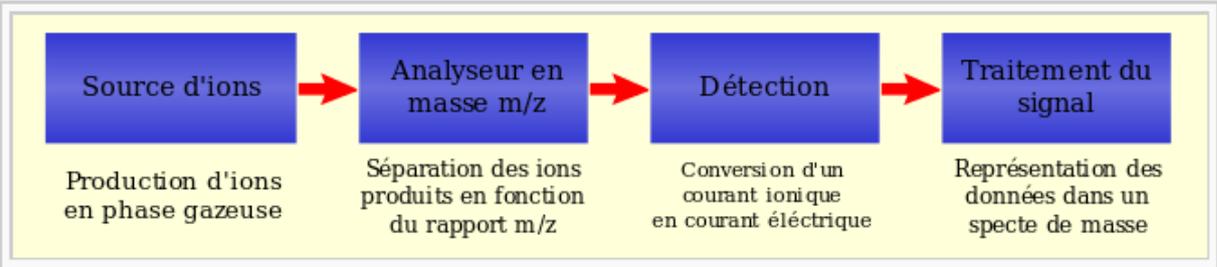
Liste de « machines vision » pour l'expertise bois

Aujourd'hui, mise à part des brevets et les deux prototypes (Xylotron du Laboratoire Forest Products Laboratory et le projet de l'université de Kuala Lumpur), il n'existe pas de machine commercialisée

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 8 : Fiche identification par spectromètre de masse

	<p align="center">Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification)</p>	<p align="center">Niveau d'identification</p>		
<p align="center">Fiche Analyse par spectromètre de masse <i>1/1</i></p>		Genre	✓	
		Espèce	✓	
		Origine	✓	
		Aubier / duramen	✗	
		Bois juvénile	✗	
<p align="center">Descriptif et Principe</p>				
<p>La spectrométrie de masse est une technique physique d'analyse permettant de détecter et d'identifier des molécules d'intérêt par mesure de leur masse, et de caractériser leur structure chimique. Son principe réside dans la séparation en phase gazeuse de molécules chargées (ions) en fonction de leur rapport masse/charge (m/z).</p>				
<p>L'analyse repose sur une source d'ions (qui peut convertir les molécules en phase gazeuse échantillon en ions), un analyseur de masse (qui trie les ions par leurs masses en appliquant des champs électromagnétiques), et un détecteur (qui mesure la valeur d'une quantité d'indicateurs et fournit donc des données pour le calcul de l'abondance de chaque ion présent).</p>				
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">  <p>Structure d'un spectromètre de masse.</p> </div>				
<p>Cette technique est à la fois qualitative et quantitative.</p>				
<p>Plusieurs techniques d'analyses peuvent être ajoutées au spectromètre de masse (chromatographie en phase liquide CL, méthode DART-TOF - Temps de Vol...)</p>				
<p>Méthode DART-TOF-MS : analyse directe en temps réel à temps de vol qui permet d'analyser des échantillons solides.</p>				
<p align="center">Avantages</p>		/	<p align="center">Inconvénients</p>	
Fiable		Nécessite plusieurs échantillons avec la partie duramen de l'essence à analyser et d'essences proches		
Peut être rapide		Nécessite base de données d'échantillon de référence (duramen)		
		Coût élevé du matériel		
<p align="center">Durée de l'analyse / Coût de la prestation</p>				
<p>Coût du matériel (environ 400 000 euros) et coût de l'analyse entre 10 et 100 euros selon le matériel et la technique utilisée</p>				
<p>Quelques minutes à quelques jours selon le matériel et la technique utilisée</p>				
<p>Méthode DART-TOF-MS : analyse 1 échantillon toutes les 10 minutes et traitement de 400 par jour</p>				
<p>Fiche mise à jour Au 17/08/2016</p>		<p align="center">Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA</p>		



Reconnaissance d'essences en menuiserie

Fiche Analyse par spectromètre de masse
2/2

Niveau d'identification

Genre	✓
Espèce	✓
Origine	✓
Aubier / duramen	*
Bois juvénile	*

Equipement / qualification du personnel

Spectromètre de masse (MS)
Base de données d'échantillons de référence
Personnel qualifié

Accessibilité de la méthode

Non transférable en entreprise

Qu'est ce qui existe aujourd'hui ?

Fiable pour l'identification de certaines espèces du genre Dalbergia, Swietenia, Cedrela, Aquilaria
Differentiation quercus rubra et quercus alba (voir bibliographie)

Perspectives

En développement pour d'autres espèces, exemple Dyospiros aux Etats-Unis.

Liste des établissements proposant cette prestation

Pays	Etablissement
Pays Bas	Douanes du Port de Rotterdam et Laboratoire des Douanes
Royaume Uni	Jardins botaniques royaux de Kew et European Plant Science Laboratory
France	INRA Champenoux
Etats-Unis	Service des forets des Etats-Unis

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 9 : Fiche identification par analyse Isotopes stables

	Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification origine) Fiche Analyse des Isotopes stables <i>1/2</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveau d'identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Genre</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> <tr> <td>Espèce</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> <tr> <td>Origine</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Aubier / duramen</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> <tr> <td>Bois juvénile</td> <td style="text-align: center;">*</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau d'identification		Genre	*	Espèce	*	Origine	✓	Aubier / duramen	*	Bois juvénile	*
	Niveau d'identification													
Genre	*													
Espèce	*													
Origine	✓													
Aubier / duramen	*													
Bois juvénile	*													
Descriptif et Principe														
<p>L'analyse isotopique consiste en l'identification d'une signature ou d'un profil isotopique reposant sur la spectrométrie de masse gazeuse.</p> <p>Quand les arbres poussent, ils absorbent des éléments et des isotopes stables naturels à travers l'eau (Hydrogène, Oxygène), les différentes nutriments du sol (Azote, Soufre, Strontium) et différents éléments par photosynthèse (Carbone, Oxygène), une sorte de signature atomique à partir de leur environnement. Comme les isotopes stables produisent des distributions et des motifs différents à travers la planète, il serait possible en les analysant de retracer l'endroit où poussaient les arbres sur lesquels les échantillons ont été prélevés.</p> <p>Les principaux isotopes stables utilisables pour le bois sont : ^{14}C, ^{13}C, ^2H, ^{18}O, ^{15}N, ^{84}Sr, ^{86}Sr, ^{87}Sr, ^{88}Sr</p>														
Avantages / Inconvénients														
Rapide (quelques mn)	Nécessite de connaître l'espèce													
Peu onéreux (si base de données existante)	Nécessite des échantillons de l'espèce à analyser avec plusieurs cernes													
Nécessite peu de matière (quelques mg)	Nécessite base de données de profils isotopiques des aires géographiques concernées par l'étude													
	Destructif													
Durée de l'analyse / Coût de la prestation														
<p>Coût analyse environ 30 euros par isotope organique Coût de création de données de référence variable selon les espèces, dépendant de la zone géographique choisie et de l'abondance des espèces d'arbres Durée d'analyse : plusieurs jours</p>														
Equipement / qualification du personnel														
<p>Spectromètre de masse des rapports isotopiques (SMRI) pour gaz et logiciel pour l'analyse élémentaire et isotopique (coût du matériel de laboratoire : 300 000 euros) Base de données de profils isotopiques en fonction des origines géographiques Personnel qualifié</p>														
Accessibilité de la méthode														
Transférable en entreprise en laboratoire														
Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?														
<p>Application dans le secteur agro-alimentaire pour différencier les produits qui poussent dans différents champs (blés, cépages de vignes, variétés de truffes, variétés d'agrumes, arômes, huiles essentielles) et les ajouts de composés issus de la synthèse chimique, pour le contrôle des fournisseurs, répression des fraudes et protection des consommateurs...</p>														
Fiche mise à jour Au 17/08/2016	Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA													



Reconnaissance d'essences en menuiserie (vérification origine)

Fiche Analyse des Isotopes stables
2/2

Niveau d'identification

Genre	*
Espèce	*
Origine	✓
Aubier / duramen	*
Bois juvénile	*

Qu'est ce qui se fait aujourd'hui ?

Méthode souvent décrite en combinaison avec d'autres techniques :

Exemple EMPREINTES ISOTOPIQUES ET GENETIQUES

Conférence internationale Méthodes des empreintes génétiques et isotopiques (2010) montrent résultats sur :

- Projet de l'union européenne (coordinateur GIZ, échantillonnage Forest Trust TFT, analyse isotopique Agroisolab Allemagne, analyse génétique Université de Hamburg) pour déterminer si Sapelli et Iroko proviennent ou pas d'une concession du Cameroun) – taux de réussite méthodes cumulées 94%
- Projet du WWF Allemagne sur teck et Acajou

Création récente d'un nouveau service international « identification des espèces et des origines du bois » par l'organisation Biodiversity International en Malaisie qui a pour objectif l'établissement de normes et la création d'une base de données internationales libres d'accès grâce à la mise en réseau de différents instituts de recherches et d'application.

Perspectives

Peu de recul et de publication associée sur la différenciation entre essences.

Un seul exemple de projet de l'OIBT d'élargissement d'utilisation des techniques d'empreintes (génétiques et isotopiques) à l'échelle régionale bassin du Congo et Kenya en ce qui concerne les 5 espèces de bois importantes en Afrique pour mise au point d'analyse de routine avec du personnel qualifié dans les pays producteurs et consommateurs de bois.

Liste d'établissements proposant l'analyse isotopique du bois (non exhaustive)

Pays	Etablissement	Spécialisation
Allemagne	TUV Rhenanie Agroisolab	Teck et Acajou (Cameroun) Epicea Chêne de Sibérie
Royaume Uni	Agence de recherche sur l'environnement et l'alimentation (FERA)	Dalbergia - Dyospyros (Madagascar)
France	CIRAD (Montpellier)	Teck (Asie et Afrique), Limba et Limbali (Afrique)
	Laboratoire de Géologie de Lyon, Terre, Planètes Environnement, CNRS Pôle Géochimie de l'UMR 5125	l'analyse des isotopes stables des éléments légers C, H, O, N.
	Université de la Rochelle, plateforme de spectrométrie isotopique (IRMS)	
	INRA Champenoux	
Etats Unis	Reston Stable Isotope Laboratory, US Geological Survey	Bois de Rose

Fiche mise à jour
Au 17/08/2016

Groupe projet : UFME / CAPEB / FFB-UMB / FCBA

Annexe 10 : Liste des problématiques

Espèce ou genre recherché	Objectifs recherchés	
Nom commun/ scientifique		
Sapin / Epicéa <i>Abies sp. / Picea sp.</i>	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier le Sapin de l'Epicéa - Provenance
Pins <i>Pinus sp.</i>	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Les pins entre eux surtout Pin maritime et Pin sylvestre (laricio, radiata, taeda, eliottis) - Provenance du Pin sylvestre (France ou Pologne) - Distinction aubier / duramen (coffret plaquette suggéré)
Eucalyptus <i>Eucalyptus sp.</i>	Espèces Origine bois juvénile	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier les différentes espèces (globulus, grandis, urophylla) - Origine « pays » (France, Portugal, Espagne, Australie, Amérique, Afrique) - type de bois (juvénile, transition et adulte) à voir avec mesure densité avec seuil de densité pour écarter des bois lors de l'approvisionnement? - Distinction aubier / duramen
Bossé <i>Guarea sp.</i>	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Bosse clair (<i>Guarea cedrata</i> et <i>laurentii</i>)/ bossé foncé (<i>Guarea thompsonii</i>)
Sipo / Kosipo <i>Entandrophragma utile / Entandrophragma candollei</i>	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier le Sipo du Kosipo
Moabi / Sapelli <i>Baillonela toxisperma / Entandrophragma cylindricum</i>	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier le Moabi du Sapelli
Niangon / Mengkulang <i>Tarrietia utilis / Tarrieta javanica</i>	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier le Niangon du Mengkulang
Chêne <i>Quercus sp.</i>	Espèces Origine	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier les différents groupes (Chênes blancs européens, chênes blancs américains, chêne rouges américains) - Origine « pays » (Europe, Amérique) et provenance
Mélèze <i>Larix sp.</i>	Espèces Origine	<ul style="list-style-type: none"> - Différencier Mélèze européen (<i>Larix decidua</i>) /Mélèze de Sibérie (<i>Larix siberica</i>) - Problème avec hybride européen + japonais utilisé en reboisement dans le Limousin - Origine « pays » - Origine plaine / montagne à voir avec mesures de cernes - Distinction aubier / duramen (car exigence en % d'aubier)

Espèce ou genre recherché	Objectifs recherchés	
Nom commun/ scientifique		
Douglas Pseudotsuga sp.	Origine	<ul style="list-style-type: none"> - Origine « pays » (Amérique du Nord, Chine-Japon, Europe) - Origine plaine / montagne - Distinction aubier / duramen
Western red cedar Thuja plicata	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - identification
Hêtre Fagus sylvatica	Espèces Origine	<ul style="list-style-type: none"> - identification - Origine (Europe, Amérique du Nord, Japon) ou provenance
Châtaignier Castanea sativa	Espèces Origine	<ul style="list-style-type: none"> - identification - Provenance
Ayous – Obéché Triplochiton scleroxylon	Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - identification
Shorea ou parashorea	Genre / Espèces	<ul style="list-style-type: none"> - différencier les différents groupes commerciaux ? Problématique à revoir selon nouvelle nomenclature ! - différencier genre shorea / parashorea ? - différencier sous-genres ? <p>chez shorea :</p> <p>rubroshorea light et dark red meranti, red balau eushorea, balau anthoshorea , white meranti richetia, yellow meranti</p> <p>chez parashorea :</p> <p>white seraya et gerutu</p>

Annexe 11 : Développement reconnaissance d'essence par système vidéo intelligent (Piste 1)

Réponse faite suite à notre envoi de demande de renseignements sur le système :

De : Alex C. Wiedenhoft [<mailto:acwieden@wisc.edu>]

Envoyé : mercredi 2 mars 2016 14:02

À : PASSEDAT Nathalie <Nathalie.PASSEDAT@fcba.fr>

Cc : John Hermanson <jhermans@wisc.edu>; Shelley Gardner <shelleygardner@fs.fed.us>; amoad@fs.fed.us; John C Hermanson <jhermanson@fs.fed.us>; Wiedenhoft, Alex C -FS <awiedenhoft@fs.fed.us>

Objet : Re: Informations about Machine Vision Prototype

Cher Nathalie,

Nous vous remercions de votre e-mail et votre intérêt. Dr. Hermanson a été très occupé avec notre projet de XyloTron et d'autres recherches au cours des derniers mois, donc je voulais profiter de cette occasion, d'abord en vous adressant une invitation à venir nous voir au Centre for Wood Anatomy Research (CWAR) à la Forêt Products Laboratory (FPL) pour explorer les collaborations possibles, et, deuxièmement, de parler un peu plus sur les complications de travailler sur le projet de Xylotron.

En ce qui concerne le Centre for Wood Anatomy Research nous sommes, comme je suppose que vous le savez, la plus grande xylarium du monde. Je suis le chef d'équipe pour le groupe de l'anatomie du bois, et nous effectuons des recherches dans trois grands domaines, botanique anatomie du bois, la science du bois biocentrique, et la science du bois médico-légale. Nous avons une équipe internationale de 3-6 ou plus scientifiques à tout moment, et de l'équipement de laboratoire de plus en plus robuste pour une gamme de techniques. Nous sommes presque toujours ouverts à établir des coopérations dans le monde entier sur des sujets d'intérêt commun, lorsque les ressources à poursuivre ces travaux existent.

En ce qui concerne le XyloTron, il existe trois mécanismes pour participer. Deux mécanismes impliquent des partenariats engagés avec FPL, et nécessiteront des ressources importantes, mais seront également assurés de contribuer au programme de recherche XyloTron en cours. Le programme de partenariat est conçu pour permettre aux participants d'établir des programmes de XyloTron autonome sans besoin de ressources en cours de FPL, et contribue à la création de centres régionaux d'expertise XyloTron et maximiser le temps et les efforts consacrés pour faire avancer la recherche fondamentale. Une communauté de type wiki d'experts formés exploite l'intérêt de l'expertise mondiale pour faire progresser la capacité du XyloTron à soutenir les efforts de lutte contre l'exploitation forestière illégale.

FPL partenariat

1 - In situ build / train

- a. Les Partenaires posent un problème d'identification scientifiquement soluble pour les scientifiques de FPL avec le XyloTron
- b. Les partenaires soumettent un CV aux scientifiques au FPL XyloTron pour votes
- c. Les partenaires doivent assurer un budget pour les ressources, voyages, salaires, le matériel, le traitement et les frais de recherche
- d. Les scientifiques et les partenaires FPL XyloTron entrent dans une relation formelle de recherche coopérative
- e. Les partenaires viennent à FPL pour être formés à la construction, l'étalonnage, la maintenance, le dépannage, la réparation, et l'utilisation du XyloTron
- f. Toutes les unités XyloTron pour les partenaires seront construits par les partenaires
- g. Les Partenaires préparent et utilisent les échantillons FPL comme une partie du processus de formation

2 - Approche indépendante

- a. Partenaires posent problème d'identification scientifiquement soluble pour les scientifiques FPL XyloTron pour l'évaluation
- b. Partenaires soumettre les CV aux scientifiques FPL XyloTron pour votes
- c. Partenaires de ressources sécurisées pour Voyage, le salaire, le matériel, le traitement et les frais de recherche
- d. les scientifiques et les partenaires FPL XyloTron entrent dans une relation formelle de recherche coopérative
- e. Partenaires acquièrent tout le matériel et les installations nécessaires à la fabrication et de fournir la preuve d'une installation de prêt-à-go
- F. scientifiques FPL XyloTron voyagent à l'installation pour former les partenaires dans la construction, l'étalonnage, la maintenance, le dépannage, la réparation, et l'utilisation du XyloTron

Lorsque la publication initiale détaillant le XyloTron devient disponible, des plans et des logiciels complets seront mis à la disposition, et tout le monde pour construire leur propre système (s). Cette approche ne garantit pas automatiquement que les données collectées sur un système indépendant seront inclus dans le programme plus large de recherche XyloTron.

Nathalie, je l'espère, cette information est utile pour vous à l'avance de votre réunion plus tard ce mois-ci. Si un voyage à la CWAR comme visiteur scientifique est une possibilité pour (et / ou votre équipe), s'il vous plaît laissez-moi savoir et nous pouvons programmer un planning pour votre temps ici. Nous serions intéressés à apprendre de vos activités et votre rôle en France, et pour déterminer s'il y a des projets ou des défis qui seraient mieux résolus ensemble.

Meilleures salutations,

Alex C. Wiedenhoft, Ph.D.
Research Botanist and Team Leader

Forest Service
Forest Products Laboratory
Center for Wood Anatomy Research, RWU 4715

p: 608-231-9384
awiedenhoft@fs.fed.us

Forest Products Laboratory
One Gifford Pinchot Drive
Madison, WI 53726-2398

Annexe 12 : Développement reconnaissance d'essence par système vidéo intelligent (Piste 2)

Réponse faite suite à notre envoi de demande de renseignements sur le système :

De: yonghaurtay@gmail.com [mailto: yonghaurtay@gmail.com] De la part de Tay Yong Haur

Envoyé: Thursday 3 mars 2016 09h28

À: Reuling Didier <Didier.REULING@fcba.fr>

Cc: PASSEDAT Nathalie <Nathalie.PASSEDAT@fcba.fr>; Dr Lau Phooi Yee <laupy@utar.edu.my>; Tou Jing Yi <toujy@utar.edu.my>

Objet: Re: Intelligent système de reconnaissance des espèces de bois

Bonjour Monsieur Reuling,

Désolé pour la réponse lente.

Merci pour votre intérêt sur notre système d'identification des bois macroscopique. Notre système précédent n'a pas été commercialisé en raison de certains problèmes dans la propriété intellectuelle.

Maintenant, nous avons amélioré l'ancien système en utilisant la dernière technologie de reconnaissance des formes. Il est maintenant hébergé en ligne et les utilisateurs finaux ont seulement besoin d'utiliser un smartphone (avec connexion Internet) et une macro-lunette pour effectuer la reconnaissance sur la route. À l'heure actuelle, le téléphone que nous utilisons est l'iPhone 6. Ce système est un service d'abonnement. Il est une des solutions très rentables et pratiques.

Nous sommes actuellement en cours de construction du système pour FRIM (Institut de recherche forestière de Malaisie) pour leurs 100 bois tropicaux. Vous pouvez consulter la page de démonstration et essayer la reconnaissance à l'adresse suivante: idwoods.com

Malheureusement, notre système n'est pas en mesure de reconnaître le bois européen pour le moment. Nous sommes ouverts à la collaboration avec l'un de vos membres qui seraient intéressés.

Apprécierions si vous pouviez nous fournir les requêtes suivantes:

- Quel type de bois êtes vous intéressé à inspecter?
- Quel type d'industrie est intéressé par ce système? Pourquoi utiliserait il le système ?

Je me réjouis de vous entendre!

Cordialement,

Yong Haur

Deuxième envoi de notre part :

On Fri, Mar 11, 2016 at 9:06 PM, REULING Didier <Didier.REULING@fcba.fr> wrote:

Cher Mr Tay Yong Haur,

Merci beaucoup pour votre réponse et le lien avec la démonstration. La description de votre nouvel appareil est très similaire à celui auquel nous pensons pour notre industrie du bois français (professionnels de la menuiserie). En effet, ils veulent une solution efficace et pratique d'emploi.

Donc, je suis sûr que nous pouvons collaborer avec vous pour le développement de votre système sur nos essences de bois (qui peuvent être des espèces européennes, mais aussi tropicales).

Nous avons une réunion avec nos professionnels du bois le 21 Avril et je vais leur demander comment nous pouvons collaborer avec vous et les différentes espèces qu'ils veulent reconnaître avec l'appareil.

Quelques nouvelles requêtes qui peuvent m'aider pour la discussion avec nos professionnels du bois :

FCBA est un institut technique et possède une xylothèque composée de près de 7 600 espèces différentes provenant de l'Europe, l'Afrique, l'Amérique et l'Asie (registre en Xylarium sous l'ancien nom CTB). Peut-on imaginer qu'une partie de cette xylothèque soit utilisée pour développer votre système sur de nouvelles espèces?

Avez-vous une idée du coût du développement de votre système pour de nouvelles espèces (par exemple pour 100 nouvelles espèces)

Qui est le propriétaire du nouveau modèle?

Cordialement

Réponse :

De : yonghaurtay@gmail.com [mailto:yonghaurtay@gmail.com] **De la part de** Tay Yong Haur

Envoyé : jeudi 17 mars 2016 04:31

À : REULING Didier <Didier.REULING@fcba.fr>

Cc : PASSEDAT Nathalie <Nathalie.PASSEDAT@fcba.fr>; GARCIA Patrice <Patrice.GARCIA@fcba.fr>

Objet : Re: Intelligent wood species recognition system

Bonjour M. Reuling,

Je suis heureux de recevoir des bonnes nouvelles de vous.

Afin de permettre à notre système de reconnaître de nouvelles essences de bois, nous aurons besoin de recueillir les images en coupe transversale macroscopique des échantillons de bois, qui viennent évidemment de votre xylothèque. Ces images peuvent être collectées par:

1. La méthode classique utilisant un microscope stéréoscopique (10X-20X)
2. Notre méthode utilisant iPhone + macro-len (10X-20X)

L'estimation approximative du coût de développement pour 100 espèces est d'environ 400k EUR. Nous pouvons commencer avec un plus petit nombre d'espèces, disant 20 espèces, au début.

Le système final sera une copropriété de la propriété intellectuelle. Nous pouvons vous aider à accueillir le système pour vos clients utilisateurs, ou vous pouvez choisir d'héberger à l'aide de votre Fournisseur d'accès internet préféré.

J'espère que mon explication aide. Sentez-vous libre de m'écrire pour toute précision.

Je me réjouis d'une collaboration passionnante avec vous.

Merci et bonne journée

Cordialement,

TAY Yong Haur,

Assoc. Prof., DIECS, LKC FES, UTAR.

Chairperson, Centre for Computing and Intelligent Systems (CCIS)

Tel: +(60) 16 311 2781

Email: tayyh@utar.edu.my | YongHaur.Tay@gmail.com

URL: www.utar.edu.my | utarccis.blogspot.com | utarvis.blogspot.com

LinkedIn: www.linkedin.com/in/yonghaurtay

Addr: Department of Internet Engineering and Computer Science, Lee Kong Chian Faculty of Engineering and Science, Universiti Tunku Abdul Rahman Sungai Long Campus, Bandar Sungai Long, Cheras 43000, Kajang, Selangor, Malaysia.

GPS: 3.040921, 101.794527

Location Map: goo.gl/maps/93Ou1