

Méthodes de stockage et de préservation de la qualité du bois après la tempête Klaus : comment optimiser le suivi qualitatif ?

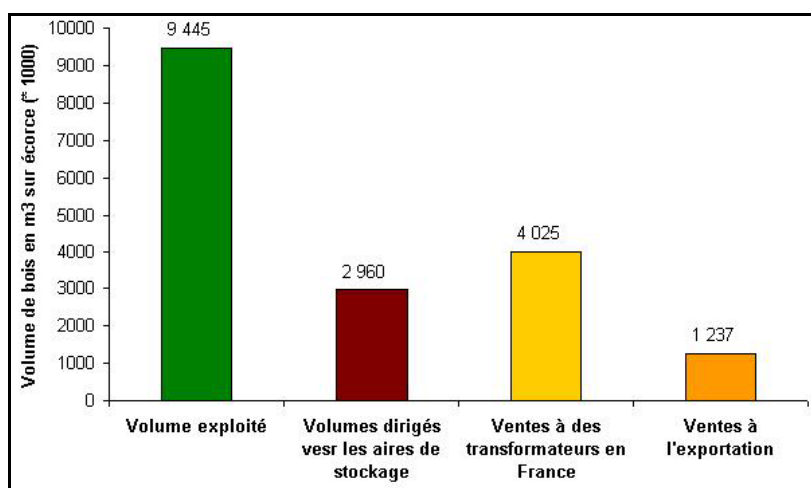
La tempête Klaus de janvier 2009 a montré une fois de plus que le stockage de bois était un enjeu prioritaire pour la filière forêt-bois, déjà affaiblie par la crise économique mondiale. Il permet en effet de préserver la qualité des chablis sur plusieurs années et d'étaler ainsi leur consommation.

Les méthodes de stockage mises en oeuvre après les tempêtes de 1999 ont fait leur preuve quant au maintien de la qualité des bois stockés, notamment en Aquitaine. Pour mieux suivre cette qualité, FCBA, sur la base d'une technique nouvelle, la spectrométrie proche infrarouge portable, apporte une réponse pratique pour une mesure rapide et précise de l'humidité des bois stockés sans dépilage des aires de stockage.

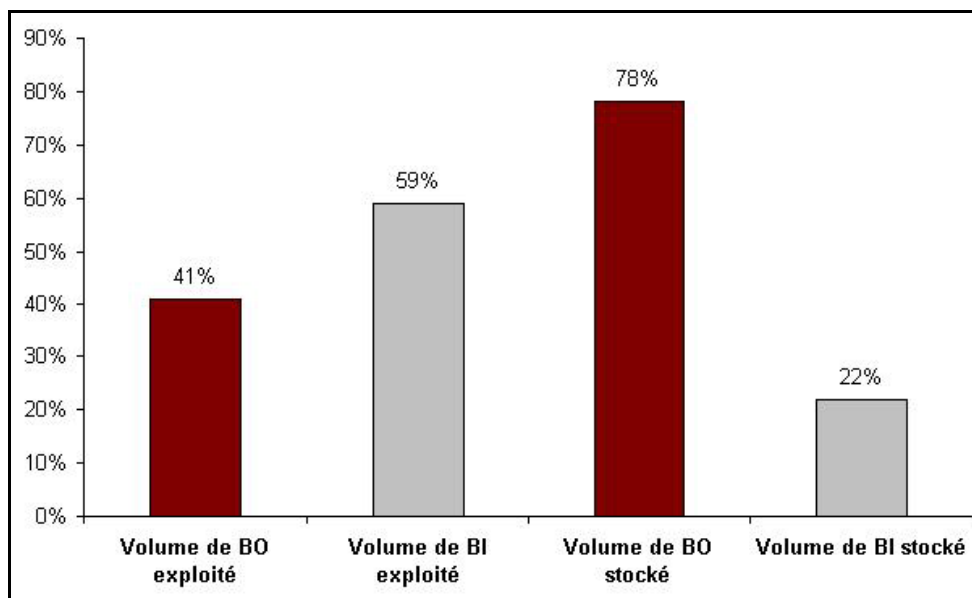
Après la tempête Klaus du 24 janvier 2009, l'évaluation des dégâts du massif de pin maritime en Aquitaine faisait état de 38 millions de mètres cubes à terre, dont 15 % de volis. En termes de surfaces, 165 000 ha de forêts ont été détruits à plus de 60 % (IFN, 2009).

Le stockage de bois devient donc un enjeu prioritaire pour la filière forêt-bois déjà affaiblie par la crise économique mondiale. En effet, le stockage permet de préserver la qualité des chablis sur plusieurs années et d'étaler ainsi leur consommation. Cette opération présente plusieurs avantages et, réalisée à une échelle importante, elle permet de limiter les difficultés d'approvisionnement des industries dans les années à venir.

L'objectif du CIPM (Comité Interprofessionnel du Pin Maritime) pour le volume de bois stocké est fixé à 10 millions de m³ sur 3 ans dont 4 millions pour l'année 2009. A la fin du mois d'octobre 2009, les volumes de bois exploités et stockés étaient évalués par la Draaf Aquitaine à respectivement 9,4 et 2,9 millions de m³ (dont 78 % de bois d'œuvre stockés) (**Schémas suivants**).



État des lieux fin octobre des volumes exploités et stockés (en milliers de m³) de pin maritime en Aquitaine (Source : Draaf 2009)



Répartition des volumes exploités et stockés de pin maritime en Aquitaine
(Source : Draaf 2009)

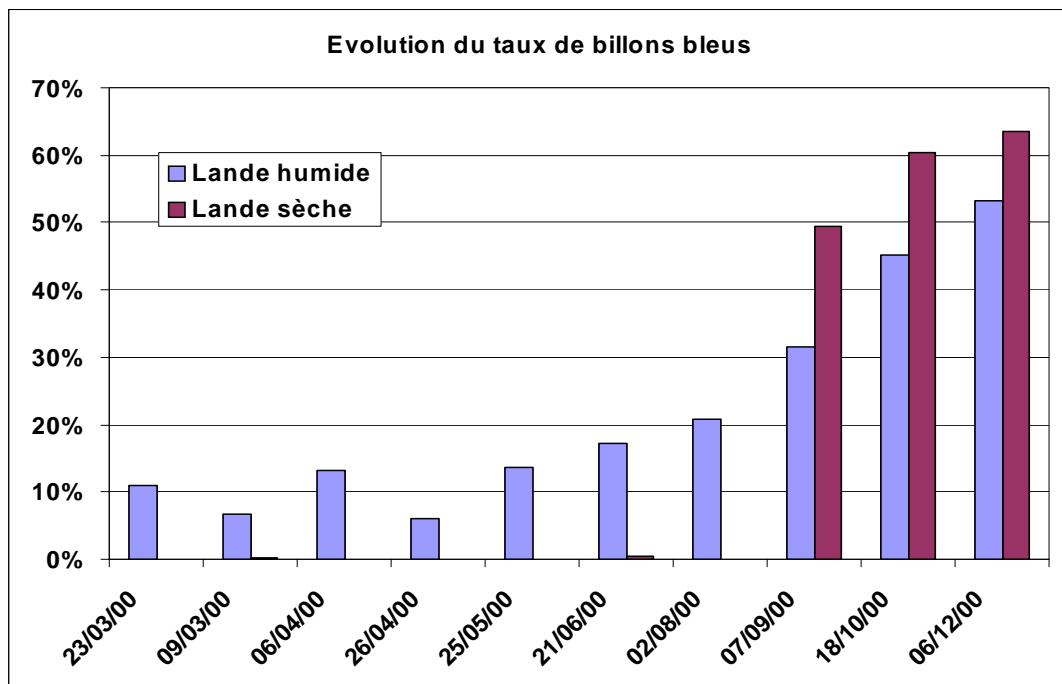
Stockage des bois chablis : comment maintenir la qualité

- **Pin maritime chablis laissés sur coupe :
une dégradation progressive**

Les chablis stockés sur coupe seront victimes d'attaques de champignons et d'insectes xylophages pouvant dégrader l'aspect et/ou la qualité technologique du bois. Les altérations fongiques se développent dans une fourchette d'humidité comprise entre 25 et 80 %.

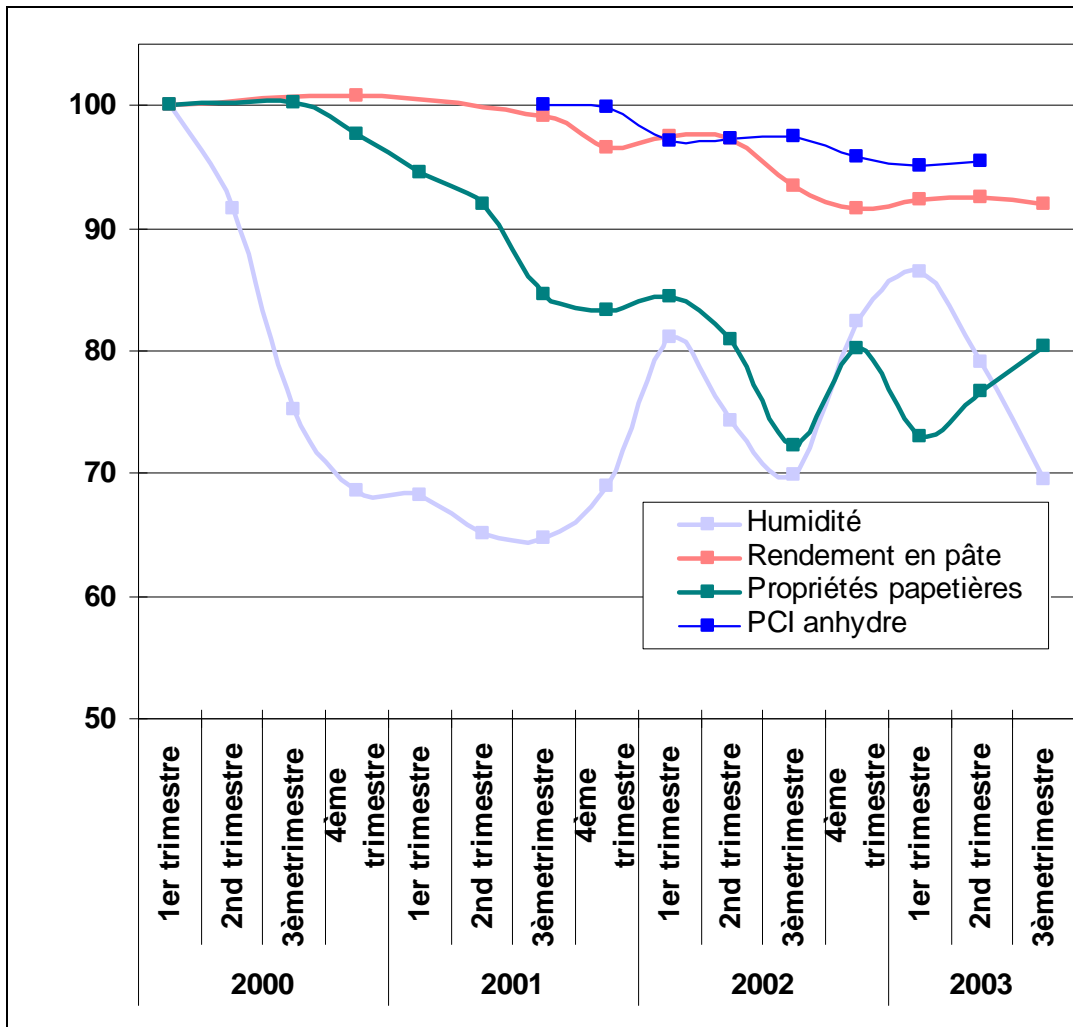
Des suivis réalisés suite à la tempête de décembre 1999 sur des arbres chablis de pin maritime avaient montré qu'un bleuissement de l'aubier apparaissait dès les premiers beaux jours. Une infestation secondaire de bleu avec des champignons du genre *Ceratocystis* ou *Dematiaceae* avait ensuite eu lieu à la faveur des attaques d'insectes durant l'été 2000, soit 6

mois après la tempête. 60 % des chablis étaient alors touchés sur les landes humides comme sur les landes sèches.



Tempête de 1999 : évolution du bleuissement
du pin maritime chablis sur coupe

En moyenne, suite à la tempête de 1999, les premières dégradations de la fibre du pin maritime sont survenues après un an de stockage. Elles sont mises en évidence par la baisse des propriétés papetières très sensibles à la dégradation des fibres. Les dégradations plus sévères apparaissent après deux ans de stockage avec le début de dégradation du rendement papetier, puis se poursuivent avec un début de baisse du pouvoir calorifique après 2,5 années de stockage sur coupe.



Tempête 1999 : Pin maritime chablis sur coupe - Évolution de l'humidité, des propriétés papetières et du pouvoir calorifique

- **De nombreuses méthodes de stockage**

Les méthodes de conservation couramment pratiquées consistent soit à sécher le bois en dessous de 25 % d'humidité (disparition de risque d'attaque de champignons), soit au contraire à l'humidifier pour rester au-dessus de 100 % (absence de risque d'attaque d'insectes, très faible risque d'attaque de champignons).

– **Conservation sous bâche :**

pour des faibles volumes de bois de qualité

Le principe consiste à stocker les bois sur une bâche imperméable puis à recouvrir la pile par une deuxième bâche que l'on soude hermétiquement à la première. Avec la fermentation du bois, le taux d'oxygène à l'intérieur des bâches diminue rapidement pour atteindre un niveau auquel les insectes et les champignons ne peuvent pas survivre. La durée préconisée est de 2 à 3 ans. Cette technique est limitée aux stockages de faible volume (quelques centaines de mètres cubes) et nécessite une surveillance particulière de l'état des bâches qui pourraient être dégradées (vandalisme, rongeurs).

– **Conservation de billons écorcés en piles**

Il s'agit d'une méthode couramment pratiquée pour stocker des rondins sur de longues durées (3 à 5 ans). L'écorçage accélérant le séchage des billons, en moins d'un an si les conditions climatiques sont favorables, les billons peuvent atteindre une humidité suffisamment basse pour être à l'abri des altérations biologiques pendant plusieurs années. Néanmoins, cette méthode n'est pas recommandée pour le stockage du bois d'œuvre (formation de fentes de retrait, non protection contre les attaques d'insectes). De plus, le sciage de grumes sèches pose de nombreux problèmes.

– **Conservation par immersion**

L'immersion est réalisée dans des réservoirs d'eau d'un niveau constant et d'une profondeur limitée (1,5 à 4 m environ) pour permettre l'évacuation mécanisée des grumes, avec possibilité de vidange. La conservation est possible sur de longues durées. Les risques écotoxicologiques induits par le lessivage de tannins, gommés, résines et autres matières extractibles à l'eau doivent être pris en compte. La

surface de stockage nécessaire est importante (compter 3 m³ d'eau pour 1 m³ stocké). Si les bois ne sont qu'en partie immergés (moins des 2/3), les risques d'altérations biologiques demeurent.

– ***Conservation par aspersion***

La méthode consiste à arroser en permanence les bois stockés sur une aire de dépôt, à l'abri du vent. Le bois est saturé en eau, le mettant à l'abri des attaques de champignons aérobies (donc pas de développement des agents de bleuissement) et des attaques d'insectes qui ne pondent pas sur des billons humides. Les risques écotoxicologiques sont faibles. Cette méthode de stockage nécessite l'équipement d'une aire de stockage avec un matériel d'aspersion et des visites quotidiennes de maintenance et de surveillance. Elle demande également une expertise pour évaluer périodiquement l'humidité des bois pour valider la qualité de l'aspersion et ajuster la gestion de la plate-forme de stockage dont la durée va s'étaler sur une période de 4 ou 5 ans.

La dégradation du bois est possible à long terme, ce qui nécessite un suivi qualitatif pour s'assurer de la non contamination par des bactéries et des champignons.



**Plates-formes de stockage de bois
de pin maritime sous aspersion en Aquitaine**

- **L'aspersion maîtrisée minimise les risques de dégradation du bois**

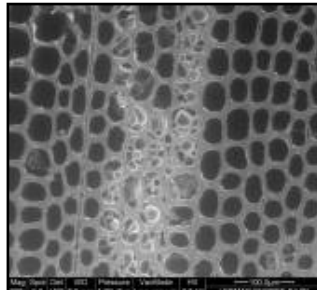
Suite à la tempête de décembre 1999, de nombreux industriels ont stocké du bois d'œuvre. Le retour d'expérience est donné ci-dessous pour les industriels aquitains pour le pin maritime.

- ***Bois de qualité caissage***

Des scieurs ont stocké du bois pendant 8 ans sans observer de dégradation particulière. Le sciage est facilité et le séchage identique. Le bois est par contre plus lourd et plus glissant. L'écorce est dégradée et la transformation du bois doit être rapide après arrêt de l'arrosage.

- ***Bois de qualité parquet et lambris***

Des grumes ont été stockées sur 3 ans sur plusieurs sites sans observation de dégradation. Par contre, des attaques d'armillaire ont été observées sur un site. Ce champignon est capable de se développer sur des bois saturés en eau. Les symptômes signalant le début de ces attaques sont la présence de mycélium blanc sous l'écorce ou de rhizomorphes filandreux noirs le long des grumes. La couleur du bois est aussi un bon indicateur de la dégradation : le bois devient orangé.



Fructification d'armillaire, mycélium et aspect orangé des bois attaqué

– **Bois de qualité déroulage**

Des grumes ont été stockées pendant deux ans sans observation de dégradation. Le déroulage est facilité mais le séchage des placages demande plus d'énergie.

– **Bois de qualité charpente**

Il n'existe pas d'expérience de stockage de bois de qualité charpente en Aquitaine. Mais les stockages par aspersion d'autres essences (sapin, épicéa) de bois de cette qualité ont été très concluants.

Méthode traditionnelle de suivi de la qualité des bois

- **Méthode de référence**

La détermination de l'humidité du bois fait l'objet d'une norme (NF B 51-004). Le bois est placé dans une étuve à 103 °C, jusqu'à atteindre son état anhydre (perte de masse entre deux pesées successives effectuées à 4 h d'intervalle inférieure à 0,5 %). La détermination de l'humidité se fait par pesée :

$$H\% = \left(\frac{\text{masse de l'échantillon avant dessiccation} - \text{masse échantillon anhydre}}{\text{masse échantillon anhydre}} \right)$$

- **Humidimètre à pointes**

Le principe consiste à faire passer un courant électrique entre deux pointes enfoncées dans le bois. L'eau étant conductrice, plus le bois sera humide, plus le courant passera. La longueur des pointes est généralement limitée et la mesure est donc superficielle (quelques centimètres sous la face).

En dessous de 30 % d'humidité, la précision des humidimètres à pointes est bonne. Elle avoisine en moyenne seulement 0,4 % d'écart par rapport à la valeur de référence (mesure à l'étuve).

Au dessus de 30 % d'humidité, la présence d'eau libre dans le bois perturbe la mesure physique. Ils ne sont pas conçus pour réaliser des mesures au dessus de ce seuil d'humidité. Certains opérateurs s'en servent néanmoins pour suivre l'évolution de l'humidification des grumes.

Nouvelles méthodes de suivi de la qualité des bois mises au point par FCBA

- **Méthode de mesure de l'humidité du bois au spectromètre proche infrarouge**

La nouvelle méthode de mesure de l'humidité des bois avec un spectromètre portable proche infrarouge est actuellement une technique qui permet de mesurer rigoureusement l'humidité des bois en surface, de façon non destructive. Elle consiste à soumettre le bois à un rayonnement infrarouge à l'aide d'une sonde (fibre optique), à analyser le rayonnement réfléchi et à en déduire l'humidité du matériau en utilisant une calibration précise. Cette technique est adaptée à des bois saturés en eau contrairement aux techniques basées sur la mesure de la résistivité du matériau.

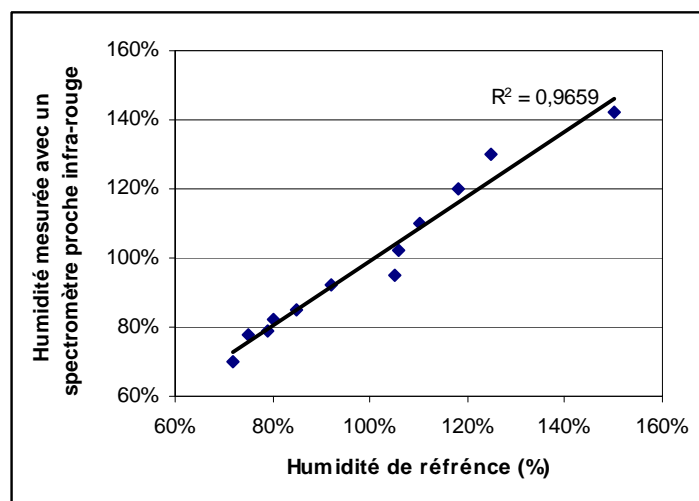
Cette technique utilisée classiquement dans les secteurs agroalimentaires ou pharmaceutiques ne l'était pas jusqu'alors dans l'approvisionnement en bois. Une expérience suffisante des outils, de leur condition d'usage et de mise en œuvre est donc nécessaire pour transférer cette technologie pour un usage sur les aires de stockage de bois. FCBA a élaboré et validé des calibrations spécifiques au pin maritime et au peuplier, ainsi que des

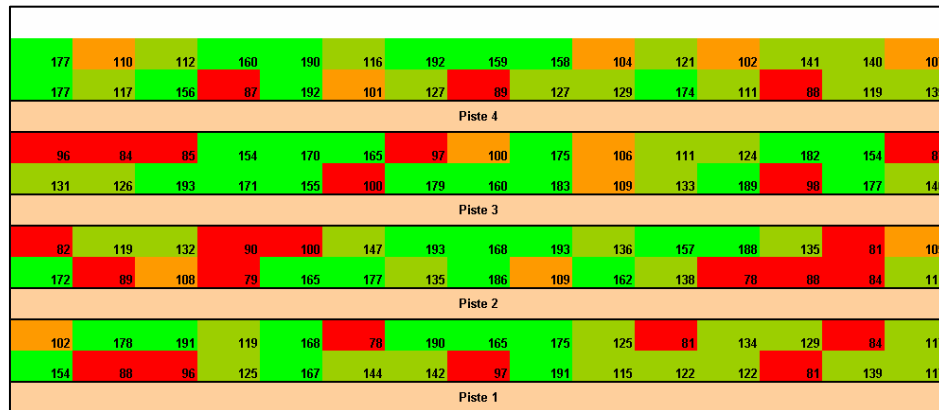
protocoles d'utilisation de nature à garantir un suivi qualitatif des aires de stockage.



Le spectromètre proche infrarouge est composé d'un pistolet et d'un boîtier pour l'alimentation et le stockage des données.

Cette technique de mesure est rapide (1 à 2 secondes), très précise et fonctionne même sur des bois saturés. L'appareil a été testé sur des bois arrosés d'humidité comprise entre 70 et 150 %. Grâce à cette technique, on peut réaliser une cartographie précise de l'humidité réelle des bois stockés sur un site et apporter ainsi des conseils pour la gestion de l'arrosage.





Humidité mesurée avec un SPIR en fonction de l'humidité de référence et exemple de cartographie de l'humidité des bois d'un site de stockage (faisant apparaître les zones à risques ou les zones correctement arrosées selon la couleur)

- **Méthodes de suivi de la qualité du bois pour détecter les champignons pouvant altérer les grumes de pin maritime saturées en eau**

- ***Prélèvements de rondelles et observations microscopiques***

Le contrôle de l'état sanitaire s'effectue par des prélèvements de rondelles sur les billons à l'extrémité des piles. En laboratoire, FCBA effectue un contrôle visuel de la présence d'altérations (bleuissement, moisissure), lequel est complété par des observations au microscope sur des coupes de bois permettant de détecter la présence éventuelle de filaments, indicateurs d'une contamination par des champignons.

- ***Sonde moléculaire pour détecter les champignons du genre *Armillaria* et *Hypholoma****

FCBA a engagé avec l'INRA des recherches sur la détection précoce par marquage moléculaire (empreinte ADN) de champignons pouvant altérer les grumes en pin maritime conservées sous aspersion (principaux genres ciblés : *Armillaria* et *Hypholoma*). Cette méthode permettra de faciliter la

détection rapide, efficace et à moindre coût de la présence de champignons indésirables, au cours de suivis réguliers par dépilage ponctuel.

Des méthodes de mesure de l'humidité fiables

Suite à la tempête du 24 janvier 2009 de nombreux sites de stockage de bois par aspersion ont été installés en Aquitaine. Afin de vérifier la bonne conservation des propriétés des bois stockés, il est nécessaire de disposer de méthodes non destructives fiables de mesure de l'humidité de grumes stockées sous arrosage. La présence d'eau libre dans le bois rend les techniques de mesures traditionnelles imprécises. Une technique nouvelle, la spectrométrie proche infrarouge portable, apporte une réponse pratique pour une mesure rapide et précise de l'humidité des bois stockés sur des plates-formes suite à la tempête sans dépilage des aires de stockage. Un suivi régulier de l'humidité du bois permet de proposer une régulation de l'arrosage, notamment aux périodes les plus froides et les plus humides. FCBA étudie à ce titre la faisabilité d'un système de régulation automatisé, qui pourrait être opérationnel d'ici 2011.

Mikaël Poissonnet

mikael.poissonnet@pierroton.inra.fr

Jérôme Moreau

jerome.moreau@fcba.fr

Guillaume Chantre

guillaume.chantre@fcba.fr

FCBA
Station Sud-Ouest
Domaine de Sivaillan-les-Lamberts
33480 Moulis-en-Médoc
Tél. : 05 57 88 82 33
Fax : 05 57 88 82 34