

CONSERVATION DE BOIS SOUS ASPERSION

JÉRÔME MOREAU - GUILLAUME CHANTRE - PIERRE VAUTHERIN
YOHANN GORGET - PIERRE DUCRAY - PASCAL LEON

CONTEXTE

On estime le volume des bois renversés ou déracinés en France par les tempêtes de fin décembre 1999 à 138 millions de m³, pour une récolte commerciale annuelle moyenne d'environ 35 millions de m³. Ce surcroît d'offre s'est traduit par des difficultés de commercialisation accompagnées d'une chute des prix, voire par l'impossibilité de trouver des acheteurs acceptant de prendre en charge immédiatement et en quantités importantes cette matière première altérable. Afin de préserver ce capital menacé, la conservation d'une partie des arbres accidentés a dû être organisée, cette opération pouvant permettre de limiter la baisse des prix et les difficultés d'approvisionnement des industries dans les mois voire les années qui suivent les chablis.

Plusieurs techniques de stockage ont été mises en œuvre : stockage de chablis enracinés sur coupe, stockage par voie humide (aspersion, immersion), par voie sèche, par voie chimique, par voie gazeuse, ou sous atmosphère confinée. Parmi celles-ci, le stockage par aspersion a été l'une des plus employées.

Les bois stockés avec cette technique ont fait l'objet de suivis qualitatifs menés par le CTBA (Baylot, 1987) et l'AFOCEL (avec le soutien financier du ministère de l'Agriculture et de la Région Aquitaine).

Plus de 5 ans après ces tempêtes, nous pouvons aujourd'hui faire le bilan de cette technique de stockage : quel est son intérêt technique, quel est son impact sur l'environnement, quel devenir peut-on envisager pour les aires de stockage ?



FIGURE 1
IMPORTANCE DES DIFFÉRENTS PROJETS
DE CONSERVATION PAR VOIE HUMIDE
PRÉSENTÉS À LA FIN DE L'ANNÉE 2000

Source : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

DES RISQUES DE DÉGRADATIONS DU MATÉRIAU BOIS

En l'absence de mesure conservatoire, les préjudices dépendent essentiellement de la conjonction de cinq facteurs :

- l'humidité du matériau,
- la température extérieure,
- les essences concernées,
- le type de chablis (renversé, enraciné, dispersé ou non, cassé),
- l'exposition (chablis dispersés sous abri forestier, sur parcelle ensoleillée...).

Selon les essences et le type de bois, le matériau peut être victime plus ou moins rapidement d'attaques d'insectes xylophages, ou de champignons provoquant différentes sortes d'altérations pouvant dégrader son aspect ou ses qualités technologiques. Les altérations fongiques se développent sur les bois à la faveur des zones sans écorce : découpes, blessures (fissures, arrachements), dans une gamme d'humidité comprise entre 25 et 80 %.

- Avant l'attaque des champignons lignivores, et dès les premiers beaux jours, apparaît un bleuissement de l'aubier. Une infestation secondaire de bleu avec des champignons du taxon *Ceratocystis* ou *Dematiaceae* peuvent proliférer à la faveur de galeries d'insectes. Les champignons du bleu dégradent préférentiellement les substances nutritives des rayons ligneux et du parenchyme et de ce fait ne portent pas atteinte au bois et aux fibres. Ces atteintes peuvent concerner de nombreuses essences à des degrés variables, et particulièrement les Pins et le Hêtre.

- Puis, après un laps de temps dépendant de l'espèce et des conditions de stockage sur coupe, en général quelques mois, apparaissent des échauffures pour des espèces peu durables comme le Hêtre (provoquées par *Stereum purpureum*) ou le Sapin et l'Épicéa (provoquées par *Stereum sanguinolentum*) altérant partiellement le bois, ou plus généralement des pourritures dégradant profondément le matériau.

- Enfin, les larves d'insectes (sirex, capricornes, scolytes, etc.) peuvent perforer le bois brisé ou façonné, dès lors que les mécanismes naturels de défense de l'arbre ont disparu. Ces attaques favorisent la propagation des champignons.

Il faut noter que, pour du bois frais laissé sur coupe, les risques d'attaques de champignons sont quasi permanents (température ambiante supérieure à 5 °C), à la différence des attaques

Photos 1 et 2 Échauffure d'aubier sur Chêne (à gauche) et sur Épicéa (à droite)

Photos CTBA



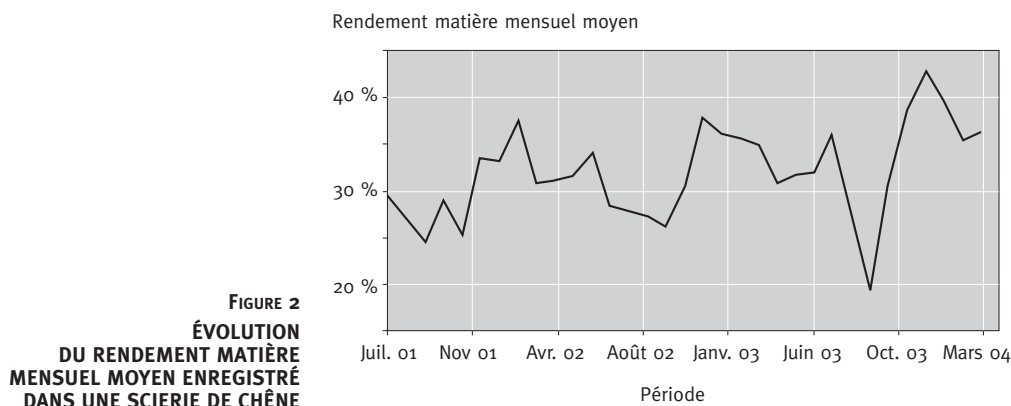
d'insectes qui ont lieu pendant la saison de végétation, sur du bois frais (scolytes) et sur du bois sec (lyctus, capricorne), plus précocement pour les résineux que pour les feuillus (Sapin en particulier). Retenons enfin que le phénomène de dégradation sera d'autant plus marqué que le bois aura séché lentement, dans des conditions chaudes et confinées, et pire encore au contact du sol. Ces conditions sont réunies pour du bois cassé, non écorcé et stocké sur coupe.

IMPACT TECHNIQUE DE LA DÉGRADATION DU MATÉRIAU BOIS

Bois d'œuvre

Pour les transformateurs, ces attaques se traduisent inévitablement par une chute du rendement en matière (ratio volume sciage/volume bois ronds) lorsque les bois sont transformés plusieurs mois après l'abattage, comme cela est très souvent le cas à l'automne lorsque les impératifs sylvicoles imposent une interdiction d'exploitation en période estivale.

Le suivi du rendement matière moyen mensuel obtenu sur trois années consécutives, dans une scierie spécialisée dans la fabrication de frises et planches à parquet de Chêne, illustre la périodicité de ce phénomène.



Une étude comparative sur cet indicateur a été conduite avec des grumes conservées sous arrosage et d'autres empilées bord de route. Réalisé autour du Chêne et du Sapin-Épicéa, ce travail a montré que le bois conservé en l'état bord de route présentait de nombreuses traces d'attaques essentiellement localisées dans l'aubier. On retrouve les résultats enregistrés mis en évidence dans le tableau I :

TABLEAU I Rendement matière moyen en fonction du mode de conservation

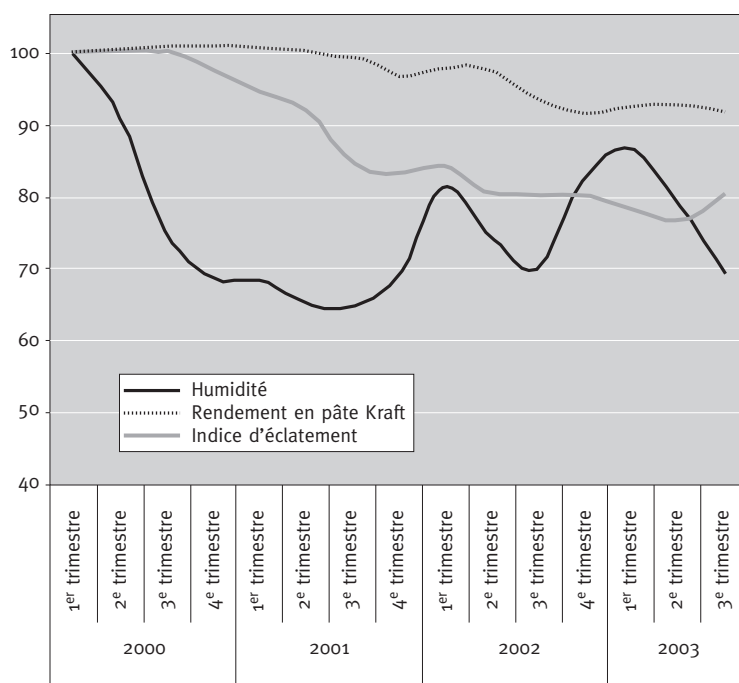
	Bois conservés sous eau	Bois conservés en l'état
Chêne.	0,35	0,305
Sapin - Épicéa	0,64	0,45

Bois d'industrie

En l'absence de mesure de conservation, le matériau bois devient aussi progressivement impropre à un usage dans l'industrie papetière.

La figure 3 (ci-dessous) illustre l'évolution de la qualité papetière de chablis de Pin maritime laissés sur sol forestier après les tempêtes de la fin de l'année 1999. Deux propriétés sont suivies : le rendement en pâte kraft (ratio entre la masse de pâte obtenue et la masse de bois utilisée pour la cuisson) et l'indice d'éclatement (caractérise la pression exercée par une membrane nécessaire pour faire éclater le papier).

FIGURE 3 HUMIDITÉ, RENDEMENT EN PÂTE KRAFT (en indice) ET INDICE D'ÉCLATEMENT POUR DES CHABLIS DE PIN MARITIME LAISSÉS SUR SOL FORESTIER



L'indice d'éclatement se dégrade dès novembre 2000. Cette dégradation est précédée par le passage de l'humidité des chablis en dessous de 80 % après l'été 2000, période à partir de laquelle le bois n'est plus à l'abri des altérations biologiques. Les fibres commencent à être altérées bien avant que le rendement ne soit affecté, effet pernicieux et plus dommageable pour les usages papetiers.

La dégradation de cette caractéristique se poursuit ensuite pour atteindre près de 20 % en janvier 2002. L'homogénéité des produits industriels (nécessaire à leur mise sur le marché) se fait alors au prix de réajustements du process.

INTÉRÊT TECHNIQUE DE LA CONSERVATION SOUS ASPERSION

Bois d'œuvre

Les résultats suivants sont issus :

- de différentes analyses réalisées en laboratoire au titre de nombreuses actions privées menées afin d'évaluer, dans la durée, l'évolution de la qualité des produits conservés à partir de plus de quatre cents billes témoins de différentes essences recensées dans une trentaine de sites répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain,
- de prises de mesures effectuées sur site dans une quinzaine de scieries réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain au cours de différentes saisons pour trois essences principales : Chêne, Sapin-Épicéa, Pin maritime.

L'état sanitaire des bois reste constant dans la durée puisque, plus de quatre ans après leur mise sous eau, la plupart des échantillons ont conservé leurs caractéristiques initiales sous réserve que les consignes de conservation aient été respectées.

- *Les caractéristiques esthétiques du matériau conservé sous aspersion sont les suivantes :*

Immédiatement après le sciage, une couleur tout à fait naturelle est apparue et ceci quelle que soit l'essence traitée. L'aspect visuel des sciages est donc maintenu, bien que l'aspect extérieur des grumes conservées sous arrosage apparaisse comme très dégradé.

Photo 3
Planche de Chêne fraîchement récolté (gauche)
et conservé sous arrosage (droite)



Après ressuyage de quelques heures, il apparaît souvent, pour de nombreuses essences, des colorations anormales. Il s'agit d'oxydations de surface dont l'incidence reste très limitée puisque, généralement, elles disparaissent après ressuyage ou rabotage.

Photo 4
Planche de Pin maritime avant rabotage (gauche)
et après rabotage (droite)



Photos CTBA

- *Les opérations de sciage sont facilitées*

Par rapport à un stockage en période estivale, la conservation des bois par voie humide permet pour le Chêne d'augmenter, en moyenne, la vitesse d'avance lors du sciage de 20 % et de réduire dans des proportions identiques la puissance consommée.

Pour le Sapin-Épicéa, la vitesse d'avance augmente de 10 % et la puissance consommée est réduite de 25 %.

- *La durée de séchage des sciages est plus élevée*

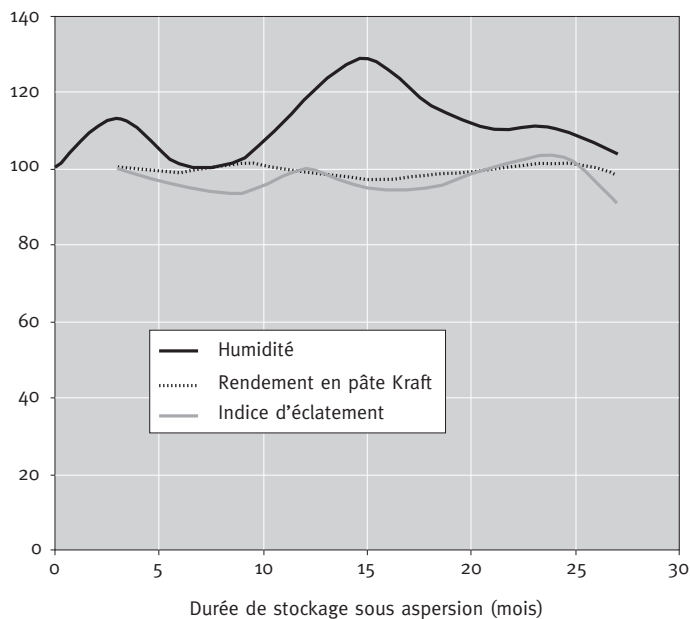
L'allongement enregistré fluctue, en fait, selon la période d'analyse puisqu'il apparaît que le bois conservé sous aspersion présente, en période hivernale, une humidité nettement supérieure à celle normalement recensée pour les bois exploités à cette période. Néanmoins, les courbes de perte d'humidité pour les bois arrosés sont d'autant plus accentuées que les taux d'humidité sont importants. Cela indique donc que l'eau absorbée artificiellement s'évacue rapidement. À titre d'information, on peut retenir les principaux résultats suivants : à l'automne, l'allongement de la durée des cycles de séchage est d'environ 20 % du temps entre les bois conservés sous aspersion et ceux fraîchement exploités ; en hiver, l'écart monte à 50 % mais il redescend à 40 % au printemps.

- *L'aptitude au rabotage reste inchangée*

Bois d'industrie

- D'un point de vue papetier, le stockage sous eau n'affecte pas le rendement en pâte kraft (figure 4, ci-dessous). Des suivis sur des stockages de Pin maritime ont montré que la conser-

FIGURE 4 HUMIDITÉ, RENDEMENT EN PÂTE KRAFT (en indice) ET INDICE D'ÉCLATEMENT POUR DES CHABLIS DE PIN MARITIME STOCKÉS SOUS ARROSAGE



vation des bois de Pin maritime sous eau, si elle est bien menée, permet de conserver intacte la qualité des bois stockés. Après plus de 4 ans de stockage pour certains lots, les fibres n'étaient pas dégradées et l'utilisation industrielle de ces bois était proche de celle du bois vert. De plus, la granulométrie des plaquettes issues de billons conservés par voie humide est préservée, sachant qu'un bois sec génère des copeaux hétérogènes.

- Toutefois, les pâtes mécaniques et thermo-mécaniques, très sensibles à la couleur des copeaux de scierie, sont affectées par la modification de la couleur des bois stockés sous arrosage. Les pâtes issues de copeaux de scierie issus de grumes conservées par voie humide peuvent présenter une blancheur plus faible, une faible blanchissabilité et donneraient des pâtes plus sensibles au photojaunissement (Loras, 1976).

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA CONSERVATION SOUS ASPERSION

Les analyses des effluents ont été réalisées sur l'ensemble des sites de stockage de bois sous arrosage selon les obligations imposées par l'arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique 1531.

Ce document, publié au *Journal officiel* le 31 mars 2000, a imposé différentes obligations. Au niveau environnemental, les prescriptions ont pour but d'analyser la qualité des eaux de rejet.

Les modalités de surveillance prescrites concernent essentiellement :

- les matières volatiles en suspension (MVS). Il s'agit de la quantité de matière organique en suspension dans l'eau.

- la demande biochimique en oxygène (DBO5). La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions d'essai spécifiques par les micro-organismes présents dans l'eau, pour assurer la dégradation de la matière organique par voie biologique. La DBO5 représente plus particulièrement une mesure de la pollution organique biodégradable.

- la demande chimique en oxygène (DCO). Il s'agit de la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans certaines conditions. C'est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale), à la différence de la DBO5, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables.

- le potentiel hydrogène (pH) et la conductivité.

À la lecture des différents documents collectés, il apparaît que la conservation de grumes par voie humide a eu un faible impact environnemental. En effet, pour tous les critères d'analyse retenus, les seuils à respecter selon la réglementation en vigueur n'ont jamais été dépassés et ceci quelle que soit l'essence principale. Les analyses collectées portent principalement sur l'ensemble des essences résineuses mais aussi sur le Chêne, essence pourtant riche en tanin.

Afin d'illustrer ce constat, on retrouvera, ci-après, les résultats enregistrés sur le site de conservation de billons de Pin maritime de Smurfit Kappa Comptoir du Pin situé à Carcans dans le département de la Gironde. Sur ce dépôt, 410 000 tonnes de bois ont été stockées ; les opérations d'acheminement des billons ont débuté à partir de juillet 2000. L'eau utilisée est entièrement drainée vers deux bassins de récupération puis recyclée. La qualité des effluents a été suivie en quatre points de prélèvement (forage, drain, bassin et piézomètre).

Matières en suspension

Au niveau du système de collecte des eaux de rejet, on enregistre une augmentation de la concentration pendant les premiers jours d'aspersion (lavage intensif des composés extractibles du bois) puis une stabilisation à des valeurs très faibles (concentration en MVS inférieure à 50 mg/l).

FIGURE 5 ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN MVS DES EFFLUENTS DES DIFFÉRENTES MODALITÉS

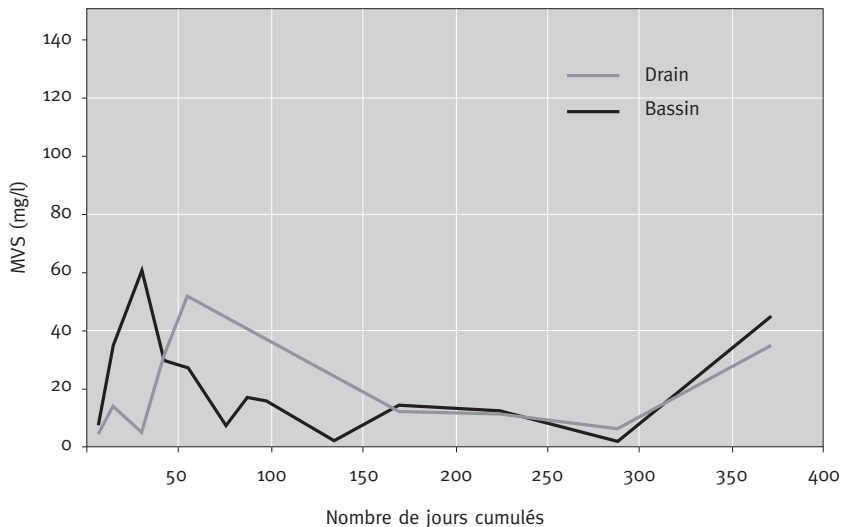
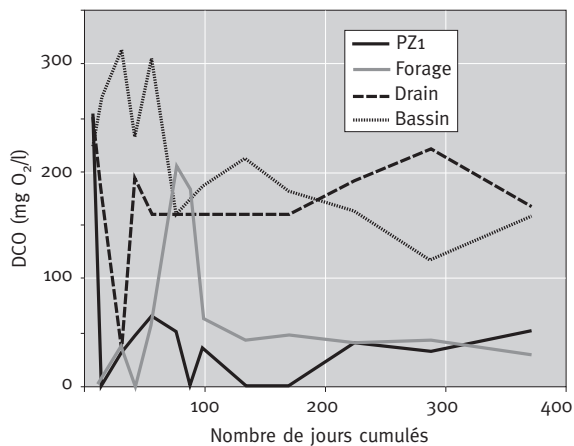
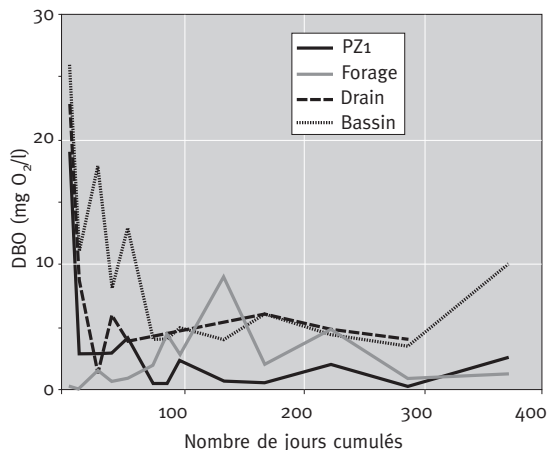


FIGURE 6 ET FIGURE 7 ÉVOLUTION DE LA DBO5 ET DE LA DCO DES EFFLUENTS DES DIFFÉRENTES MODALITÉS



Demande biologique et demande chimique en oxygène (DBO5 et DCO)

La DBO5 est maximale pour les effluents durant les deux premiers mois d'aspersion. Elle reste néanmoins inférieure à 30 mg/l. Elle diminue ensuite rapidement pour se stabiliser à des valeurs inférieures à 10 mg O₂ par litre.

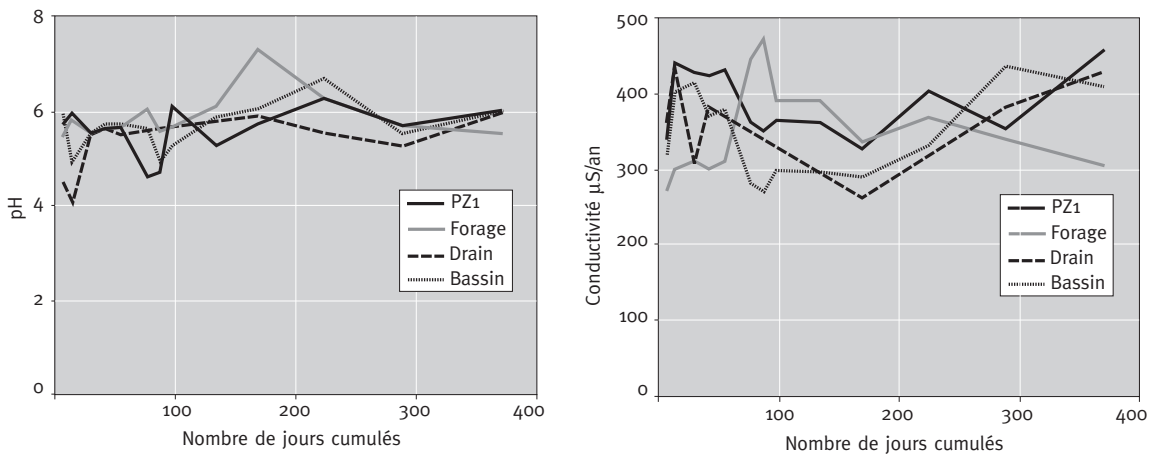
Les valeurs de DCO oscillent entre 150 et 200 mg/l, valeurs courantes pour un stockage avec recyclage de l'eau, et inférieures au maximum à respecter selon la réglementation.

L'analyse des données du piézomètre (situé en aval du site) montre que les valeurs sont semblables à celles du forage. Le drainage du site est donc efficace, l'eau d'arrosage est parfaitement captée et recyclée.

Potentiel hydrogène (pH) et conductivité

Le pH et la conductivité sont stables au cours du temps. Les valeurs des mesures dans le bassin et les drains encadrent les valeurs de l'eau de forage.

FIGURE 8 ET FIGURE 9 ÉVOLUTION DU pH ET DE LA CONDUCTIVITÉ DES EFFLUENTS DES DIFFÉRENTES MODALITÉS



COÛT DE LA CONSERVATION PAR ASPERSION

Une étude réalisée en 2003 par le Laboratoire d'Économie forestière (Unité Mixte de Recherche de l'ENGREF et de l'INRA) a permis d'estimer les coûts de la conservation sous aspersion (hors investissements) (Costa et Ibanez, 2005) :

- le coût moyen de fonctionnement d'une aire de conservation par voie humide sous aspersion s'établit à 2,5 €/m³ sur une année,
- le coût de la rupture de charge peut être estimé à 13,0 €/m³ pour les grumes feuillues et 6,6 €/m³ pour les grumes résineuses.

Le coût global de la conservation par voie humide est donc compris entre 9,1 et 15,5 €/m³.

Il convient de mettre en rapport ces coûts, qui peuvent paraître certes élevés, en regard de la dépréciation déterminée précédemment afin de comprendre que cette technique présente un réel intérêt économique dès lors que l'installation nécessaire est existante.

Par ailleurs, une approche réalisée au niveau du traitement des grumes par voie chimique (alternative régulièrement pratiquée qui passe par une pulvérisation individualisée par grume de produits de traitement chimique effectuée régulièrement) a montré que cette organisation :

- était dangereuse pour les opérateurs chargés de l'appliquer,
- était difficile à mettre en place car elle nécessite des places de stockage adaptées,
- pouvait entraîner une pollution des sols difficilement maîtrisable,
- n'apportait pas des résultats satisfaisants au niveau de la qualité de la conservation du bois,
- n'était pas neutre sur le plan financier (environ 5 €/m³).

INTÉRÊT D'UNE PLATE-FORME DE STOCKAGE INTÉGRANT UNE INSTALLATION DE CONSERVATION PAR ASPERSION DANS UN CONTEXTE HORS TEMPÊTE

Les volumes de bois conservés sous aspersion après les tempêtes de la fin de l'année 1999 étant aujourd'hui en grande partie consommés, il convient maintenant de s'interroger sur la pérennisation des outils mis en place.

La recherche de la réduction des coûts d'approvisionnement des unités industrielles spécialisées dans la transformation des bois ronds s'oriente actuellement vers le regroupement du bois rond vers des bases logistiques destinées à répondre aux différents objectifs suivants :

- **lisser les amplitudes liées aux aléas des livraisons** afin de devenir un régulateur de flux et permettre une meilleure optimisation des matériels mis en œuvre dans les opérations de récolte forestière,
- **devenir un carrefour logistique** en concentrant l'offre, en regroupant des lots homogènes et en favorisant les économies d'échelles,
- **transférer le rôle de concentration** qu'avaient les gares bois, dans le cadre du désengagement du fret ferroviaire,
- **maintenir la qualité** des bois ronds avec un faible impact sur l'environnement, lors d'opérations de récolte exceptionnelles.

Cette évolution a déjà fait l'objet d'une mise en pratique par l'Office national des Forêts sur des plates-formes qui fonctionnent en Savoie depuis maintenant plusieurs années.

Jérôme MOREAU – Guillaume CHANTRE
AFOCEL Station Sud-Ouest
Domaine de Sivaillan, Les Lamberts
F-33480 MOULIS-EN-MÉDOC
sudouest@afocel.fr

Pierre VAUTHERIN – Yohann GORGET
CENTRE TECHNIQUE DU BOIS
ET DE L'AMEUBLEMENT (CTBA)
10, avenue de Saint-Mandé
F-75012 PARIS
courrier@ctba.fr

Pierre DUCRAY – Pascal LEON
UCFF
49, avenue de la Grande Armée
F-75116 PARIS
info@ucff.asso.fr

BIBLIOGRAPHIE

- ARMEF, CTBA. — Manuel d'exploitation forestière. — ARMEF ; CTBA, 1994. — Tome II, 415 p.
- BAYLOT (J.), DIROL (D.), VAUTHERIN (P.). — La Conservation des grumes par voie humide. — *Revue forestière française*, vol. XLIX, n° 4, 1997, pp. 347-358.
- COMMUNAUTÉ SUISSE DE LA PROTECTION DES FORÊTS. — Entreposage du bois rond. — Notice élaborée par le groupe de travail de la CSPF, janvier 2000.
- COSTA (S.), IBANEZ (L.). — Can wood storage be profitable? French experience after the windstorms in 1999. — *Journal of Forest Economics*, vol. 11, n° 3, 2005/11, pp. 161-176.
- CTBA. — La Conservation des grumes. — *Forêts de France*, n° 431, 2000.
- DA SILVA PEREZ (D.), NOUGIER (P.), CHANTRE (G.). — Évolution de la qualité papetière des chablis feuillus. — *Informations Forêt* (AFOCEL), Fiche n° 683, 2004, 6 p.
- FLOT (J.-L.), VAUTHERIN (P.). — Des stocks de bois à conserver en forêt ou hors forêt. — *Revue forestière française*, vol. LVII, n° spécial "Après les tempêtes", 2002, pp. 136-144.
- HEUSER (-). — Stockage du bois, possibilité de stockage et conservation de la qualité du bois de feuillus et de conifères. — Notice n° 30, Administration forestière du Land de Hesse, 1992. — 41 p.
- LORÅS (V.). — Brightness of Thermomechanical Pulp. — International Bleaching Pulp Conference. Proceedings, Chicago, 1976, pp. 175-180.
- MOREAU (J.), CHANTRE (G.), NOUGIER (P.). — Impact sur la qualité papetière du stockage *in situ* et sous aspersion des bois de chablis de Pin maritime. — *Informations Forêt* (AFOCEL), Fiche n° 645, 2002, 6 p.
- VAUTHERIN (P.), GORGET (Y.), DUCRAY (P.), LEON (P.). — Intérêt de la conservation des grumes par aspersion. — Rapport final d'étude, 2004. — 52 p.
- VAUTHERIN (P.), GORGET (Y.), THAILLE (J.). — Rapports privés établis lors du suivi de sites de conservation par voie humide. — 2000-2005.

CONSERVATION DE BOIS SOUS ASPERSION [Résumé]

Plus de 5 ans après les tempêtes de décembre 1999, nous pouvons aujourd'hui faire le bilan sur les opérations de stockage des chablis par aspersion : quel intérêt technique, quel impact sur l'environnement, quel devenir peut-on envisager pour les aires de stockage ?

L'analyse des données collectées au cours des suivis qualitatifs menés par le CTBA et l'AFOCEL a permis de montrer que l'état sanitaire des bois stockés sous arrosage restait constant, les caractéristiques esthétiques et mécaniques initiales des bois étant conservées. Les opérations de sciages sont facilitées, la durée de séchage est néanmoins plus élevée.

Sur le plan environnemental, il apparaît que la conservation a eu un faible impact.

Ces volumes de bois conservés sous aspersion étant aujourd'hui en grande partie consommés, la pérennisation des aires de stockage mises en place passe certainement par une transformation en bases logistiques dédiées, permettant le regroupement du bois rond.

WOOD STORAGE UNDER MISTING SYSTEMS [Abstract]

More than 5 years after the December 1999 storms we are in a position to assess the misting systems applied to windfalls in storage. We examine the technical value of the system, its impact on the environment and the possible uses to which the storage areas might be put in the future.

The data collected during the CTBA and AFOCEL quality follow-up have shown that the sanitary status of the wood stored under misting systems has remained constant and that the initial aesthetic and mechanical features have been maintained. Sawmill operations are facilitated but drying time is longer.

In environmental terms, storage appears to have had a minor impact.

Now that the wood stored under misting systems has largely been used, maintaining the storage areas set up for this purpose may require them to be converted into dedicated logistic bases where industrial roundwood can be collected.