

# CONSERVATION DE BOIS SOUS ASPERSION

Jérôme MOREAU\*, Guillaume CHANTRE\*, Pierre VAUTHERIN\*\*, Yohann GORGET\*\*,  
Pierre DUCRAY\*\*\*, Pascal LEON\*\*\*

\* **AFOCEL** Station Sud-Ouest  
Domaine de Sivaillan, Les lamberts  
33480 Moulis en Médoc  
Tel 05 57 88 82 33, Fax 05 57 88 82 34, Mel : [sudouest@afocel.fr](mailto:sudouest@afocel.fr)

\*\* **CTBA**  
10, avenue de Saint Mandé  
75012 Paris  
Tel 01 40 19 49 19, Fax 01 43 40 85 65, Mel : [courrier@ctba.fr](mailto:courrier@ctba.fr)

\*\*\* **UCFF**  
49, avenue de la Grande Armée  
75116 Paris  
Tel 01 44 17 57 81, Fax 01 44 17 57 31, Mel : [info@ucff.asso.fr](mailto:info@ucff.asso.fr)

## CONTEXTE

On estime le volume des bois renversés et / ou déracinés en France par les tempêtes de fin décembre 1999 à 138 millions de m<sup>3</sup>, pour une récolte commerciale annuelle moyenne d'environ 35 millions de m<sup>3</sup>. Ce surcroît d'offre s'est traduit par des difficultés de commercialisation accompagnées d'une chute des prix, voire même par l'impossibilité à 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 limiter les difficultés d'approvisionnement des industries dans les mois voire les années qui suivent les chablis.

Plusieurs techniques de stockage ont été mises en oeuvre : 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 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).

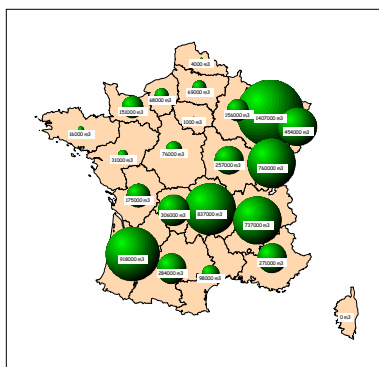


Figure 1 : Importance des différents projets de conservation par voie humide présentés à la fin de l'année 2000 (Source – Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)

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 ?

## DES RISQUES DE DEGRADATIONS DU MATERIAU BOIS

En l'absence de mesure conservatoire, les préjudices dépendent essentiellement de la conjonction de quatre 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 abris 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 et/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 genre *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 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 stocké sur coupe.



Photo 1 et 2 : Chêne Echauffure d'aubier sur chêne (à gauche) et sur Epicéa (à droite)

## IMPACTS TECHNIQUES DE LA DEGRADATION DU MATERIAU BOIS

### Bois d'œuvre

Pour les transformateurs, ces attaques se traduisent inévitablement par une chute du rendement 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.

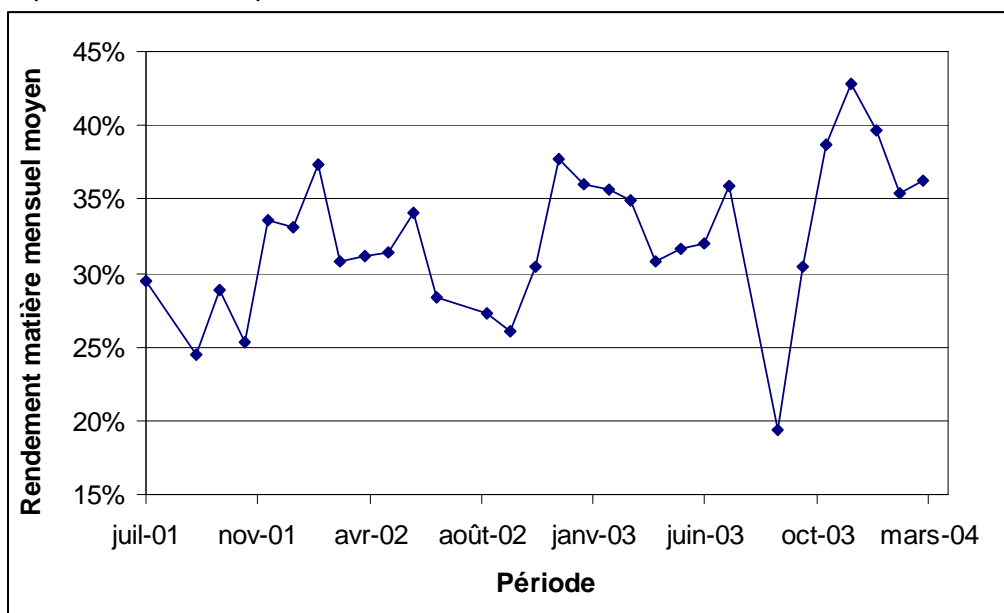


Figure 2 : Evolution du rendement matière mensuel moyen enregistré dans une scierie de chêne

Une étude comparative sur cet indicateur a été conduite entre 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 suivant :

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

Tableau 1 : Rendement matière moyen en fonction du mode de conservation

## 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 2 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 nécessaire exercée par une membrane pour faire éclater le papier).

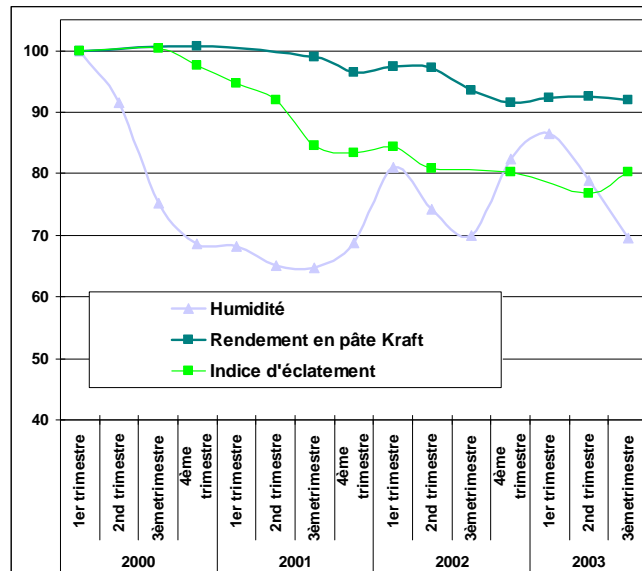


Figure 3 : Pin maritime - humidité, rendement en pâte Kraft en indice et indice d'éclatement de chablis laissés sur sol forestier

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 coûteux réajustements du process.

## INTERETS TECHNIQUES DE LA CONSERVATION SOUS ASPERSION

### Bois 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 d'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 3 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 leur caractéristiques initiales sous réserve que les consignes de conservation soient restées 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 n°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 et/ou rabotage.



**Photos n°4** : planche de pin maritime avant rabotage (gauche) et après rabotage (droite)

- **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. A 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. Des suivis sur des stockages de pin maritime ont montré que la conservation 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 conservés par voie humide peuvent présenter une blancheur plus faible, une faible blanchissabilité et donneraient des pâtes plus sensibles au photojaunissement (LORAS, 1976).

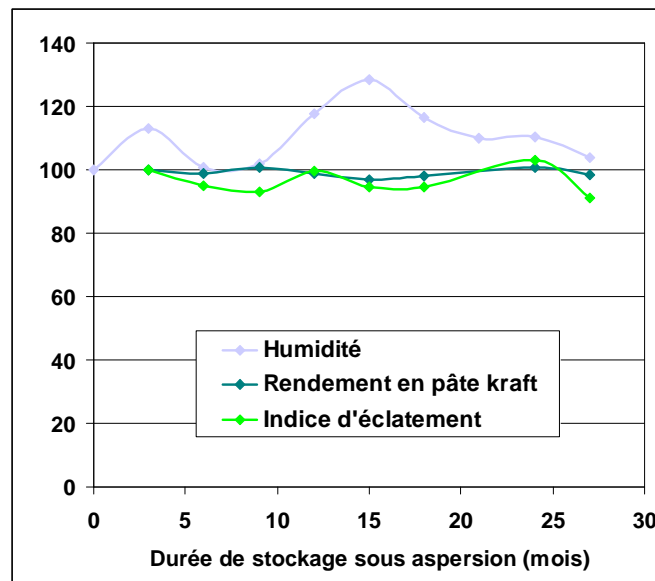


Figure 4 : Humidité, rendement en pâte Kraft en indice et indice d'éclatement pour des chablis de pin maritime stockés sous arrosage

## **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 en suspension (MES). Il s'agit de la quantité de matière, organique ou minérale, en suspension dans l'eau. Elles correspondent à la pollution solide.
- 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

A 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 quelque 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 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 2 bassins de récupération puis recyclée. La qualité des effluents a été suivie en 4 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 MES inférieure à 50 mg/l).

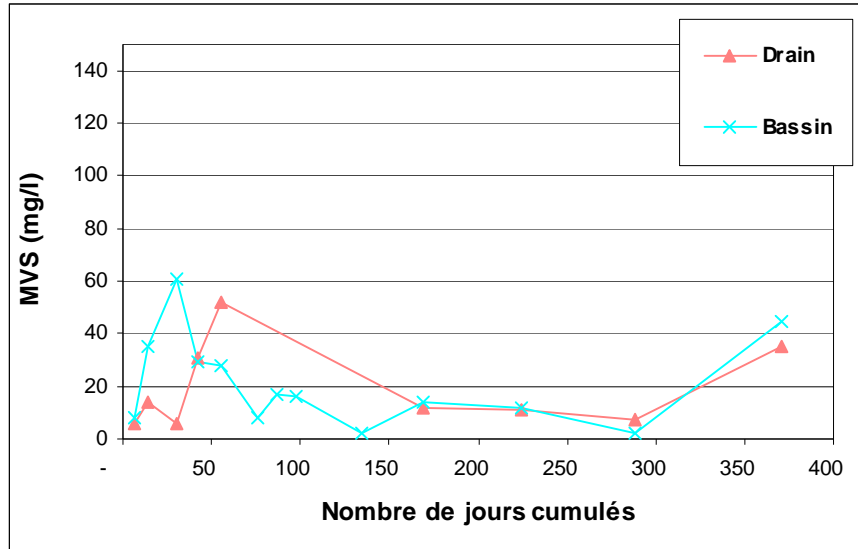


Figure 5 : Evolution de la concentration des MES des effluents des différentes modalités

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

La DBO5 est maximale pour les effluents durant les 2 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 O<sub>2</sub>/l.

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.

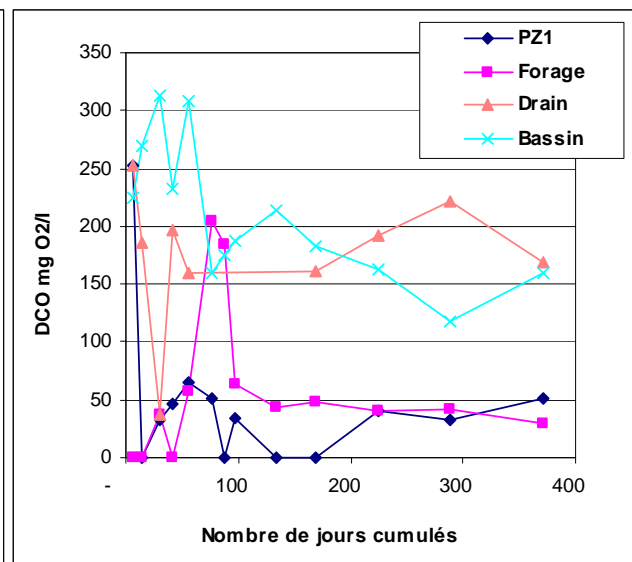
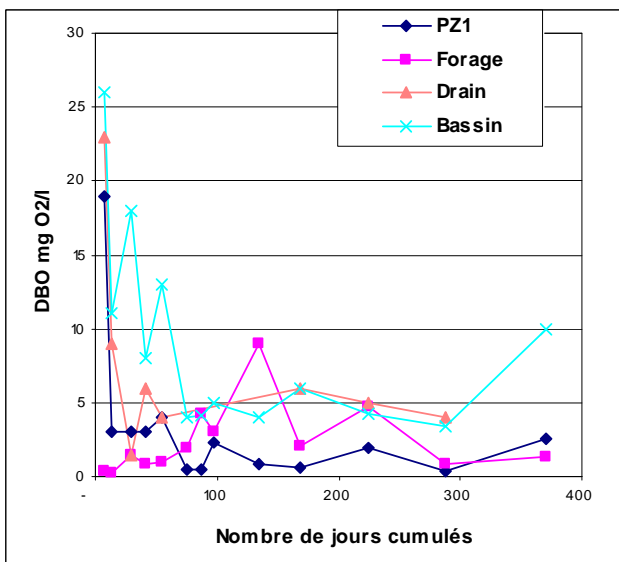


Figure 6 et Figure 7: évolution de la DBO5 et de la DCO des effluents des différentes modalités

### 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.

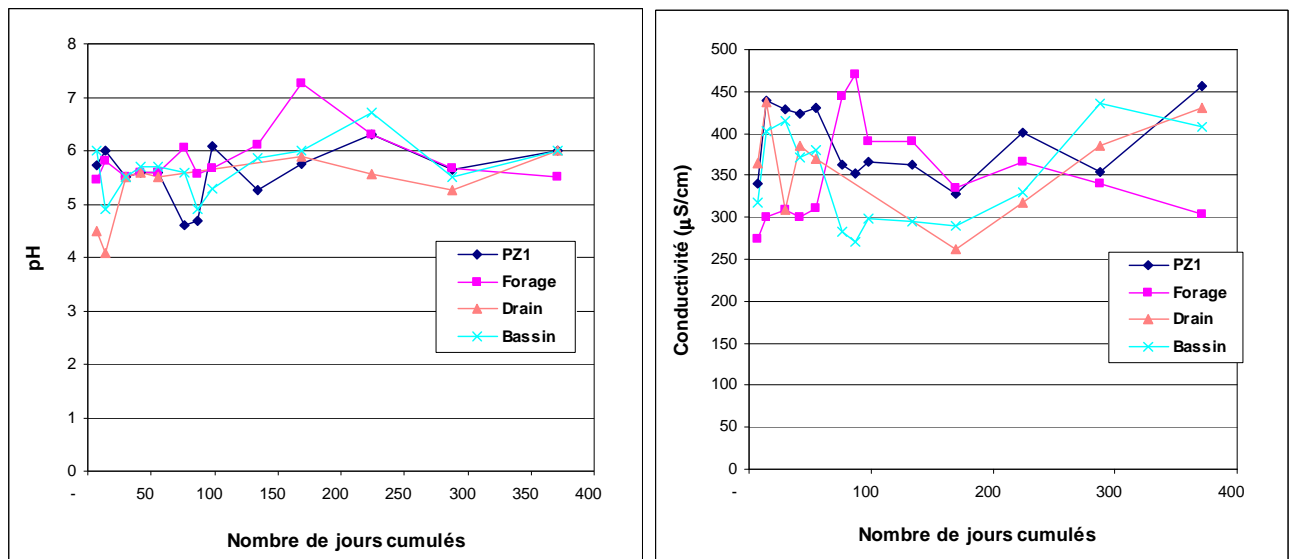


Figure 8 et Figure 9 : Evolution du pH et de la conductivité des effluents des différentes modalités

## COUT DE LA CONSERVATION PAR ASPERSION

Une étude réalisée en 2003 par l'Unité Mixte de Recherche de l'ENGREF et de l'INRA a permis d'estimer les coûts de la conservation sous aspersion (hors investissements) :

- le coût moyen de fonctionnement d'une aire de conservation par voie humide sous aspersion s'établit à 2,5 €/m<sup>3</sup> sur une année,
- le coût de la rupture de charge peut être estimé à 13,0 €/m<sup>3</sup> pour les grumes feuillues et 6,6 €/m<sup>3</sup> pour les grumes résineuses.

Le coût global de la conservation par voie humide est donc compris entre 9.1 et 15.5 €/m<sup>3</sup>.

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 effectuée régulièrement de produits de traitement chimique) 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€/m<sup>3</sup>).

## **INTERET D'UNE PLATE FORME DE STOCKAGE INTEGRANT UNE INSTALLATION DE CONSERVATION PAR ASPERSION DANS UN CONTEXTE HORS TEMPETE**

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 les rôles concentrationnaires** que les gares bois apportaient 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.

## BIBLIOGRAPHIE

ARMEF, CTBA. - Manuel d'exploitation forestière - Tome II, 1994. – 415 p.

BAYLOT (J.), DIROL (D.), VAUTHERIN (P.) – La conservation des grumes par voie humide – Revue Forestière Française – n°4, 1997 – pp. 347- 358

COMMUNAUTE SUISSE DE LA PROTECTION DES FORETS - Entreposage du bois rond - Notice élaborée par le groupe de travail de la CSPF, janvier 2000.

CTBA. - La conservation des grumes - Forêt de France n°431, 2000

DA SILVA PEREZ (D.), NOUGIER (P.), CHANTRE (G.). – Evolution de la qualité papetière des chablis feuillus - AFOCEL, Fiche informations forêt, n°683, 2004. – 6 p.

FLOT (J.- L.), VAUTHERIN (P.) – Des stocks de bois à conserver en forêt ou hors forêt – Revue Forestière Française – 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.

LORÂS (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 – AFOCEL, Fiche informations forêt, 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