

Guide technique sur la récolte et la conservation des chablis



Par l'équipe de spécialistes de l'Action Concertée
QLK5-CT2001-00645
STODAFOR

Coordination : Didier Pischedda





Stodafor : www.stodafor.org



**CENTRE TECHNIQUE
DU BOIS
ET DE L'AMEUBLEMENT**
10, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
Tél. 01 40 19 49 19
Fax : 01 43 40 85 65
www.ctba.fr



**Forstliche Versuchs- und
Forschungsanstalt
Baden-Württemberg**
Wonnhaldestr. 4
D 79100 Fribourg - Allemagne
Tel: +49 761 4018 237
Fax: +49 761 4018 333
www.fva-bw.de

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
1.1	CONTEXTE	5
1.2	CARACTÉRISTIQUES DES IMPACTS D'UNE TEMPÊTE.....	6
1.3	OBJECTIFS DU GUIDE TECHNIQUE	7
2	CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.....	8
2.1	PREMIÈRE ÉTAPE	8
2.2	MÉTHODES D'ÉVALUATION DES DÉGÂTS.....	8
2.3	ANALYSE DE LA SITUATION	11
2.4	LES PRINCIPAUX ACTEURS DE LA TEMPÊTE.....	12
2.5	RÉGLEMENTATIONS	14
2.6	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	14
3	EXPLOITATION FORESTIÈRE	16
3.1	INTRODUCTION.....	16
3.2	CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES : ORGANISATION ET PLANIFICATION.....	16
3.2.1	<i>Principaux acteurs</i>	16
3.2.2	<i>Sécurité</i>	17
3.2.3	<i>Recommandations pour le cubage des chablis</i>	20
3.2.4	<i>Marquage des bois ronds</i>	22
3.3	EXPLOITATION DES CHABLIS – MÉTHODES ET SYSTÈMES	23
3.3.1	<i>Systèmes terrestres</i>	26
3.3.1.1	Système d'exploitation A	26
3.3.1.2	Système d'exploitation B	27
3.3.1.3	Système d'exploitation C	29
3.3.1.4	Système d'exploitation D	33
3.3.1.5	Système d'exploitation E	35
3.3.2	<i>Systèmes par câbles aériens</i>	37
3.3.2.1	Système d'exploitation F.....	37
3.3.2.2	Système d'exploitation G	38
3.3.2.3	Système d'exploitation H	39
3.3.3	<i>Systèmes de déchiquetage des arbres entiers</i>	41
3.3.3.1	Système d'exploitation I.....	42
3.3.3.2	Système d'exploitation J	43
3.4	RECRUTEMENT DES HOMMES ET ENGAGEMENT DES MACHINES	44
3.4.1	<i>Principes</i>	44
3.4.2	<i>Recrutement de personnel</i>	44
3.4.3	<i>Engagement de sociétés</i>	45
3.4.4	<i>Transfert d'équipements et de machines</i>	45

4	CONSERVATION DES GRUMES	47
4.1	INTRODUCTION.....	47
4.2	CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.....	47
4.2.1	<i>Motifs et objectifs de la conservation des grumes</i>	47
4.2.2	<i>Processus de détérioration des grumes après exploitation</i>	47
4.2.3	<i>Recommandations générales</i>	50
4.2.4	<i>Choix de la méthode de conservation</i>	50
4.2.5	<i>Aspects économiques</i>	54
4.2.6	<i>Gestion / Opération / Santé et Sécurité</i>	55
4.2.7	<i>Surveillance de la qualité des bois pendant leur conservation</i>	56
4.3	MÉTHODES DE CONSERVATION.....	57
4.3.1	<i>Vue générale</i>	57
4.3.2	<i>Description des méthodes les plus importantes</i>	60
4.3.2.1	Stockage en forêt : conservation in situ des chablis encore vivants.....	60
4.3.2.2	Conservation sous eau : piles compactes sous aspersion.....	63
4.3.2.3	Conservation sous eau: Stockage en bassin / Immersion dans l'eau.....	72
4.3.2.4	Stockage à l'air: pré-séchage des grumes en pile croisée (grumes sans écorce).....	74
4.3.2.5	Stockage à l'air en pile compacte sous conditions humides (grumes avec/sans écorce).....	77
4.3.2.6	Conservation des grumes en atmosphère confinée, pile compacte enveloppée dans des bâches en plastique scellées hermétiquement (grumes avec écorce).....	79
4.3.2.7	Méthodes de conservation additionnelles.....	81
	ANNEXES	83
	ANNEXE 1: CONSERVATION DES GRUMES: GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS.....	84
	ANNEXE 2: EXPLOITATION FORESTIÈRE DANS LES CHABLIS: GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS.....	86
	ANNEXE 3: RAPPORT DE SÉCURITÉ.....	88
	ANNEXE 4: MODÈLE DE CONTRAT.....	92
	ANNEXE 5: DÉTAILS DES COÛTS POUR LA MÉTHODE D'ASPERSION EN PILE COMPACTE.....	96
	ANNEXE 6: RÉGLEMENTATIONS.....	97
	ANNEXE 7: RÉGLEMENTATION DES TRANSPORTS ROUTIERS: POIDS ET TAILLES REQUIS.....	102
	ANNEXE 8: CONTACTS NATIONAUX POUR LES RÉGLEMENTATIONS DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ.....	103
	ANNEXE 9: CONTACT NATIONAUX POUR LA DOCUMENTATION ET LES INFORMATIONS PRATIQUES DISPONIBLES POUR LA FORMATION ET LA SÉCURITÉ.....	105

ILLUSTRATIONS **CAHIER CENTRAL**

Remerciements

Les personnes ci-dessous sont vivement remerciées pour leur contribution à la réalisation de ce Guide Technique :

CTBA, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (France):

Didier Pischedda – Coordinateur, Emmanuel Bastet, Jean-Luc Chagnon, Jacques Parrot, Pierre Vautherin

FVA, Institut de Recherche Forestière de Baden-Wuerttemberg (Allemagne):

Gerold Mahler, Udo Sauter, Manuela Bacher, Matthias Secknus, Christian Pfeil, Matthias Wurster

AFOCEL, Association Forêt Cellulose (France): Maryse Bigot, Emmanuel Cacot, Jérôme Moreau

BFH, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (Allemagne) : Pr. Rolf-Dieter Peek

BRE, Building Research Establishment (Grande Bretagne): Keith Maun

CBE, Biomass Centre for Energy (Portugal): Joana Carinhas, Claudia Sousa

CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italie): Carla Nati, Claudio Pollini, Raphaelae Spinelli

EMPA, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (Suisse): Martin Arnold

FMRE, Institute of Forest and Mountain Risk Engineering (Autriche): Christiane Berger, Ewald Pertlik

ICSTM, Imperial College London (Grande Bretagne): David Dickinson, Michael Ray

KVL, Forest & Landscape. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning. The Royal Veterinary and Agricultural University (Danemark): Andreas Bergstedt, Ebbe Boellehuus

NISK, Norsk Institutt for Skogforskning (Norvège): Jan Bjerketvedt

TUD, Technical University Dresden (Allemagne): Claus-Thomas Bues

UOP, University of Portsmouth Higher Education Corporation (Grande Bretagne): Rodney Eaton

UPM, Universidad Politecnica de Madrid (Espagne): Eduardo Tolosona, Yolanda Ambrosio

Comité Mixte FAO/CEE/OIT de la technologie, de la gestion et de la formation forestière :

Pr. Hanns Höfle, Barrie Hudson

Un grand merci également à tous ceux qui n'ont pas été impliqués directement dans ce projet mais qui furent d'une aide précieuse quant à la collecte des données et à la révision des textes.

Le projet STODAFOR a bénéficié du financement de la Commission Européenne dans le cadre du 5^{ème} Programme Cadre, Qualité de la Vie. De plus le rapprochement entre les partenaires du projet et le groupe d'experts du Comité Mixte de la FAO/CEE/OIT a reçu le soutien du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et des Affaires Rurales.

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Les tempêtes *Lothar* et *Martin* des 26 et 27 décembre 1999 ont occasionné des dégâts sans aucune mesure sur les forêts européennes, en particulier en Allemagne, au Danemark, en France et en Suisse. Ces deux tempêtes sont survenues au-delà de toutes prévisions étant donné leur brutalité et leur ampleur géographique. C'est en effet, le premier sinistre forestier de cette envergure à l'échelle de l'Europe occidentale depuis les statistiques connues (1860). Sans parler des conséquences en termes de perte en vies humaines et de dommages causés aux biens privés et aux collectivités, 180 millions de m³ de bois ont été renversés en deux jours dans les pays d'Europe (la récolte annuelle étant, quant à elle, de 250 millions de m³).

Ces millions de mètres cubes de bois renversés ou cassés représentent un préjudice considérable pour tous les acteurs de la filière bois peu préparés à ce genre d'événement. Après le rétablissement des voies de communication routières, ferroviaires et énergétiques, l'ensemble des professionnels du bois a dû trouver des moyens pour s'organiser et faire preuve de solidarité et d'initiatives afin de gérer les parcelles forestières sinistrées ainsi que les volumes de bois à terre.

Malheureusement, au dire des climatologues, il semble qu'il faille se préparer à ce genre d'événements dans un avenir plus ou moins proche. Les tempêtes d'hiver sur le continent européen devraient être non seulement de plus en plus fortes et fréquentes, mais elles couvriront également des territoires plus étendus.

Or, le temps de réaction des différents acteurs de la filière bois est un facteur fondamental pour:

- Une gestion optimale de cet état de crise,
- Une organisation des moyens humains et matériels,
- Un choix de techniques et de méthodes,
- Une logistique spécifique à mettre en place,
- Des moyens financiers à débloquer.



*Direction des tempêtes d'hiver en Europe.
Gris: Course normale des vents pendant la saison hivernale.
Noir: Course des vents pendant les tempêtes de 1990 et 1999.*

Il est important par exemple de récolter les arbres renversés dans les meilleurs délais pour préserver la qualité des bois et garantir ainsi l'approvisionnement des industriels dans les années à venir, grâce à des méthodes de conservation adaptées. Lors des dernières tempêtes de 1999, les besoins de récolte dans les zones sinistrées ont été tels qu'ils ont influencé jusqu'aux disponibilités en hommes et en machines des pays non touchés par le sinistre. Les conséquences de ces tempêtes vont donc bien au-delà des seuls besoins régionaux ou même nationaux.

Le projet STODAFOR (Storm Damaged Forests) a été initié et coordonné par le Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (CTBA) afin de faire une synthèse des expérimentations et des compétences à l'échelle européenne sur deux thématiques centrales que sont la récolte des chablis et la conservation des grumes.

Ce travail est le fruit d'un groupe d'experts de dix pays européens (Allemagne, Autriche, Danemark, Espagne, France, Italie, Norvège, Portugal, Royaume-Uni et Suisse) qui se sont réunis régulièrement pendant trois ans entre novembre 2001 et novembre 2004.

1.2 Caractéristiques des impacts d'une tempête

Les impacts et l'état de crise qui suivent une tempête peuvent se caractériser ainsi :

- Les impacts sont imprévisibles.
- Des quantités énormes de bois sont endommagés en forêt.
- Les opérations de récoltes sont rendues très périlleuses par l'enchevêtrement des tiges. Elles nécessitent du personnel réellement qualifié, les risques d'accident augmentant considérablement.
- Le nombre d'hommes et de machines doit être décuplé, étant donné qu'une réaction rapide est primordiale afin de prévenir la dégradation de la qualité du bois.
- Les moyens de transport deviennent un frein logistique lorsque les dégâts dépassent l'échelle d'une région.
- La mise en place de structures de stockage doit être très rapide ce qui suppose que les différents intervenants aient été informés des démarches à entreprendre, avant même l'arrivée de la tempête.

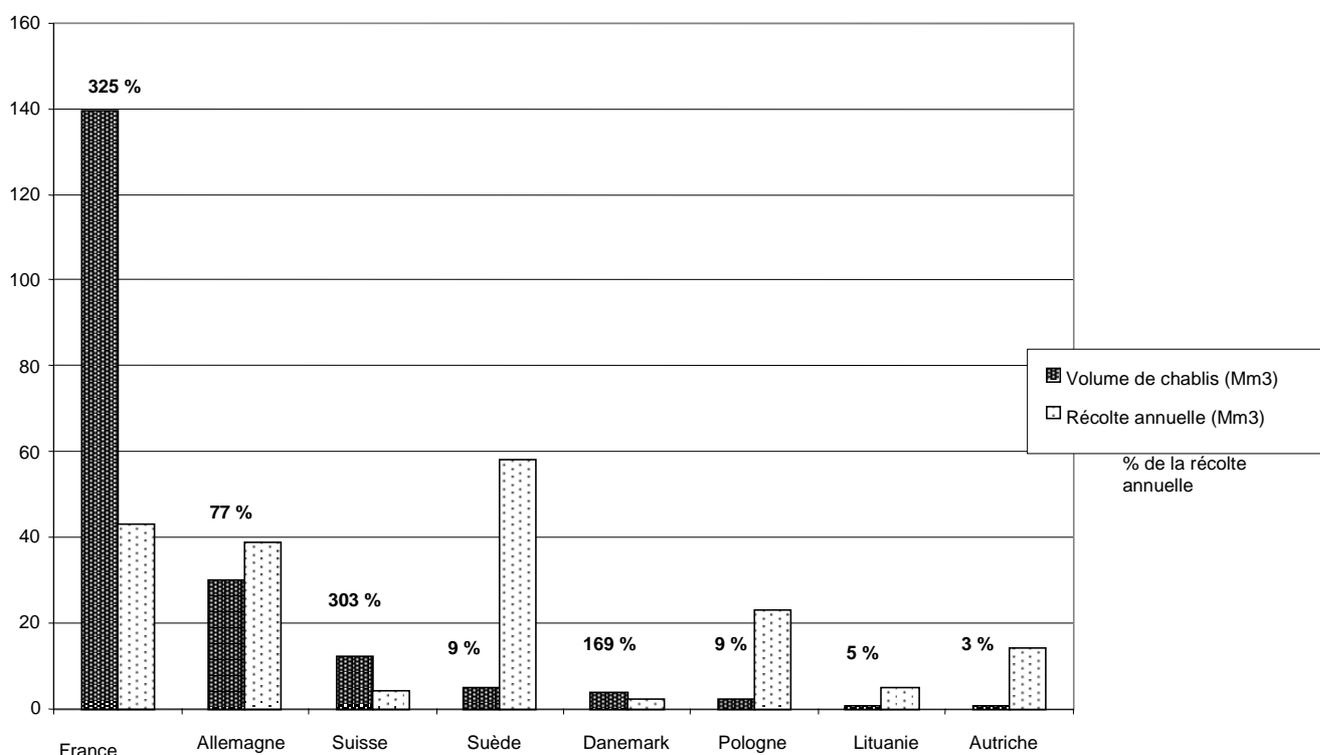


Figure 1: Volumes de chablis des tempêtes de 1999 comparés aux récoltes annuelles (Source: estimation de l'Unece 04/02/2000)

1.3 Objectifs du Guide Technique

Ce guide se veut une base de réflexion à destination des professionnels de la filière bois et des pouvoirs publics pour permettre de conjuguer tous les efforts afin de faire face à la situation. Il est en effet primordial de déterminer, hors période de tempête, les mesures à prendre face à ce type de crise, aussi bien en termes techniques qu'en matière de formation ou d'adaptations réglementaires.

Son objectif principal est de faire bénéficier les professionnels de toutes les connaissances pour faciliter les prises de décisions futures en cas de nouvelle tempête. Il s'agit d'apporter plus précisément des éléments de réponse aux deux premières questions que se posent les forestiers et les industriels face aux chablis :

- Comment exploiter les arbres cassés ou couchés dans les meilleures conditions du point de vue économique, environnemental et de la sécurité du personnel ?
- Comment conserver la qualité des bois afin de préserver l'approvisionnement en matière première des industriels ainsi que les revenus des forestiers ?

Quelques exemples pratiques sont présentés sous forme d'études de cas pour donner de manière simple des informations concrètes.

Les rapports élaborés au cours du projet STODAFOR, qui constituent les bases de ce guide technique, peuvent être consultés sur le site Internet : www.stodafor.org. Ce site sera maintenu et mis régulièrement à jour par le CTBA après la fin du projet.

2 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

2.1 Première étape

Il est évident qu'immédiatement après une tempête, la priorité sera donnée à réparer les dégâts causés à la société civile, à savoir le nettoyage des routes et des lignes électriques, l'abattage des arbres dangereux pour le public, etc. Les forestiers peuvent jouer un rôle important lors de cette étape, puisqu'ils bénéficient de la compétence, des machines et autres équipements nécessaires.

Après avoir répondu aux besoins de la société, il devient alors nécessaire de dégager les chemins forestiers pour pouvoir accéder aux zones endommagées et obtenir une évaluation plus précise des dommages.

2.2 Méthodes d'évaluation des dégâts

Avant d'établir des plans ou de réfléchir à des stratégies de gestion des dommages, il est nécessaire d'évaluer l'étendue des dégâts occasionnés par la tempête.

Les informations fondamentales de cette phase peuvent être obtenues par le biais de cartes, d'inventaires, de photos aériennes ou satellites et par la connaissance du terrain.

Il faut tout d'abord répondre à ces trois questions majeures: quelles sont les zones endommagées, quelles sont les caractéristiques des peuplements concernés et quels sont les dommages occasionnés ?

Pour répondre à ces questions, il est nécessaire d'avoir certaines données importantes sur les zones ravagées par la tempête:

- Localisation (références géographiques) de la zone endommagée par la tempête,
- Volume de bois endommagé par la tempête,
- Répartition des types de dommages causés aux arbres (c'est à dire : % d'arbres cassés, penchés ou tombés (Figure 2)),
- Caractère épars, localisés ou généralisés à tout le peuplement,
- Pourcentages des essences d'arbres (Résineux/Feuillus) et dimensions (répartition des diamètres à 1,30 m dans les catégories Petits bois, Bois Moyens et Gros Bois),
- Description du terrain : pente, présence d'obstacles et portance du sol,
- Infrastructure : pistes de débardage, chemins praticables par les engins forestiers, routes forestières accessibles aux camions.

Arbres déracinés (conifères ou feuillus)

- Faible contact des racines avec le sol (Espace entre la base du tronc et le sol) 
- Important contact des racines avec le sol (Pas d'espace entre la base du tronc et le sol) 

Arbres cassés (conifères ou feuillus)

- Cassure près de la souche (le tronc peut être utilisé en grande longueur) 
- Cassure au tiers de la hauteur du tronc (le tronc ne peut être transformé qu'en bois court) 

Troncs penchés ou encroués (conifères ou feuillus)

- Arbre seulement courbé et système racinaire non affecté 
- Arbre courbé et système racinaire légèrement soulevé, mais en contact suffisant avec le sol..... 
- Arbre encroué (penché en équilibre sur la cime d'un arbre voisin) 
- (système racinaire fortement endommagé, contact insuffisant avec le sol)

Domages causés au houppier (principalement pour les feuillus):

- Léger dommage causé au houppier (une seule grosse branche endommagée) 
- Important dommage causé au houppier (il manque plus de la moitié du houppier d'origine) ... 
- Perte presque totale du houppier 

Figure 2: Description des types de dégâts occasionnés lors d'une tempête

Où et comment accéder à ce genre de données?

Idéalement, il faudrait disposer d'informations à jour et précises sur les peuplements lorsque survient la tempête, entreprendre un repérage à distance (photos aériennes ou par satellite) afin de localiser les dommages et enfin, combiner ces deux bases de données pour évaluer de manière générale la situation quant aux volumes, aux types de chablis et sur les caractéristiques du terrain.

En pratique malheureusement, la plupart du temps, la situation est plus compliquée. Dans certaines zones, on ne pourra avoir accès qu'à des données plus ou moins récentes, telles qu'une carte de la forêt avec quelques données sur le peuplement, sous format papier ou numérique. Dans d'autres zones, seules seront disponibles des photos aériennes ou prises par satellite. Enfin, on ne pourra s'appuyer certaines fois que sur la connaissance du site de certaines personnes.

Le relevé topographique par voie terrestre, bien que parfois difficile à mettre en œuvre, est adéquat à la fois pour cartographier l'étendue des dommages et pour enregistrer les types de dommages causés au peuplement. L'étendue des dommages peut être établie en faisant à pied le tour de la zone endommagée en utilisant un système GPS (Système de Positionnement Global) et/ou en dessinant une carte. Si la topographie le permet, on peut également cartographier les dommages à partir d'un point de vue, comme par exemple sur les hauteurs d'une vallée. L'évaluation des types de dommages peut être effectuée depuis l'extérieur du peuplement endommagé pour des raisons de sécurité, ce qui réduira l'exactitude de certaines des données importantes mentionnées ci-dessus.

Le relevé topographique à distance peut être effectué par hélicoptère, par avion ou par satellite. Les hélicoptères et les avions peuvent être équipés de caméras pour à la fois prendre des photos et enregistrer des films vidéos. La connexion de la caméra au GPS de l'avion permet de positionner géographiquement les photos. Certains types de films, comme par exemple les films à infrarouge, améliorent le repérage de certaines données au sol (espèces, type de sol, etc.). De plus, même s'il est toujours possible de repérer une forêt endommagée juste après le sinistre, ce repérage devient plus difficile après un certain laps de temps. Dans ce cas, le système infrarouge permet tout de même de repérer les arbres les plus gravement touchés grâce aux changements du spectre de la réflexion. De même, l'usage de la télémétrie laser peut s'avérer très efficace.

Les images par satellite sont collectées de façon plus ou moins continue. Nombre de ces images ont une très haute définition et peuvent également être utilisées pour le repérage des zones endommagées. Plusieurs types d'images satellites existent, comme par exemple les bandes panchromatiques ou celles à spectres multiples (par exemple : le bleu, le vert, le rouge ou le proche infrarouge). Les images sont analysées au moyen d'un logiciel qui effectue une classification numérique. Des résultats prometteurs ont déjà été obtenus avec différents types d'images et différents logiciels d'analyse. Toutefois, quelques problèmes sont apparus lors du repérage de petites zones de dégâts ou avec certaines méthodes de type numérique qui s'appuient sur la présence des feuilles. Dans ce dernier cas, l'efficacité de la méthode est bien évidemment très largement diminuée lorsque la tempête a lieu en hiver dans des forêts de feuillus.

Lorsque l'étendue des dégâts est très importante, un autre paramètre doit être pris en compte en plus de l'évaluation des dégâts forestiers:

Quelles sont les ressources disponibles pour pouvoir transformer les chablis en produits commercialisables?

- La main d'œuvre locale,
- Les engins forestiers présents localement,
- Eventuellement, la main d'œuvre et les équipements disponibles à l'échelle régionale, nationale et internationale.

Ce sujet est traité plus loin dans les paragraphes 2.4 et 3.4.

2.3 Analyse de la situation

Etant donné l'état très complexe et variable des dommages après une tempête, il est impossible de proposer une règle de décision détaillée et universellement applicable pour la récolte et la conservation des chablis. Néanmoins, le plan décisionnel général suivant est recommandé (Figure 3).

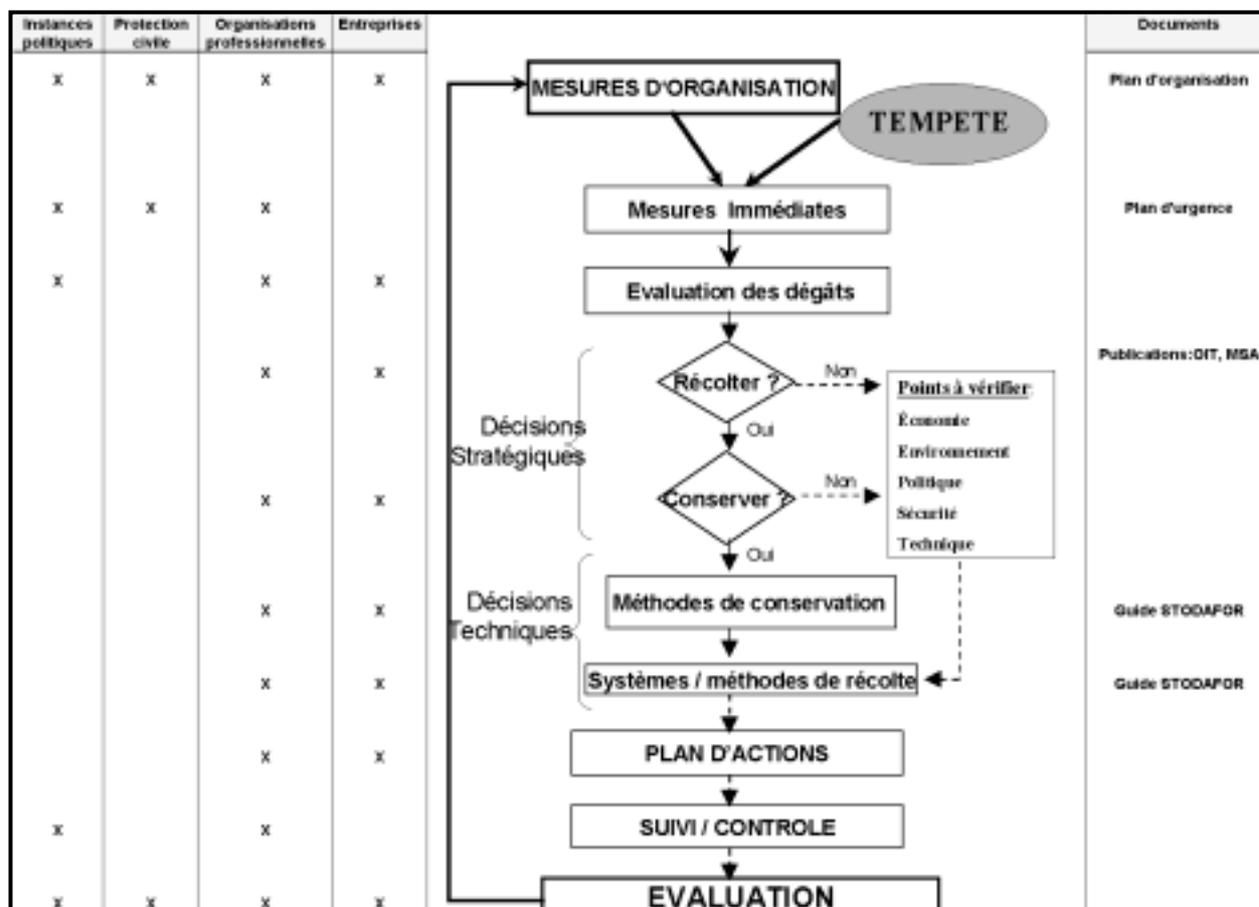


Figure 3: Plan décisionnel pour la récolte et la conservation des chablis après une tempête

Après avoir pris les mesures immédiates et procédé à l'évaluation des dégâts en forêts, deux décisions primordiales doivent être prises, d'un point de vue stratégique:

1. Les arbres seront-ils récoltés ? (ou laissés en forêt ?)
2. Les grumes issues des chablis seront-elles stockées avant d'être transformées ?

Si la réponse à la première question est négative, aucune démarche particulière n'est nécessaire. Les motifs d'une réponse négative peuvent être les suivants:

- Dommages trop importants occasionnés aux chablis par les scolytes ou autres insectes,
- Difficultés particulières à la sécurité du travail, à l'utilisation des bois, au marché du bois d'œuvre, aux conditions de reboisement, aux influences sur le gibier et ses dégâts potentiels,
- Raisons d'ordre écologique et de protection naturelle liées à des modifications d'habitats ou de la biodiversité,

- Exigences de la société en matière de loisirs, de paysage, etc.,
- Mauvaise rentabilité d'une éventuelle exploitation des chablis et une commercialisation aléatoire de ces bois endommagés par la tempête,
- Dangers naturels en zone de montagne comme les glissements de terrain, les chutes de rochers, les chutes de grumes, l'érosion, etc.,
- Insuffisance des moyens en hommes et en matériels.

Si les arbres doivent être exploités sans précision de conservation des grumes, une décision doit être prise quant aux systèmes d'exploitation à utiliser. Ce choix sera influencé par les types d'engins disponibles, les conditions en forêt et la configuration du sol (pente, obstacles et portance).

Si enfin on répond positivement aux deux questions citées plus haut, il faut alors faire le choix d'une méthode de conservation et d'un système de récolte adéquats. Ces décisions doivent être principalement fondées sur des considérations techniques. La méthode de conservation doit être déterminée en priorité car elle conditionne le choix du système de récolte et notamment les longueurs de découpe de grumes.

Les différentes méthodes de conservation des grumes sont exposées au chapitre 4.

Les dommages causés aux forêts par une tempête sont de plusieurs types que ce soit au niveau de l'arbre lui-même ou du peuplement. Le gestionnaire de la forêt ou l'exploitant devra donc choisir parmi les méthodes de conversion, celle qui sera la plus adaptée compte tenu de la sensibilité des essences à la dégradation par les champignons et les insectes, des moyens d'exploitation disponibles et de la durée de stockage envisagée et du type de dégâts occasionnés aux arbres et à la forêt en général.

En outre, il est important d'évaluer le plus précisément possible l'effort à fournir pour mettre en œuvre la conservation des bois en termes de coûts (équipements, terrains, infrastructure, etc.), de temps et de personnels nécessaires à la mise en place du site. Les autres paramètres essentiels à prendre en compte sont : la période de stockage, la gestion du temps, le site de stockage et le type d'essences à conserver.

2.4 Les principaux acteurs de la tempête

Après une tempête, de nombreux acteurs sont impliqués tant pour l'exploitation des chablis que pour la conservation des bois. Ceux-ci sont décrits ci-après :

Les **propriétaires forestiers** constituent un groupe très hétérogène. Il s'agit aussi bien de petits propriétaires forestiers privés que de propriétaires de forêts de plusieurs dizaines d'hectares qui peuvent appartenir à de grandes sociétés. Il peut s'agir aussi de Collectivités locales ou de l'Etat (forêts communales et domaniales). De ce fait, le nombre de personnes impliquées dans le processus de décision peut-être très élevé. Heureusement, dans la plupart des pays, il existe des associations de propriétaires forestiers qui, de concert avec les autorités responsables des forêts à différents niveaux (local, régional et national), peuvent représenter un pouvoir décisionnel puissant.

Les **entreprises d'exploitation forestière** (EF ou ETF) ont un rôle clé dans la gestion des chablis. De même que les propriétaires forestiers, ils constituent un groupe très hétérogène allant de l'entreprise unipersonnelle indépendante à la société d'approvisionnement d'un groupe industriel. Un grand nombre d'entre eux sont membres d'associations d'entrepreneurs. Ces associations peuvent être un moyen efficace de communication et d'action tant à des échelons nationaux qu'internationaux (déplacement des hommes et des engins ; organisation du travail dans un pays étranger ; etc.). Le Réseau Européen des Entrepreneurs Forestiers « European Network of Entrepreneurs forestiers » [ENFE], qui regroupe les associations nationales d'entrepreneurs de 14 pays européens. Ce réseau est un bon exemple d'association travaillant à un niveau européen et qui peut aider en cas de tempêtes à mettre en relation des entrepreneurs forestiers de pays différents.

Tableau 1: Liste des services d'assistance et de planification à prévoir pour des entreprises étrangères

LOGISTIQUE	FINANCES
Déplacement des engins	Garantie de paiement
Aménagement du site	Comptes bancaires
Continuité du travail	Impôts
	TVA
	Unités de mesure et méthode de paiement
SERVICES	LEGISLATION
Traduction	Heures de travail
Moyens d'accès immédiat et de paiement pour:	Santé et sécurité
le carburant	Mesures spéciales pour les travailleurs isolés
les réparations et la maintenance	Conformité pour les machines
la fourniture de pièces de rechange	Certification
le logement	

La situation concernant les **entreprises de transport de bois** est assez semblable à celle des entrepreneurs forestiers.

Dans certaines régions, il peut arriver qu'il s'avère nécessaire de créer des chemins forestiers (pour camions et pour engins forestiers), ce qui nécessitera l'intervention d'aménagistes et **d'entrepreneurs en BTP**.

Les **autorités responsables des voies publiques**, à la fois sur le plan local, régional et national, doivent être en mesure de gérer une situation où l'intensité de la circulation des camions augmente de façon importante suite aux chablis.

Les sociétés de chemins de fer et les compagnies de navigation maritime sont susceptibles d'être concernées notamment pour le transport international du bois d'œuvre.

Une forte tempête bouleverse également le marché du bois. Les **acheteurs de bois** doivent être capables d'affronter ces changements brutaux de l'approvisionnement en un laps de temps très court.

Les **autorités chargées de l'environnement** peuvent être également impliquées de plusieurs manières. En ce qui concerne les questions d'exploitation des chablis et de construction de routes, les considérations environnementales peuvent devenir un paramètre clé. De même, lors d'une installation de site de stockage, il faut la plupart du temps en référer aux autorités chargées de l'environnement.

Ceci n'est qu'une brève présentation de quelques-uns des principaux acteurs lorsqu'il s'agit de gérer d'importantes quantités de chablis. Il est certain que de nombreux autres acteurs sont également concernés. Un des défis majeurs consiste à organiser cette collaboration de façon à minimiser les dommages supplémentaires, qu'ils soient d'ordres humains, environnementaux ou économiques.

2.5 Réglementations

La connaissance des **réglementations nationales** est essentielle, notamment celle des lois, décrets et arrêtés en matière de transport et de stockage des bois. Les méthodes de conservation des bois sont souvent soumises au contrôle de différentes autorités. Le stockage sous eau par exemple (piles compactes avec aspersion d'eau ou stockage en bassin / immersion dans l'eau douce) doit se conformer à différentes réglementations. Il est préférable de contacter les autorités locales pour de plus amples informations et consulter la partie « conservation des grumes » dans ce guide technique.

Les réglementations et les lois sont présentées séparément pour chaque pays. Elles sont données en Annexe 6 sous forme de liste comprenant la dénomination des lois et les organismes à contacter. Elles sont disponibles pour les pays suivants: Allemagne, Autriche, Danemark, Espagne, France, Grande Bretagne, Italie, Norvège, Portugal et Suisse.

2.6 Impacts environnementaux

Exploitation forestière

L'exploitation des chablis peut perturber gravement le sol, ainsi que la biodiversité et la qualité de l'eau. La plupart du temps, de nombreux arbres sont déracinés et l'exploitation des bois entraîne inévitablement de graves perturbations du sol. Il faut faire très attention à limiter la circulation des machines sur les sols forestiers fragiles (en particulier les sols humides avec une haute teneur en argile et les sols organiques) afin de minimiser les effets de perturbation de la litière et du tassement du sol. Il est important de choisir des machines aux performances et capacités appropriées et, si cela est possible, la circulation sur les sols vulnérables devra être limitée aux périodes de gel ou de sécheresse.

Il faut aussi prendre soin de ne pas perturber ni détruire les cours d'eau naturels et les fossés de drainage artificiels afin d'éviter le lessivage d'éléments du sol vers l'aval. Les zones décapées ou perturbées peuvent aussi être le point de départ d'une érosion importante.

Conservation des bois pendant une période longue

Pendant le stockage sous eau des bois (aspersion d'eau ou immersion en bassins), beaucoup d'éléments organiques sont éliminés de l'écorce et, dans une moindre mesure, du bois. En outre, de petites quantités de particules ioniques (sels et acides) ainsi que des particules solides sont aussi lessivées. Les éventuels effets négatifs sur l'environnement de ces substances dissoutes peuvent être caractérisés par les propriétés de l'eau suivantes:

- Valeur en DCO (demande chimique en oxygène)

La valeur en DCO ou la demande chimique en oxygène indique la quantité d'oxygène nécessaire à la détérioration chimique des composants organiques contenus dans l'eau.

- Valeur en DBO (demande biochimique en oxygène)

La valeur en DBO ou la demande biologique en oxygène (biochimique) indique la quantité d'oxygène qui est consommée au cours de sept jours pour la détérioration des composants organiques contenus dans l'eau.

- Valeur en pH (degré d'acidité) et conductivité électrique

Le degré d'acidité est une mesure de la concentration en ions hydrogène, tandis que la conductivité électrique fait référence à la charge totale de substances ioniques dissoutes. En France, dans tous les cas, le PH des effluents rejetés doit être supérieur à 5,5.

- Nutriments végétaux et autres sels

En plus de l'ammonium (NH₄) et de l'azote total, les recherches peuvent aussi porter sur la présence de phosphate, de nitrate et de nitrite ainsi que sur des ions simples comme les ions métalliques et le chlorure.

En France, les valeurs limites dépendent du type de site. Lorsque le site est une *installation classée soumise à déclaration* (à partir de 1000 m³ de bois stocké), c'est l'arrêté type - Rubrique n°1531 : « Stockages par voie humide (immersion ou aspersion) de bois non traité chimiquement », qui fait foi. Il faut alors prendre des mesures de DBO, de DCO et du pH tous les 15 jours pendant les 4 premiers mois puis tous les 6 mois. « *Les rejets dans les eaux superficielles doivent tenir compte des objectifs de qualité des cours d'eau quand ils existent* » (pas de limites précisées).

Dans le cas des *installations classées soumises à déclaration* (cas, par exemple, d'un site situé dans une scierie dont la somme des puissances machines est supérieure à 200 kW ou dont le volume de produit de traitement mis en œuvre est supérieur à 1 m³), les valeurs limites sont les suivantes :

- Pour la DCO : 300 mg/l si le flux journalier de DCO n'excède pas les 100 kg/jour. Sinon, 125 mg/l
- Pour la DBO : 100 mg/l si le flux est inférieur à 30 kg/jour. Sinon, 30 mg/l
- Pour les MES (matière en suspension) : 100 mg/l si le flux journalier est inférieur à 15 kg/l ; 35 mg/l au delà. Dans le cas d'une épuration par lagunage : 150 mg/l

Par expérience, il est communément reconnu que le paramètre le plus important est la demande en oxygène (valeur en DCO et valeur en DBO). En effet, l'eau de ruissellement contient rarement des quantités d'éléments à des niveaux toxiques et ce quel que soit le composé, mais la décomposition de matière organique peut priver le milieu d'oxygène, entraînant des effets négatifs sur la flore et la faune. Les quantités de matières dissoutes ou en suspension dans l'eau augmentent en général dans les premières semaines de la conservation par voie humide, et, dans certains cas, jusqu'à trois mois. Par la suite, elles reviennent à leurs valeurs initiales sur une période de 1 à 2 ans.

Le risque de pollution des voies d'eau naturelles peut être considérablement diminué grâce au système de recyclage de l'eau. De la même manière, le besoin en eau douce peut être aussi considérablement réduit. En effet, bien qu'une grande partie de l'eau se perde par évaporation et infiltration dans le sol, l'expérience montre que 50-60% de l'eau peut être recyclée lorsque le parc à bois est installé en forêt ou sur une terre arable. Dans le cas de bassins de stockage élaborés sur une surface en béton ou en asphalte (par exemple, un parc à bois de scierie) ce chiffre peut être amélioré.

Le stockage du bois rond dans des bassins d'eau stagnante naturelle et de petite taille entraîne, en règle générale, une pollution sur laquelle on ne peut pas influencer. En effet, la proportion de bois stockés par rapport à la quantité d'eau du bassin est telle que le lessivage des matières solubles de l'écorce et le dépôt de grandes quantités d'écorce au fond du bassin peuvent entraîner de sérieux dégâts sur la faune et la flore. De plus, les gravillons, pierres et terres des berges et des chemins de communication sont aussi lessivés par l'eau de pluie et poussés dans le bassin par les engins de transport. Par conséquent, il est probable que la permission pour de telles installations soit refusée par les autorités.

Par contre, le stockage des bois dans des bassins plus grands affecte peu la qualité de l'eau si toutefois la zone de stockage est limitée à une petite proportion de la surface de l'eau. Il faut cependant se soucier de la protection des rives, de la conservation de la nature, de la protection des espèces ainsi que d'éventuels dangers de dérive des bois.

En général, peu d'attention a été prêtée au risque de pollution des nappes phréatiques par les composants du bois et de l'écorce dissous qui s'infiltrent dans le sol. Toutefois, dans l'état actuel des connaissances, aucune preuve de pollution de ces nappes phréatiques n'a été signalée.

Utilisation d'insecticides

L'utilisation d'insecticides est limitée dans tous les pays européens et doit être conforme aux lois nationales. Les traitements à l'insecticide ne sont prévus que pour la protection des grumes, et non pour contrôler la population de scolytes en général. Sur des sites où les bois sont conservés en stockage sous eau, l'utilisation d'insecticides est bien évidemment exclue à cause de leurs effets toxiques sur les organismes aquatiques.

3 EXPLOITATION FORESTIÈRE

3.1 Introduction

Chaque année en Europe, des tempêtes affectent les forêts, tout au moins localement. Les dommages sont d'ordre humain, matériel et forestier. Les personnes responsables doivent réagir vite, réfléchir à des stratégies de gestion adéquates et prendre les bonnes décisions.

Ce chapitre a pour objectif d'aider les forestiers dans leur prise de décisions en matière de méthodes d'exploitation des zones sinistrées. Les solutions choisies doivent en effet allier sécurité du travail et exigences ergonomiques, économiques et écologiques.

Cette partie du Guide Technique traite plus précisément de l'exploitation forestière pour donner au lecteur des informations de base et une vue d'ensemble quant aux systèmes d'exploitation disponibles et ce, à différents niveaux de gestion de l'après-tempête. Elle permettra au lecteur de trouver rapidement la méthode la plus appropriée en fonction du type de dégâts.

La description des méthodes aidera aussi l'utilisateur à trouver des solutions et à prendre les bonnes décisions face à plusieurs scénarios de tempête (scénarios qu'à l'avenir, tous les pays européens auront probablement à affronter une fois tous les 10 ans en moyenne).

Les premières mesures qui seront prises quant à l'organisation des opérations d'exploitation sont d'importance primordiale. Ce Guide Technique donne à l'utilisateur des informations fondamentales sur la façon d'éviter certaines erreurs économiques et écologiques pouvant entraîner des pertes financières et des dommages sur l'environnement considérables.

En règle générale, la gestion de la forêt après tempête se caractérise par des prises de décision rapides, qui doivent tenir compte des conditions du marché du bois. Ce Guide Technique tentera d'apporter des informations pour aider à prendre les décisions dans de telles situations.

3.2 Considérations générales : organisation et planification

3.2.1 Principaux acteurs

- Propriétaires de forêts privées petites et grandes,
- Associations de propriétaires forestiers,
- Etat et collectivités,
- Autorités forestières (locales, régionales, nationales),

- Entrepreneurs de travaux forestiers et ouvriers forestiers,
- Transporteurs de bois,

- Acheteurs de bois, exploitants forestiers
- Transformateurs de bois (scieries, usines de pâte et fabriques de papier, fabricants de panneaux),

- Autorités routières (locales, régionales, nationales),
- Sociétés de construction et d'aménagement des routes,
- Sociétés ferroviaires,
- Société de transport maritime,

- Autorités en charge de l'environnement (locales, régionales, nationales).

3.2.2 Sécurité

L'urgence de récolter rapidement les chablis pour éviter leur dégradation, mais également pour dégager les routes et les lignes électriques, ne doit pas faire oublier la sécurité des opérateurs. Pour répondre à ces besoins de réactivité, il ne faut pas pour autant faire intervenir n'importe qui dans n'importe quelles conditions. L'exploitation des chablis est en effet un travail extrêmement dangereux.

Par exemple, après les tempêtes de 1991 qui ont frappé plusieurs pays européens, de nombreux accidents et décès sont survenus lors des opérations d'exploitation :

- En Allemagne, une cinquantaine de décès pour 60 millions de mètres cubes de chablis,
- En Suisse, 31 morts et au moins 3 836 accidents.

L'objectif du présent chapitre n'est pas d'analyser les situations dangereuses typiques des chablis, ni de lister les bonnes pratiques, du point de vue de la sécurité en matière des méthodes de travail. Ce travail a déjà fait l'objet de différents manuels techniques nationaux ou de publications internationales (tel que le « Manual on Acute Forest Damage », Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training).

Le but est plutôt d'attirer l'attention du lecteur sur trois aspects fondamentaux liés à la sécurité des hommes sur les chantiers d'exploitation des chablis.

En premier lieu, bien évidemment, une attention spéciale doit être apportée à la réglementation concernant l'hygiène et la sécurité des opérateurs. Le second point concerne la formation de ces opérateurs : seuls des intervenants formés doivent travailler dans les peuplements de chablis. Enfin, même les opérateurs expérimentés doivent rester sur leur garde : alors qu'avec le temps et l'habitude, ils tendent à relâcher leur attention, il faut au contraire toujours garder à l'esprit les situations typiques à haut risque qui peuvent conduire à un accident fatal, et ce à n'importe quel moment.

□ S'informer de la réglementation

La réglementation concernant l'hygiène et la sécurité a pour référence :

- Les textes fondamentaux constitués par les lois et les décrets d'application qui sont issus des Directives européennes transcrites dans les différents codes nationaux. Ces directives sont élaborées en vue d'harmoniser les réglementations des pays membres de l'Union Européenne pour faciliter les échanges commerciaux en précisant les exigences requises du point de vue de la sécurité et de la sûreté lors de l'utilisation des machines et des outils, des équipements de protection individuelle et de l'emploi des produits. (Cas de la Directive Machine mise en application en 1993/95 et de la Directive Prévention des Risques).
Les équipements et les produits importés à partir de pays situés hors de l'Union Européenne doivent respecter la Directive Machines 89/392.
Dans tous les cas, la conformité réglementaire est attestée par le marquage CE, la déclaration écrite de conformité et l'accompagnement d'un manuel d'utilisation dans la langue du pays.
- Les textes et supports d'accompagnement sont édités soit ponctuellement soit conjecturalement pour préciser des points particuliers de mise en application dans un secteur d'activité, dans une zone géographique et pour une durée déterminée.
Ceux-ci sont des arrêtés (ministériels ou préfectoraux) appuyés très souvent par des Circulaires ayant pour objet d'encadrer l'action des différents acteurs (conseillers, prescripteurs, concepteurs, etc.) et des normes harmonisées donnant présomption de conformité à la réglementation.

Compte tenu de l'évolution constante de la réglementation et des procédures de mise en application, il est vivement recommandé de contacter les organismes nationaux listés en Annexe 8 et 9 afin d'obtenir les informations appropriées et détaillées concernant la réglementation nationale en vigueur sur l'hygiène et la sécurité applicable à l'exploitation de chablis.

□ Se former

La formation des opérateurs intervenant dans les chablis est nécessaire, y compris pour les bûcherons professionnels. L'exemple de ce qui est arrivé en France après les ouragans Lothar et Martin en décembre 1999 souligne une telle nécessité.

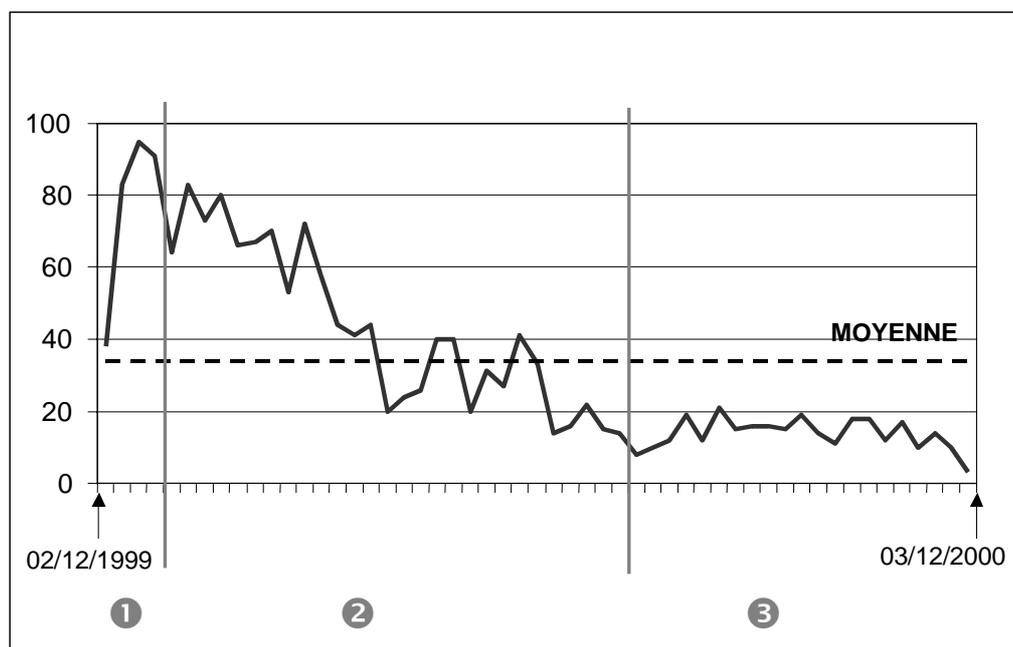


Figure 4: Nombre d'accidents par semaine en 2000, en France, durant l'exploitation des peuplements chablis, pour les salariés agricoles (source CCMSA)

Au cours des tous premiers jours suivant la tempête ①, une très nette augmentation du nombre d'accidents est survenue, concernant aussi bien les bûcherons professionnels que les non-professionnels (pompiers, militaires, agriculteurs...) qui ont nettoyé les routes, les parcs et jardins, etc. Pour ces derniers, il est clair que le manque de connaissances et de savoir-faire concernant le travail à la scie à chaîne est un handicap important pour tronçonner des arbres dangereux nécessitant des techniques spéciales.

Quelques semaines après les tempêtes ②, le nombre d'accidents a diminué progressivement puis s'est stabilisé à un niveau légèrement supérieur à celui habituel. Cette seconde phase illustre très bien le fait que même les bûcherons professionnels ne peuvent pas complètement appréhender les risques supplémentaires liés aux arbres chablis. En effet, en temps « normal », ils n'ont pas l'occasion de s'« entraîner » régulièrement et à utiliser les techniques et compétences spécifiques requises pour de telles situations.

Quelques mois après les tempêtes ③, une nouvelle et légère augmentation du nombre d'accidents a été notée temporairement. Celle-ci peut être attribuée à l'habitude prise par les opérateurs face au danger : petit à petit, ils se sont sentis plus à l'aise dans les chablis et ont relâché leur « garde ».

La formation, ou au minimum l'information, peut être apportée par divers moyens et supports. Différentes initiatives peuvent être prises dans chaque pays, souvent complémentaires :

- Des publications (guides sur la sécurité, brochures, articles dans la presse professionnelle),
- Des films et supports audiovisuels,
- Des formations de remise à niveau sur le terrain.

Lorsqu'une tempête survient, tous les types de publications déjà existantes (guides sur la sécurité, brochures...) doivent être distribués aux professionnels dès que possible. Cette action doit également être complétée par une information sur les risques à opérer dans les chablis auprès des non-professionnels et du grand public.

Les formations sur le terrain sont très efficaces pour renouveler les connaissances et adapter les compétences des opérateurs à l'exploitation des chablis. Un programme typique de formation sur 3-4 jours inclurait : l'identification des différents types de dégâts avec leurs risques spécifiques, l'organisation des opérations d'exploitation forestière, les équipements requis (scie à chaîne, équipements de sécurité...), l'évaluation des risques et les procédures en cas d'urgence. Les guides sur la sécurité sont d'excellents documents pédagogiques qui peuvent être utilisés pour ces formations (mises en situations réelles). Au Royaume-Uni, par exemple, des certificats d'aptitude spécifiques, basés sur un programme de formation et une évaluation, sont requis pour les opérateurs travaillant dans les peuplements chablis (Cf. Annexe 9 pour les contacts avec le NPTC au Royaume-Uni).

Comme pour la réglementation, il est recommandé au lecteur **de contacter les organisations nationales**, listées en Annexe 8 et 9, pour se procurer de la documentation appropriée ainsi que des renseignements pratiques sur les éventuelles formations spéciales mises en place.

❑ **Garder à l'esprit les situations à risques**

Quand on évoque la sécurité en exploitation des chablis, on pense en général immédiatement aux bûcherons. Mais tous les opérateurs sont exposés aux risques, particulièrement lorsque plusieurs hommes et types de machines (débusqueur, porteur, abatteuse, bûcherons) travaillent simultanément sur la même coupe.

Quelques cas typiques d'accidents réels survenus après les ouragans Martin et Lothar en France sont décrits en Annexe 3 pour :

- Les bûcherons,
- Les exploitations semi-mécanisées,
- Les exploitations entièrement mécanisées.

Les accidents ne peuvent jamais être complètement évités

Mais les conditions et les techniques de travail peuvent améliorer la sécurité.

En effet, l'exploitation des chablis est particulièrement dangereuse et justifie une prévention des risques bien adaptée à la situation. Selon les préconisations de la Directive européenne « prévention des risques » :

- En priorité chercher à supprimer les risques à la source,
- En second lieu, identifier, localiser et caractériser les risques résiduels en vue de prévenir leur survenance et de prendre des mesures compensatoires pour minimiser autant que possible leur conséquence en fréquence et en gravité.

Trois lignes d'action sont à privilégier :

1. La prise de conscience du risque,
2. L'amélioration de la compétence par la formation
3. La mise en adéquation des moyens techniques et organisationnels avec les besoins et les réalités du terrain.

3.2.3 Recommandations pour le cubage des chablis

En général le cubage est réalisé soit manuellement soit mécaniquement par la tête de l'abatteuse. Cette opération s'effectue soit en forêt, soit bord de route et/ou sur site industriel. Le coût et la précision des mesures varient naturellement en fonction du lieu de l'opération de cubage et de la méthode utilisée.

Les méthodes de mesure utilisées pour l'exploitation des chablis diffèrent sensiblement des méthodes habituelles, du fait de l'urgence des méthodes d'exploitation. Le cubage fait partie intégrante de la logistique et peut fortement ralentir l'exploitation des bois, en particulier dans le cas de l'exploitation mécanisée.

Il est donc important que les règles de vente soit clairement établies au préalable entre les protagonistes, et notamment en ce qui concerne le cubage puisque les conventions, les unités et les méthodes de cubage diffèrent en général grandement d'un pays à l'autre.

Avant de choisir une méthode de cubage, il est nécessaire de considérer la précision désirée et les coûts du cubage liés aux conditions de terrain et à la quantité de bois à exploiter. En d'autres termes, cela signifie que des méthodes qui ne respectent pas les normes habituelles pourront être appliquées, parce qu'elles sont faciles à utiliser et où qu'elles ne ralentissent pas l'exploitation. Il peut s'agir, par exemple, des méthodes basées sur la mesure d'échantillons représentatifs. Ces méthodes peuvent être relativement précises si le nombre de grumes ou de billons est suffisamment important.

Par expérience, on s'est rendu compte que le cubage des chablis est réalisé plusieurs fois lors du processus d'exploitation, ce qui coûte cher en temps et en argent. Par exemple, les bois sont mesurés à la fois en forêt et à l'entrée du site industriel après conservation. Pour le cubage en forêt, il est important de faire appel à du personnel qualifié ce qui permettrait d'économiser du temps et de l'argent.

Des prises de mesures précises ne sont par contre pas nécessaires pour des lots qui bénéficient d'un cubage à l'entrée du site industriel. Les tableaux 2 et 3 ci-dessous indiquent des méthodes de cubage possibles en fonction des méthodes d'exploitation, manuelles ou mécanisées. Les résultats s'appuient sur l'expérience de commercialisation d'environ 45 millions de mètres cubes dans le Baden-Württemberg, en Allemagne suite aux tempêtes de 1990 (Vivian, Wiebke) et de 1999 (Lothar).

Tableau 2: Le cubage des grumes – exploitation manuelle

Type de lot	PRIORITÉ			Mesure de contrôle
	1.	2.	3.	
Résineux en grande longueur. Diamètre à mi-longueur > 15 cm	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹	Cubage en forêt: longueur et échantillonnage de diamètre médian ⁴	Cubage en forêt: longueur et diamètre médian	Cubage en forêt: nombre de grumes
Résineux en grande longueur [sous-écorce]	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹	Cubage par écorceuse ²	Cubage en forêt: longueur et échantillonnage de diamètre médian ⁴	Cubage en forêt: nombre de grumes
Feuillus Diamètre à mi-longueur > 35 cm	* Cubage à la livraison sur le site industriel ¹	Cubage en forêt: longueur et diamètre médian	Cubage en forêt: longueur et échantillonnage de diamètre médian ⁴	Mesure en forêt: nombre de grumes
Bois d'industrie, (feuillus et résineux)	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹ (Dimension et Poids)	Cubage à la livraison sur le site industriel (Dimension et Poids)	Mesure en forêt: longueur et échantillonnage de diamètre médian ⁴	Mesure en forêt: nombre de grumes ou échantillonnage de bois d'industrie

Tableau 3: Cubage des grumes - exploitation mécanisée

Type de lot	PRIORITÉ			Mesure de contrôle
	1.	2.	3.	
Résineux en grande longueur. Diamètre à mi-longueur > 15 cm	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹	Cubage en forêt: longueur et échantillonnage de diamètre médian ⁴	Cubage en forêt: longueur et diamètre médian ou mesure par abatteuse ³	Cubage par abatteuse: nombre de grumes
Résineux en courte longueur Diamètre à mi-hauteur > 15 cm	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹	Cubage en forêt: par méthodes d'échantillonnage	Cubage effectué par abatteuse ³	Cubage par abatteuse: nombre de grumes
Feuillus Diamètre à mi-hauteur > 35 cm	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹	Cubage en forêt: longueur et diamètre médian	Mesure en forêt: longueur et échantillonnage de diamètre médian	Cubage par abatteuse: nombre de grumes
Bois d'industrie, (feuillus et résineux)	Cubage à la livraison sur le site industriel ¹ (dimension et poids)	Cubage en forêt: Par méthode spéciale d'échantillonnage ou Cubage à la livraison sur le site industriel ¹ (dimension et poids)	Mesure par abatteuse ³	Cubage par abatteuse: nombre de grumes ou volume machine

(Convention écrite entre l'Administration des Forêts domaniales de Baden-Württemberg et l'industrie du bois d'œuvre en Allemagne).

Notes:

- 1 Client localement connu, bois rond pour stockage à l'air en pile croisée,
- 2 Calibration et mesurage de section,
- 3 Mesurage modifié (marquage de 1 m sur les grumes de référence ou longueurs normalisées mesurées par le contractant ou par le forestier,
- 4 Grand volume de bois rond pour stockage sous eau: pesée des camions chargés et calcul du volume à partir du poids,
- * Cette méthode n'a pas encore été pratiquée.

3.2.4 Marquage des bois ronds

L'identification des bois ronds est un élément important dans la gestion de l'approvisionnement des industriels de la première transformation. Le contrôle du coût de la matière première passe par une identification précise des stocks et les techniques de marquage sont alors un facteur déterminant pour la rentabilité des opérations.

La plupart du temps, les informations fournies couvrent les domaines suivants :

- Identification du fournisseur,
- Type de produit et essence,
- Classe de qualité,
- Dimensions,
- Nombre de pièces,
- Date de production.

Différents systèmes d'identification sont utilisés pour enregistrer les informations qui transitent entre la forêt et le site industriel. Le plus commun est un marquage manuel, mais l'automatisation des tâches favorise le développement d'une identification automatique, entre autres avec l'introduction de l'usage du code barre.

Deux principaux systèmes d'identification sont utilisés:

- a) Identification individuelle de grume (chaque grume)
- b) Identification de lots de bois ronds

L'utilisation du SIG (Système d'Information Géographique) et du GPS (Système de Positionnement Global) facilite considérablement la collecte d'informations dans la chaîne d'approvisionnement. Ces informations, concernant soit la grume soit le lot, sont alors récupérées à l'entrée de la scierie. D'autres informations telles que le poids et / ou le volume peuvent alors y être ajoutées tout au long du process.

Il est très commun de nos jours d'utiliser des étiquettes d'identification en plastique sur du bois d'œuvre de grande qualité (à la fois pour les feuillus et les résineux).

Le système d'identification est soit un numéro soit un code barre portant un grand nombre d'informations. Un lecteur optique est utilisé pour identifier la grume ou le lot en forêt ou à l'entrée de la scierie. En raison du milieu de travail en forêt (présence d'eau, de poussière, de boue, etc.), la lecture du code barre est souvent difficile. Par contre l'Étiquette d'Identification à Haute Fréquence (Radio Frequency Identification Tag : RFID) peut être utilisée avec une très grande fiabilité de lecture (presque 100%). La portée de lecture, en fonction de l'appareil ou de l'antenne, peut atteindre jusqu'à 1 mètre.

Il est possible d'inclure la puce RFID dans une étiquette en plastique. Il existe certaines solutions pour réutiliser les puces électroniques ainsi que les "étiquettes en domino". La puce est placée sur un domino en plastique renforcé résistant aux chocs. Ce domino est placé juste sous l'étiquette en plastique standard. Ainsi, après l'opération de lecture dans la scierie, le domino peut être enlevé et la puce réutilisée.

En scierie, la fiabilité de la lecture n'est souvent pas satisfaisante et ceci en particulier pour les grosses grumes. D'autres types de puces électroniques ont donc été développés et sont actuellement disponibles. On peut aussi utiliser d'autres types de RFID comme les transpondeurs. Ce sont des appareils électroniques avec une antenne et un condensateur dans une capsule en verre. Certains sont actifs : cela signifie qu'on peut leur ajouter de nouvelles informations. D'autres sont passifs : ils portent seulement un numéro d'identification unique.

Une application manuelle de ces transpondeurs est possible en perçant un trou dans le bois ce qui est relativement long. Toutefois, un prototype d'application automatique à partir de la tête d'abattage a été mise au point en Suède et donne de bons résultats.

De nouvelles recherches sont en cours sur l'usage de peintures sensibles aux UV qui seraient assez faciles à lire à l'entrée de l'usine et l'on attend de grands développements dans ce domaine.

3.3 Exploitation des chablis – méthodes et systèmes

Ce chapitre décrit les dix systèmes d'exploitation forestière les plus communément utilisés en Europe pour l'exploitation des chablis de décembre 1999. Les descriptions sont basées sur les types d'engins forestiers utilisés ainsi que sur la localisation et l'enchaînement des différentes phases du bûcheronnage et du débardage. Les conditions d'utilisation, les principaux avantages et inconvénients, ainsi que quelques informations pratiques sont présentés pour chaque système.

Avant de choisir une méthode et un système d'exploitation il est important de tenir compte des paramètres suivants, car ils ont une grande influence sur la mise en œuvre des opérations:

- + Site et terrain,
- + Cloisonnement forestier et desserte,
- + Type de dommages: dommages sur arbres épars, dommages localisés ou dommages généralisés
- + Essence et dimensions des arbres,
- + Produits à façonner,
- + Écorçage,
- + Places de dépôt, sites de stockage,
- + Transport,
- + Opérations de nettoyage et de reboisement,
- + Disponibilité de la main d'œuvre et des machines.

La Figure 5 indique l'emplacement où sont effectuées les différentes tâches de travail. Ces dernières varient d'un système à un autre. Les systèmes H, C et A, illustrés ci-dessous, sont explicités plus loin de manière détaillée.

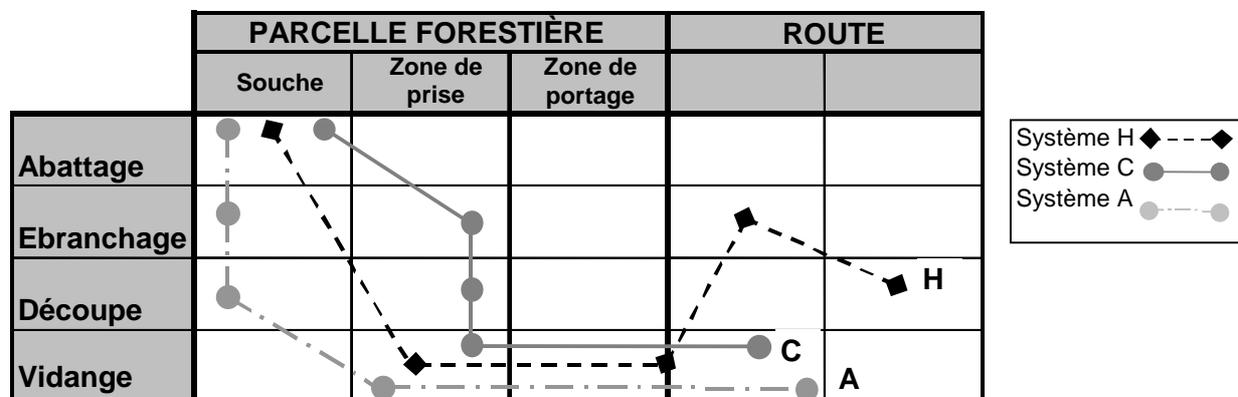
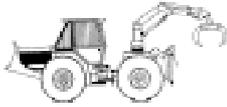


Figure 5: Exemple de l'emplacement de travail pour trois différents systèmes d'exploitation

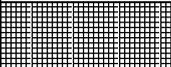
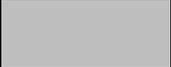
Les différents types d'engins forestiers utilisés dans les chablis en Europe sont listés dans le Tableau 4.

Tableau 4: Types d'engins forestiers utilisés pour l'exploitation des chablis en Europe

MACHINES FORESTIERES et EQUIPEMENTS			
	Scie à chaîne		Abatteuse à roues ou à chenilles
	Tracteur agricole		Broyeur
	Débusqueur à pince		Débusqueur à câble
	Porteur forestier		Porteur à pince
	Pelle à roues ou à chenilles		Câble-mât, Câble-mât avec tête d'abattage
	Processeur		Hélicoptère

Les emplacements où les opérations sont accomplies sont symbolisés dans le Tableau 5

Tableau 5: Lieu des différentes phases de l'exploitation

Emplacement où les tâches sont effectuées	
	Peuplement – Zone endommagée
	Peuplement – Zone nettoyée
	Chemin forestier, Place de dépôt

Les dix différents systèmes d'exploitation illustrés dans ce Guide Technique relèvent de trois grands types principaux:

- **Les systèmes terrestres**
- **Les systèmes par câbles aériens**
- **Les systèmes de déchiquetage**

Ces systèmes sont listés et sommairement décrits dans le Tableau 6. On trouvera par la suite des informations détaillées sur leurs potentialités, sur leurs avantages et leurs inconvénients ainsi que des informations pratiques pour chaque système.

Tableau 6: Les systèmes d'exploitation de chablis utilisés en Europe

Réf. du système	Brève description	Notes
Terrestre		
A	Bûcheronnage manuel - toutes les opérations sont effectuées en zone endommagée	
B	Bûcheronnage manuel - abattage, transfert sur zone nettoyée et ébranchage, découpe manuelle en zone nettoyée	Étude de cas disponible
C	Bûcheronnage semi-mécanisé – abattage manuel – séparation mécanisée, ébranchage et découpe en zone nettoyée	Étude de cas disponible
D	Bûcheronnage mécanisé – toutes les opérations sont mécanisées	Étude de cas disponible
E	Bûcheronnage semi-mécanisé – abattage manuel – séparation mécanisée, ébranchage et découpe en zone endommagée	Étude de cas disponible
Aérien		
F	Bûcheronnage manuel – toutes les opérations sont effectuées en zone endommagée	
G	Bûcheronnage manuel – abattage seulement en zone endommagée, ébranchage et découpe sur place de dépôt	
H	Bûcheronnage semi-mécanisé – abattage manuel – ébranchage et découpe mécanisés sur place de dépôt	Étude de cas disponible
Déchiquetage		
I	Déchiquetage dans le peuplement	
J	Déchiquetage sur place de dépôt temporaire	

3.3.1 Systèmes terrestres

3.3.1.1 Système d'exploitation A

Bûcheronnage manuel - toutes les opérations sont effectuées en zone endommagée.

Abattage	Ebranchage	Découpe	Débardage	Empilage	Système A
			 ou 		

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous types de chablis (épars / localisés ou généralisés) pour le travail de machine à roues ▪ Résineux et feuillus ▪ Terrain avec une pente inférieure à 35%
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible investissement financier pour l'opération d'abattage ▪ Organisation et planification faciles (pas d'interdépendance entre les opérations)
Inconvénients:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Séparation manuelle de l'arbre et de la souche ▪ Risque de blessures élevé pour les opérations manuelles ▪ Faible productivité de l'abattage et du façonnage manuels ▪ La pente du terrain et la taille des bois établissent les limites pour le porteur forestier ▪ Cubage manuel

Informations pratiques:

- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage
- ☞ La machine doit utiliser les voies de débardage existantes (celles-ci devant être matérialisées)

3.3.1.2 Système d'exploitation B

Bûcheronnage manuel - abattage, transfert sur zone nettoyée et ébranchage, découpe manuelle en zone nettoyée.

Abattage	Séparation	Ebranchage	Découpe	Débardage	Empilage	Système B
	 OU 			 OU 	 OU 	

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone de chablis supérieure à 1 ha en raison de l'utilisation d'un engin pour la séparation de l'arbre et de la souche ▪ Résineux et feuillus ▪ Également adéquat pour des arbres très branchus ▪ Terrain plat ou peu pentu pour la pelle excavatrice pour la séparation mais indifférent pour le débusqueur
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sécurité du travail grâce à l'assistance de la machine ▪ Façonnage de plusieurs types de produits possible (découpe manuelle) ▪ Faible investissement financier et disponibilité immédiate des équipements ▪ Récupération des rémanents pour déchiquetage assez facile ▪ Organisation et planification assez faciles (peu d'interdépendance entre les opérations)
Inconvénients:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Séparation manuelle de l'arbre et de la souche ▪ Risque de blessures élevé pour l'opération manuelle ▪ Faible productivité dans des chablis de petit volume ▪ Si les rémanents sont laissés sur la parcelle, opérations de nettoyage nécessaires pour préparer le reboisement ▪ Circulation des machines importante sur la parcelle à cause de la faible portée de la pelle ou du débusqueur à grappin ▪ Cubage manuel

Informations pratiques:

- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage
- ☞ Une opération équilibrée nécessite deux unités de débardage
- ☞ Les bois de petites tailles et les rémanents peuvent être déchiquetés sur la place de dépôt
- ☞ L'utilisation de systèmes de communication par radio est recommandée
- ☞ L'usage de tracteurs agricoles + remorque comme porteur forestier + chargement à l'aide de pelle est possible
- ☞ Système d'exploitation flexible sans restriction due à la pente ou au peuplement avec un débusqueur à câble
- ☞ Avec le débusqueur à câble, la préservation du sol est améliorée puisque les distances entre les pistes de débardage peuvent être supérieures à 20 m (à condition que ce soit respecté)

Système d'exploitation B Etude de Cas - Forêt Domaniale Danoise

Système d'exploitation pour les feuillus

*Abattage, ébranchage et découpe à la scie à chaîne aidée d'une pelle de taille moyenne.
Débardage des grosses grumes à l'aide d'un débusqueur à câble et, dans certains cas, pour les grumes de plus petite taille à l'aide d'un porteur.*

Volume de l'arbre moyen	> 1 m ³
Ressources	
Bûcherons	3-4 bûcherons
Machines / équipements	1 pelle chenillée avec une pince de capacité supérieure à 10 tonnes 1 débusqueur à câble et / ou un porteur
Produits	Billons de sciage
Productivité pour tout le système (3-4 ouvriers, pelle excavatrice et débusqueur /porteur)	100 – 150 m ³ / jour

Recommandations pratiques

L'abattage, l'ébranchage et la découpe sont effectués dans le peuplement à la scie à chaîne. Une aide de la pelle est nécessaire pour séparer les arbres des souches et les empiler correctement pour le débardage.

Le débardage et l'empilage sont effectués au débusqueur à câble ou à pince pour les plus grosses grumes ; le porteur est plus efficace pour le débardage des petites grumes.

Commentaires: Cette méthode est relativement préjudiciable pour le sol à cause des nombreuses manœuvres que doivent effectuer les engins sur toute la parcelle. Les dommages au sol pourraient être diminués en employant la méthode en arbre entier : séparer la souche avec une scie à chaîne, effectuer un léger ébranchage de l'arbre dans le peuplement puis débarder l'arbre entier vers une place de dépôt avec un débusqueur à câble ou à pince. Le tronçonnage et l'empilage sont alors effectués au premier dépôt avec l'aide de la pelle. Cette méthode de débardage de l'arbre entier a sensiblement la même productivité, voire une productivité supérieure comparée à la méthode décrite ci-dessus. De plus, le nombre de manœuvres d'engins dans le peuplement peut-être réduit.

3.3.1.3 Système d'exploitation C.

Bûcheronnage semi-mécanisé –abattage manuel, séparation, ébranchage et découpe mécanisés en zone nettoyée.

Abattage	Séparation	Ebranchage	Découpe	Débardage	Empilage	Système C
	 OU 			 OU 	 OU 	

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous types de chablis (épars / localisés ou généralisés) avec une machine à roues ▪ Zone de chablis supérieure à 2 ha pour des machines à chenilles ▪ Surtout pour les résineux, pas pour les feuillus de gros volume ▪ Terrain avec une pente inférieure à 35 %
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Productivité élevée pour le façonnage et le débusquage, effectués en peu de temps ▪ Machines à roues: plus grande souplesse pour se déplacer dans les peuplements ▪ Machines à chenilles avec des têtes plus grosses : améliore la stabilité ▪ La circulation des engins sur les rémanents permet de faciliter les opérations de nettoyage et diminuer les coûts du reboisement ▪ Faible abrasion de la chaîne de la tête de bûcheronnage
Inconvénients:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abattage manuel pour séparer le tronc de la souche ▪ Risque de blessures élevé pour l'opération manuelle (séparation tronc - souche) ▪ Beaucoup d'efforts du point de vue de l'organisation, pour une bonne coordination des tâches ▪ Circulation des machines importante sur la parcelle à cause des distances entre les couloirs de débardage qui sont inférieures à 20 m ▪ L'utilisation de l'abatteuse et du porteur est limitée par la pente et la taille des bois ▪ Equipement à niveau d'investissement élevé

Informations pratiques:

- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls.
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage.
- ☞ Sur un terrain en pente forte, il est préférable d'utiliser des porteurs forestiers 8x8.
- ☞ Des machines plus puissantes que dans les situations normales sont nécessaires pour exploiter les zones de chablis.
- ☞ Il est vivement recommandé d'utiliser des systèmes de communication par radio.

Système d'exploitation C Etude du Cas - Forêt Domaniale Danoise

Le système d'exploitation pour les bois résineux < 0,75 m³.

*Abattage à la scie à chaîne. Séparation, ébranchage et découpe à l'aide d'une abatteuse.
Débardage et empilage à l'aide d'un porteur.*

Volume de l'arbre	< 0,75 m ³	
Ressources		
Bûcherons	1-2 bûcherons (BUCH)	
Machines / équipements	1 abatteuse moyenne ou grosse (HARV) 1 porteur (PORT)	
Produits	Arbre entier	Arbre billonné
Productivité /BUCH	10-15 m ³ /h	10-15 m ³ /h
Productivité /HARV	14-17 m ³ /h	12-15 m ³ /h
Productivité /PORT	20-30 m ³ /h	10-15 m ³ /h

Recommandations pratiques

Abattage: On utilise communément une scie à chaîne puissante avec un guide-chaîne de 450 mm. Il faut essayer de couper les arbres le plus près possible de la souche pour éviter toute cassure de l'arbre. Il est préférable de combiner trois bûcherons avec deux abatteuses, afin d'éviter au bûcheron de faire le va-et-vient entre les abatteuses. Il est important que le bûcheron travaille au maximum avec la même abatteuse de manière à améliorer la connaissance des opérateurs et donc à minimiser les accidents.

Séparation, ébranchage et découpe. L'abatteuse doit avoir une taille moyenne à large (classe II à III). Les petites abatteuses n'ont pas un système hydraulique assez puissant et ont des problèmes de stabilité. L'abatteuse doit évoluer avec un angle de 45 à 90 degrés dans la direction des arbres déracinés par le vent.

Débardage et empilage. Equipé d'une pince, le porteur peut aussi extraire les grumes en long et les empiler sur le bord de la route à un angle de 90 degrés. Un porteur forestier standard extrait les billons et les empile sur le côté de la route. Il est important que l'avant et l'arrière de la pile puissent être mesurés.

Système d'exploitation C et D Etude de Cas - Exploitation mécanisée en France

Méthodes de travail : mécanisation ou semi-mécanisation.

Dans cette étude, 71 chantiers ont été étudiés à partir d'un observatoire national basé sur 30 abatteuses conduites par des opérateurs qualifiés. Cette étude a permis de fournir des informations précieuses sur les méthodes de travail, les productivités, les coûts, et les risques encourus par les entrepreneurs et les ouvriers en termes de santé et de sécurité. En dépit de contextes et de machines très différents, les entrepreneurs ont utilisé des méthodes très similaires. Toutefois, deux faits essentiels sont à mettre en avant:

- ❶ **Un retour à la semi-mécanisation dans les chablis résineux.** Bon nombre d'entreprises ont en effet fait le choix de faire précéder les machines de bûcheronnage par un bûcheron pour séparer les souches des tiges déracinées.
- ❷ **Le développement de la mécanisation de l'exploitation des feuillus.** Plusieurs professionnels ont été innovants : ils ont utilisé des machines de bûcheronnage pour récolter les taillis de châtaignier renversés par le vent.

Des sources de pertes de productivité nombreuses aux impacts très variables

- **A volume unitaire égal, la productivité des engins est plus faible en feuillus qu'en résineux.** Mais on ne note pas de différences entre les types d'engin (à roues ou à chenilles, capacité de coupe moyenne ou plus importante...) ni entre les essences résineuses.
- **Dans les chantiers étudiés, le ratio heures machine productives / heures horamètre est limité en moyenne à 86 %** par les incidents « classiques » (pannes, téléphone...).
- **Des facteurs spécifiques aux chantiers de chablis viennent entraver directement le rendement productif des machines,** mais de façon plus ou moins importante.

Tableau I: En chablis, la perte globale de productivité des machines peut être limitée à quelques % ou atteindre 50% selon les caractéristiques du chantier et la méthode de travail utilisée.

SOURCE DE PERTE DE PRODUCTIVITE	BAISSE MOYENNE DU RENDEMENT PRODUCTIF (%)	BAISSE MAXIMALE DU RENDEMENT PRODUCTIF (%)
Arbres déracinés entiers	- 14 à - 4 % selon vol. des tiges* [70% des arbres sont déracinés]	- 20 à - 6 % selon vol. des tiges* [100% des arbres sont déracinés]
Arbres déracinés déjà séparés de leur souche (par un bûcheron)	Négligeable	
Arbres cassés (en morceaux marchands)	- 6 à - 4 % [15% des arbres sont cassés]	- 40 à - 24 % [100% des arbres sont cassés]
Traitement des chandelles et volis non marchands	- 1.5 % [nombre < 100/ha]	- 12 % [400-500 / ha]
Interférences avec le bûcheron	-2,5 %	-12 %
Travail en allers simples **	-7 %	-15 %
Remise en place des souches	-1 %	-4,5 %
Echec d'extraction	-1 %	-5 %
Changement de chaînes	-1 %	-6 %

* pour les chantiers composés de tiges de volume unitaire compris entre 100 et 150 dm³ seulement

** A la fin de la bande de travail, l'abatteuse s'arrête de travailler et revient de l'autre côté avant de se remettre à travailler.

Une qualité de travail satisfaisante

En règle générale, les cahiers des charges sont respectés, les opérateurs n'occasionnent pas de bris de bois supplémentaires et les bois façonnés sont rangés de manière à ne pas compromettre les opérations de débardage et de débusquage.

Une sécurité souvent défaillante

Trois fois sur quatre dans les chantiers où une machine de bûcheronnage et un bûcheron travaillent simultanément, des interactions ont été observées. Cela signifie qu'au moins à certains moments, le bûcheron s'expose en travaillant dans la zone de risques de l'engin.

Coûts : pas de règle générale

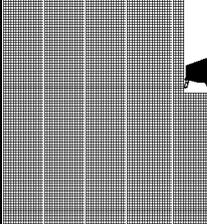
- Après plus d'un an de travail dans les chablis, il ne se dégage pas de tendance nette et générale à l'augmentation des frais d'entretien et de réparations sur les 15 machines étudiées. Mais la plupart d'entre elles sont récentes (moins de 2 ans) : il est à craindre que les effets d'une usure prématurée du matériel ne se manifestent qu'à moyen terme.
- Le principal surcoût observé est incontestablement le coût correspondant aux frais d'embauche d'un bûcheron pour les entreprises travaillant en mode semi-mécanisé. Or selon l'équipement et le portefeuille de chantiers de l'entreprise, **le coût lié à l'emploi d'un bûcheron peut être supérieur au gain de productivité qu'il lui apporte**. Deux cas notamment ont été identifiés, dans lesquels l'emploi d'un bûcheron n'est pas forcément recommandable :
 - ❶ Chantiers où la perte de productivité estimée est inférieure à 25 ou 30 %.
 - ❷ Chantiers d'arbres de volume unitaire faible ($\approx 200 \text{ dm}^3$), car il est alors difficile pour l'entrepreneur de négocier ses prestations plus cher (environ + 1,5 €/unité)

Perspectives

- Suivi à moyen terme des coûts d'entretien et de maintenance des engins de bûcheronnage ayant travaillé dans les chablis de décembre 1999, et du devenir de ces machines, pour quantifier l'impact réel des chablis sur l'usure du matériel.
- Poursuite d'un observatoire sur les méthodes utilisées dans l'exploitation mécanisée des feuillus.

3.3.1.4 Système d'exploitation D

Bûcheronnage mécanisé

Abattage	Séparation	Ebranchage	Découpe	Débardage	Empilage	Système D
	 OU 				 OU  OU 	

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous types de chablis (épars / localisés ou généralisés) pour les machines à roues ▪ Zone de chablis supérieure à 2 ha pour des machines à chenilles ▪ Surtout pour les bois résineux, pas pour les feuillus de grande dimension ▪ Pente inférieure à 35 %.
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risques d'accident très limités du fait de la mécanisation ▪ Productivité globale du système élevée ▪ Machines à roues: plus grande souplesse de déplacement ▪ Machines à chenilles: permettent une plus grande stabilité donc l'utilisation de têtes plus larges ▪ Organisation et planification aisées ▪ La circulation des engins sur les résidus permet de faciliter les opérations de nettoyage et de diminuer les coûts du reboisement
Inconvénients:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forte abrasion de la chaîne de la tête de bûcheronnage ▪ Circulation des machines importante sur la parcelle à cause des distances entre les pistes de débardage qui sont inférieure à 20 m ▪ L'utilisation de l'abatteuse et du porteur est limitée par la pente et la taille des bois ▪ Equipement à niveau d'investissement élevé

Informations pratiques:

- ☞ Des machines plus puissantes que dans les situations normales sont nécessaires pour exploiter les zones de chablis.

Système d'exploitation D Etude de Cas - Exploitation mécanisée en Allemagne

Exploitation 100 % mécanisée (Test Wildbad, 2000):

Exploitation par abatteuse à chenilles, débardage à l'aide d'un porteur

L'abatteuse à chenilles "Königstiger" façonne des billons à la montée. Un porteur Valmet 860 effectue le débardage (pente de 30 – 50 %). Les distances entre les pistes de débardage étaient planifiées par l'administration forestière locale (au début 30 m puis, l'expérience aidant, elles ont été étendues à 50 m).

Résultats - Abatteuse:

Au cours de l'étude, l'abatteuse a façonné 5144 arbres pour un volume total de 3696 m³ soit un taux de productivité moyen de 12,7 m³/h (17,7 arbres/h).

En comparaison avec la production dans les zones non ravagées par la tempête, il y a eu une réduction moyenne de productivité de 18 % dans des conditions topographiques identiques.

Pendant la période d'observation, on a mesuré les pourcentages de travail suivants :

70 %	bûcheronnage
4 %	déplacement de ligne à ligne
6 %	réparations
14 %	interruption
6 %	service

La disponibilité des machines a été de 74 % du temps de travail total.

Résultats - Porteur:

Sur 11 cycles étudiés, le volume total débardé s'élève à 98,5 m³ soit 9 m³/cycle.

La production moyenne correspondante est de 16,4 m³/h. Ces bons résultats sont à relier à l'important volume de bois à l'hectare (300 m³/hectare) dans les zones ravagées.

La productivité du porteur forestier étant de 3 m³/h supérieure à celle de l'abatteuse, cela entraîne des problèmes de coordination.

3.3.1.5 Système d'exploitation E

Bûcheronnage semi mécanisé – abattage manuel, séparation, ébranchage et tronçonnage mécanisés en zone endommagée.

Abattage	Séparation	Ebranchage	Découpe	Débardage	Empilage	Système E
				OU   		

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone de chablis supérieure à 2 ha ▪ Résineux ou peuplements mixtes, pas pour les feuillus de gros volume ▪ Pas pour les arbres de faible volume ▪ Terrain plat ou en pente douce
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sécurité du travail accrue par l'aide de la mécanisation ▪ Productivité globale du système élevée ▪ Possibilité de préserver la régénération naturelle ▪ La circulation des engins sur les rémanents permet de faciliter les opérations de nettoyage et les coûts du reboisement
Inconvénients:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Passage des machines sur une surface importante de la parcelle ▪ Séparation manuelle pour séparer le tronc de la souche ▪ Risque de blessures élevé pour l'opération manuelle

Informations pratiques:

- ☞ Système de coupe adéquat pour les peuplements de gros bois résineux au-dessus d'une régénération naturelle
- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage

Système d'exploitation E Etude de Cas - Forêt Domaniale Danoise

Système d'exploitation pour le bois de résineux supérieur à 0,75 m³.

Abattage à la scie à chaîne. Séparation et empilage en rangées à l'aide d'une pelle à chenilles avec pince. Ébranchage et découpe à l'aide d'une abatteuse. Débardage et empilage à l'aide d'un porteur.

Volume de l'arbre	> 0,75 m ³	
Ressources		
Bûcherons	2-3 bûcherons (BUCH)	
Machines / équipements	1 pelle excavatrice à chenilles + une pince supérieure à 20 tonnes (PEL) 1 abatteuse de grande taille (HARV) 1 porteur forestier avec pince portante (PORT)	
Produits	Grande longueur	Billon de sciage
Productivité /BUCH	7-10 m ³ /h	7-10 m ³ /h
Productivité /PEL	20-30 m ³ /h	20-30 m ³ /h
Productivité /HARV	20-30 m ³ /h	15-30 m ³ /h
Productivité /PORT	25-30 m ³ /h	10-15 m ³ /h

Recommandations pratiques

Abattage : On utilise communément une scie à chaîne puissante avec un guide-chaîne de 450 mm. Il faut essayer de couper les arbres le plus près possible de la souche pour éviter toute cassure de l'arbre. Il serait préférable de combiner trois bûcherons avec deux abatteuses, afin d'éviter au bûcheron de faire le va-et-vient entre les abatteuses. Il est important que le bûcheron travaille au maximum avec la même abatteuse de manière à améliorer la connaissance réciproque des opérateurs et donc à minimiser les accidents.

Séparation et empilage en rangées. La pelle excavatrice doit avoir un poids d'au moins 20 tonnes et être équipée d'une lourde pince avec une portée d'au moins 8 mètres. Le rotateur doit pouvoir manipuler des charges de 20 tonnes. Le travail est effectué par bande de 10 mètres de large avec un angle d'approche de 45 degrés par rapport à la direction des bois renversés.

Ébranchage et découpe. L'abatteuse doit être de grande puissance (classe III) hydraulique ainsi que d'une grande stabilité pour pouvoir manipuler de grands arbres.

Débardage et empilage. Un porteur forestier équipé d'une pince extrait le bois d'œuvre entier et l'empile sur le côté de la route avec un angle de 90 degrés. Un porteur forestier standard extrait les billons de sciage et les empile sur le bord de la route. Il est important que l'avant et l'arrière de la pile puissent être mesurés.

3.3.2 Systèmes par câbles aériens

3.3.2.1 Système d'exploitation F

Bûcheronnage manuel – Toutes les opérations sont effectuées dans la zone endommagée.

Abattage	Ebranchage	Découpe	Débardage	Empilage	
					Système F

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone endommagée avec un volume total à débarder supérieur à 500 m³ ▪ Résineux et feuillus ▪ Pas pour les bois de faible volume ▪ Toutes pentes
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisation facile ▪ Le façonnage et le débusquage peuvent ne pas avoir lieu simultanément ▪ Excellente préservation du sol à cause des faibles impacts du débardage
Inconvénients :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Séparation manuelle des arbres de leur souche en terrain pentu ▪ Risque de blessures élevé pour l'opération manuelle ▪ Productivité limitée ▪ Coûts d'exploitation plus élevés liés aux temps de déplacement et d'installation du câble-mât ▪ Abandon des rémanents sur la coupe ▪ Nettoyage de la parcelle nécessaire pour préparer le reboisement

Informations pratiques:

- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage
- ☞ Nécessité d'un espace suffisant pour le câble-mât sur la place de dépôt
- ☞ Le débardage vers le haut de la pente cause moins de problèmes
- ☞ Nécessité d'une communication radio entre l'équipe d'accrochage et le conducteur du câble-mât

3.3.2.2 Système d'exploitation G

Bûcheronnage manuel – abattage uniquement en zone endommagée, ébranchage et tronçonnage sur la piste forestière.

Abattage	Séparation	Débardage	Ebranchage	Découpe	Empilage	Système G
						

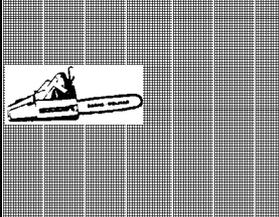
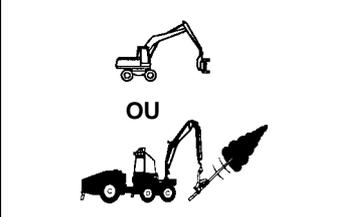
Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone endommagée avec un volume total à débarder supérieur à 500 m³ ▪ Résineux et feuillus ▪ Pas pour les bois de petit volume ou de trop gros volume ▪ Toutes pentes
Avantages :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le façonnage sur la piste forestière favorise la sécurité du travail ▪ Excellente préservation du sol à cause des faibles impacts du débardage ▪ Pas de nécessité d'opération de nettoyage car pas de rémanents sur la coupe ▪ Augmentation de la productivité grâce au débardage d'arbres entiers et travail plus sûr sur la piste forestière ▪ Récupération des rémanents possible
Inconvénients :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coupe manuelle séparant le tronc de la souche sur pente ▪ Risque de blessures élevé pour l'opération manuelle ▪ Organisation complexe : nécessite une planification et une coordination rigoureuse ▪ Utilisation d'un câble-mât de grande taille nécessaire ▪ Reprise des rémanents sur la piste forestière ▪ Produits de moindre valeur également débusqués ▪ Nécessité d'un espace suffisant sur la piste forestière et d'une reprise en continu des produits façonnés ▪ Coûts d'exploitation plus élevés liés aux temps de déplacement et d'installation du câble-mât ▪ Travail à haut risques lors de la séparation de la grume avec la souche par le câble

Information pratiques:

- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage
- ☞ Nécessité d'une bonne desserte
- ☞ Nécessité d'espace suffisant sur la piste forestière
- ☞ Le débardage vers le haut de la pente cause moins de problèmes
- ☞ Nécessité d'une communication radio entre l'équipe d'accrochage et le conducteur du câble-mât

3.3.2.3 Système d'exploitation H

Bûcheronnage semi-mécanisé – abattage manuel, ébranchage et tronçonnage mécanisé sur la piste forestière.

Abattage	Séparation	Débardage	Ebranchage	Découpe	Empilage	Système H
			 OU 		 OU 	

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone endommagée avec un volume total à débarder supérieur à 500 m³ ▪ Résineux et feuillus ▪ Toutes pentes
Avantages :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le façonnage mécanisée sur la piste forestière favorise la sécurité du travail ▪ Excellente préservation du sol grâce aux faibles impacts des machines ▪ Productivité élevée grâce au débardage d'arbres entiers et au façonnage mécanisé ▪ Pas de nécessité d'opération de nettoyage de la parcelle car pas de rémanents sur la coupe ▪ Récupération des rémanents possible
Inconvénients :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Séparation manuelle des arbres de leur souche en terrain pentu ▪ Risque de blessures élevé pour l'opération manuelle ▪ Organisation complexe : nécessite une planification et une coordination rigoureuse ▪ Utilisation d'un câble-mât de grande taille nécessaire ▪ Reprise des rémanents sur la piste forestière ▪ Produits de moindre valeur également débusqués ▪ Nécessité d'un espace suffisant sur la piste forestière et d'une reprise en continue des produits façonnés ▪ Coûts d'exploitation plus élevés liés aux temps de déplacement et d'installation du câble-mât

Informations pratiques:

- ☞ Les bûcherons ne doivent pas travailler seuls
- ☞ Nécessité d'une formation pour les opérations d'abattage
- ☞ Nécessité d'une bonne desserte
- ☞ Nécessité d'espace suffisant sur la piste forestière
- ☞ Nécessité d'une communication radio entre l'équipe d'accrochage et le conducteur du câble-mât
- ☞ Possibilité de chargement direct sur les camions après le façonnage par l'abatteuse ou une pelle avec une tête d'ébranchage

Système d'exploitation H **Etude de cas – Coupe mécanisée en Allemagne**

Semi-mécanisé (Test Wildbad, 2000)

Débardage par câble et façonnage mécanisé sur un dépôt transitoire .

Un ouvrier forestier a séparé les souches des arbres renversés, en majorité la cime vers le bas. Ensuite les arbres ont été débardés avec un chariot "primitif" circulant sur un câble porteur. Le téléphérique forestier a transporté les grumes parallèlement à la route pour un façonnage ultérieur avec une abatteuse.

Résultats – Débusquage avec le téléphérique forestier

Pendant la période d'observation (23 jours), la répartition des phases de travail a été la suivante:

72 %	débusquage par câble
7 %	montage de ligne
8 %	réparations
13 %	interruption

La disponibilité de la machine était de 80 % du temps de travail total, en raison de la robustesse de la machine.

Au total, 26 couloirs de débardage ont été réalisés pendant la période de l'étude. Les changements de ligne ont pris en moyenne 31 minutes. La productivité réelle par heure de travail s'est élevée à 12,1 m³/h.

Résultats – Façonnage avec l'abatteuse-tronçonneuse

Le téléphérique forestier a été utilisé en tandem avec une machine de bûcheronnage équipée d'une tête Timberjack 762B. Sur la piste, l'abatteuse a façonné les arbres entiers débardés en bois courts et a chargé ces derniers sur un camion. Le poids élevé de la machine et la robustesse de la grue ont permis une manipulation efficace des grumes .

3.3.3 Systèmes de déchiquetage des arbres entiers

Les chablis offrent une opportunité particulière de production de plaquettes forestières à partir d'arbres entiers, pour au moins deux raisons:

- Le bois étant souvent très abîmé lors de sa manipulation ou par un mauvais stockage, il est souvent difficile de pouvoir le transformer de manière rentable tant pour les bois d'œuvre que pour les bois d'industrie ou autres produits traditionnels,
- Le marché se retrouvant souvent saturé par une offre trop importante tant pour les bois d'œuvre que pour les bois d'industrie, il devient parfois impossible de les écouler dans des conditions commerciales acceptables.

Quand les arbres renversés par la tempête sont trop petits ou trop détériorés pour être transformés de façon profitable en produits traditionnels de bois d'œuvre, on peut les déchiqeter en entier, ce qui évite de perdre du temps en manutention. Deux systèmes principaux existent, en fonction de l'endroit où a lieu le déchiquetage : dans le peuplement ou sur un premier dépôt transitoire.

L'opération n'est financièrement rentable que dans les zones accessibles aux véhicules de transport des plaquettes. Que les arbres soient déchiquetés dans le peuplement ou sur un premier dépôt transitoire, ils doivent être séparés de leur souche et rassemblés en andains. Idéalement cette opération est effectuée par une pelle excavatrice équipée d'un grappin tronçonneur. Une telle machine permet de travailler de façon rapide et sûre et s'avère moins cher qu'une abatteuse-groupeuse ou une machine de bûcheronnage.

Le déchiquetage de chablis est un travail spécifique qui a ses propres problèmes techniques.

En premier lieu, le bois à déchiqeter comporte en général une forte proportion de branches, ce qui le rend plus facile à déchiqeter par une déchiqeteuse à tambour que par une déchiqeteuse à disque. Les déchiqeteuses à tambour sont mieux adaptées pour traiter les branches, car leur dispositif de déchiquetage n'a pas de fentes à travers lesquelles de petits morceaux peuvent passer en restant pratiquement intacts. On peut installer un crible juste derrière le tambour, à la sortie, de façon à ce que les particules plus longues que celles qui sont programmées ne puissent pas sortir de la déchiqeteuse mais qu'elles soient repoussées vers le tambour pour y être affinées. Comme les déchiqeteuses à disque ont de longues fentes radiales dans leur dispositif de déchiquetage et qu'elles ne peuvent pas être équipées d'un crible, il est préférable de les utiliser pour des troncs plutôt que pour des branches. Toutefois, les nouvelles déchiqeteuses à disque peuvent être désormais équipées d'un crible optionnel monté dans la fente juste derrière les lames ou dans le boîtier à l'entrée dans le déversoir: ces machines produisent des plaquettes de grande qualité, comparables à celles obtenues avec les déchiqeteuses à tambour.

Par ailleurs, les chablis que l'on destine au déchiquetage sont souvent vieux voire considérablement détériorés, ce qui constitue un problème pour toute déchiqeteuse.

Si le bois a séché, il est important que la teneur en humidité ne soit pas trop faible sinon le déchiquetage produit beaucoup de poussière, ce qui gêne l'opérateur et constitue un grave risque d'incendie. La poussière du bois est très inflammable: si elle reste trop longtemps sur le moteur chaud ou l'échappement de la déchiqeteuse, elle peut entraîner un départ d'incendie. Pour cette raison, il est important que l'opérateur soit dans une cabine fermée ou, au moins, qu'il porte un masque anti-poussière et des lunettes de protection. Il est également important que le travail soit régulièrement arrêté et que la poussière soit éliminée du moteur de la déchiqeteuse à l'aide d'air comprimé.

Si le bois est détérioré et humide, les plaquettes produites ont une faible valeur combustible et ont tendance à boucher les poches du tambour ainsi que l'orifice de sortie des plaquettes. Pour pallier ce problème, il faut introduire une petite quantité de bois détérioré à la fois, si possible en l'alternant avec du bois sain pour nettoyer la machine.

3.3.3.1 Système d'exploitation I

Déchetage dans le peuplement

Le déchetage dans le peuplement forestier exige un matériel très mobile mais cette opération est particulièrement dépendante de la possibilité à circuler sur le terrain. D'autre part, ces machines rendent la manipulation du bois plus facile dans le peuplement, en particulier si les arbres sont relativement petits.

Abattage	Séparation	Empilage	Mise en plaquettes	Débardage	Système I
	OU 				

Conditions d'utilisation:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Résineux et feuillus ▪ Terrain plat
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> • Risques d'accident limités grâce à l'assistance des machines • Ne nécessite pas de grande place de dépôt • Manipulation des plaquettes facile
Inconvénients :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exige une déchiqueteuse très mobile ▪ Il peut être difficile de coordonner la flotte des porteurs ou porte-containers ▪ Organisation complexe car les phases de travail sont interdépendantes

Informations pratiques:

- ☞ On peut utiliser un grappin tronçonneur pour réduire les branches trop grandes et les cimes des grands arbres
- ☞ Si une pelle excavatrice est disponible au moment du débardage, on peut utiliser de simples tracteurs équipés de remorques qui seront directement chargés avec la pelle
- ☞ L'utilisation des déchiqueteuses à tambour est préférable lorsqu'il s'agit de déchiqueter les branches
- ☞ Veiller à interrompre régulièrement le travail afin de dépoussiérer le moteur de la déchiqueteuse à l'air comprimé
- ☞ Introduire une petite quantité de bois détérioré à la fois, si possible en l'alternant avec du bois sain pour nettoyer la machine

3.3.3.2 Système d'exploitation J

Déchiquetage sur une place de dépôt temporaire

Lorsque les chablis sont des arbres de grande taille, la meilleure solution consiste à les débarder au skidder (opération avec une bonne productivité) puis à les déchiqeter sur une place de dépôt temporaire. L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait que l'on entraîne avec les arbres des pierres et autres éléments du sol, qui usent les lames de la déchiqeteuse assez rapidement. Dans tous les cas, quand la distance de débardage excède les 500 m, le débardage au porteur peut s'avérer plus efficace. Le débardage est sans problème avec les petits bois, mais il peut être appliqué à de plus gros arbres si l'on peut utiliser également un grappin tronçonneur pour réduire les branches les plus importantes et les cimes. Si une pelle excavatrice est disponible, on peut utiliser un simple tracteur équipé d'une remorque qui seront directement chargés avec la pelle. De cette façon, les unités de débardage n'ont pas besoin d'avoir leurs propres grues de chargement, ce qui entraîne un coût d'investissement moindre et une plus grande capacité de chargement.

Abattage	Séparation	Débardage	Mise en plaquettes	
	 OU	 OU 		Système J

Conditions d'utilisation :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Résineux et feuillus ▪ Terrain plat
Avantages:	<ul style="list-style-type: none"> • Risques d'accident limités grâce à l'assistance des machines • Meilleure capacité de franchissement avec le porteur, ou encore mieux avec un débardeur ▪ Possibilité d'utiliser une déchiqeteuse de grosse capacité ▪ Le chargement des camions peut être effectué simultanément avec le déchiqetage
Inconvénients :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nécessite une grande place de dépôt

Informations pratiques:

- ☞ L'opérateur doit être dans une cabine fermée ou, au minimum, porter un masque antipoussière et des lunettes de protection
- ☞ L'utilisation des déchiqeteuse à tambour est préférable lorsqu'il s'agit de déchiqeter les branches
- ☞ Veiller à interrompre régulièrement le travail afin de dépoussiérer le moteur de la déchiqeteuse à l'air comprimé
- ☞ Introduire une petite quantité de bois détérioré à la fois, si possible en l'alternant avec du bois sain pour nettoyer la machine

3.4 Recrutement des hommes et engagement des machines

3.4.1 Principes

Après le passage d'une tempête ayant entraîné beaucoup de dégâts, il est important de pouvoir disposer rapidement d'un nombre suffisant d'ouvriers forestiers qualifiés et de machines appropriées. Il peut se révéler nécessaire de faire venir ceux-ci d'autres régions voire de l'étranger. Le transfert d'hommes et de machines sur de longues distances et par delà les limites régionales ou nationales est soumis à des procédures administratives qui peuvent être longues et compliquées. Elle peuvent cependant être facilitées par:

- Un réseau de contacts mis en place pour le recrutement de professionnels et l'engagement de machines,
- La préparation de programmes d'informations sur les conditions de travail et les aspects sociaux concernant les salariés et les entrepreneurs,
- Des accords préalables avec les autorités au sujet des démarches en cas de situations de crise.

Il est nécessaire de donner une description claire des conditions matérielles et sociales du travail au tout début de la période de recrutement.

3.4.2 Recrutement de personnel

Seul des opérateurs professionnels doivent être recrutés.

Il est préférable de recruter dans des régions où les conditions de travail sont identiques ou bien plus difficiles. La main-d'œuvre sera soumise aux mêmes réglementations d'emploi de base que la main-d'œuvre locale.

Les recrutements peuvent s'effectuer parmi les entrepreneurs, les entreprises forestières, les consultants forestiers.

Parmi les informations générales concernant les conditions de travail qui sont à préciser dans le cadre du recrutement, on compte :

- Le type de dommages sur les chantiers,
- Le volume à récupérer,
- La durée du contrat,
- Les obstacles légaux ou pratiques à l'exploitation,
- La réglementation concernant la santé et la sécurité au travail,
- La méthode de mesurage du volume coupé,
- Les prix ou salaires,
- Les modalités de paiement.

Quand la main-d'œuvre est recrutée ailleurs que sur son lieu de résidence habituel, il faut également donner des informations sur les conditions et possibilités concernant :

- La restauration,
- Le logement,
- Le transport,
- Les activités de loisir,
- Les moyens de communication.

Ceci prend une importance toute particulière quand le site de travail se trouve dans des régions isolées avec peu de possibilités en la matière.

Il convient aussi de préparer une procédure pour l'application des allocations journalières et le remboursement des frais de déplacement.

Si on envisage de faire venir des employés d'autres régions administratives du pays ou bien de pays étrangers, il faut absolument faire le point sur un certain nombre de démarches administratives.

Avant que les personnes ne quittent leur propre pays, il faut faire une demande auprès de l'ambassade ou du consulat de leur pays d'origine pour obtenir :

- Un visa,
- Un permis de séjour et / ou,
- Un permis de travail.

Il est également nécessaire de faire le point sur des problèmes ayant trait à la sécurité sociale, en ce qui concerne :

- l'assurance accident,
- l'assurance maladie,
- les caisses de retraite.

Enfin, il convient de respecter les accords bilatéraux concernant les règles fiscales concernant les salariés :

- le taux d'imposition ,
- la résolution d'un éventuel problème de double imposition,
- le remboursement d'impôts.

Bien sûr, il faut aussi expliquer les méthodes de travail et fournir les règles de sécurité et autres informations importantes, à la fois oralement et par écrit, dans une langue compréhensible par les ouvriers.

3.4.3 Engagement de sociétés

Des questions supplémentaires qui se posent lors de sous-traitance avec des sociétés étrangères sont :

- L'immatriculation de la société,
- L'imposition de l'entreprise,
- La Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) concernant la prestation de services,
- Les garanties et autres cautions financières.

3.4.4 Transfert d'équipements et de machines

Pour assurer un avancement régulier du travail, éviter les retards et garantir la sécurité du travail alors que la flotte de machines nécessaires se trouve renforcée, il est important de considérer les points suivants :

Aspects techniques :

- Personnel d'entretien et de réparation,
- Pièces de rechange,
- Equipements pour la maintenance et les réparations,
- Lubrifiants, huiles etc.,
- Réglementations concernant la santé et la sécurité au travail, équipements de protection,
- Compatibilité des systèmes de mesure et des logiciels.

Aspects financiers:

- Coût du transport,
- Taxe sur la Valeur Ajoutée,
- Taxes sur les véhicules.

Aspects administratifs:

- Assurance,
- Taxe sur la Valeur Ajoutée (remboursable / non remboursable),
- Exonération temporaire de la Taxe sur la Valeur Ajoutée,
- Code de la route (machine de débardage sur les voies publiques, poids maximal par essieu, etc.)

4 CONSERVATION DES GRUMES

4.1 Introduction

Grâce au nombre croissant de machines dans l'industrie de l'exploitation forestière, la récolte des chablis pourra probablement se faire relativement rapidement suite à une tempête. Cependant, la consommation plus ou moins constante des produits bois et les limitations techniques des industries de transformation conjuguées à un afflux massif de matière première peuvent entraîner l'effondrement du marché du bois rond. De plus, une quantité importante du bois peut être perdue suite aux attaques de champignons et d'insectes. Il faut, par conséquent, envisager sérieusement des solutions telles que la conservation des grumes sur site ou dans des parcs à bois spéciaux afin d'étaler la commercialisation sur une période plus longue tout en réduisant au maximum les pertes de valeur.

A partir du moment où les arbres sont exploités ou endommagés par une tempête, les bois ronds sont exposés à divers agents pathogènes qui contribuent à leur faire perdre une valeur considérable. Dans les paragraphes suivants, les causes des détériorations biotiques et abiotiques des bois ronds sont exposées à travers des exemples. On y donne également des conseils pour le traitement des grumes dès leur récolte.

4.2 Considérations générales

4.2.1 Motifs et objectifs de la conservation des grumes

La conservation des bois ronds a pour but de non seulement conserver les propriétés du bois, mais aussi d'éviter l'effondrement du marché et de répartir dans le temps l'approvisionnement des industries de transformation.

En fonction de la longueur de la période à considérer, le stockage des grumes peut être divisé en deux groupes :

- Le stockage des grumes en forêt sur une période à durée limitée (généralement de quelques jours à quelques semaines)
- Le stockage des grumes à plus long terme (de quelques mois à plusieurs années).

Les risques liés au stockage du bois sont les suivants: la formation de fentes de retrait après séchage ou vieillissement des parties extérieures des grumes, la coloration du bois, les attaques d'insectes ou de champignons. Ces phénomènes peuvent apparaître suite à un stockage défectueux ou un traitement inapproprié des grumes. En général, cela entraîne une réduction partielle de la valeur du bois, voire même complète dans des cas extrêmes. En fonction de la durée du stockage, un certain nombre de facteurs peuvent contribuer à une réduction de la qualité du bois, ce qui nécessite diverses stratégies de stockage.

4.2.2 Processus de détérioration des grumes après exploitation

Sensibilité des essences aux champignons

Chaque année, les industries du bois du monde entier perdent énormément d'argent à cause de la coloration des bois fraîchement abattus et plus précisément de leur aubier. Cette coloration est due à des attaques de champignons. Cependant, ces dommages sont principalement esthétiques, la résistance du bois n'étant pas ou très peu affectée. De toutes les essences de conifères, les pins sont les plus sensibles à la coloration de l'aubier tandis que l'épicéa fait preuve d'une certaine résistance à l'infection. **On distingue trois groupes de champignons responsables de ce problème de coloration** (dits aussi de « discoloration »).

Le **premier groupe** concerne les champignons dits de bleuissement, qui peuvent colorer très profondément le bois. Ce groupe comprend les espèces suivantes : *Ophiostoma*, *Ceratocystis* et *Aureobasidium*. Leurs hyphes pigmentées croissent dans les trachéides et les rayons des tissus ligneux,

produisant une coloration bleu noir visible quand les grumes affectées sont sciées. Ce sont des champignons de coloration de l'aubier. Ils sont généralement considérés comme étant les plus importants et les plus prolifiques des trois groupes de champignons.



Photo 1: Champignons de bleuissement dans l'aubier du pin (Source : CTBA)



Photo 2: Coloration brune sur de l'épicéa suite à un mauvais stockage (Source : TUD)

Le **deuxième groupe** correspond aux champignons de type « échauffure » qui se développent à la fois en surface et en profondeur, mais colorant le bois seulement superficiellement. Les échauffures sont des champignons de discoloration qui peuvent évoluer en « pourriture fibreuse ». La coloration peut être blanchâtre, rosée, sous forme de taches ou de liserés bruns. Le genre principal est le *stereum* (*stereum sanguinolentum* sur résineux et *stereum hirsutum* sur feuillus).

Les champignons du **troisième groupe** se développent uniquement superficiellement, souvent sur des arbres récemment abattus et colorent le bois en produisant de nombreuses spores pigmentées. Ce sont principalement des moisissures, dont les *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* et *Trichoderma*.

Les Scolytes (membres de la famille des *Scolytidae*) favorisent la prolifération des champignons du type du premier groupe dits à coloration profonde sur les arbres affaiblis ou abattus pendant l'été. Les femelles creusent des tunnels dans le cambium et déposent leurs œufs. Quand les œufs éclosent, les larves créent des galeries sous l'écorce et, quand elles arrivent à maturité, elles deviennent des nymphes. Suite à la métamorphose finale, les adultes creusent leur chemin à travers l'écorce pour pouvoir sortir.

De nombreux champignons colorants contaminent également les blessures et/ou les surfaces des grumes coupées par l'intermédiaire des éclaboussures de pluie, de la dispersion par le vent de fragments de bois infectés et par la dispersion occasionnelle par des arthropodes se nourrissant de mycélium. Cependant, le degré d'infection dépend également fortement de la sensibilité de l'essence du bois. Cette différence de sensibilité est due à la variation qualitative et quantitative des constituants antifongiques de la résine et des extractibles des conifères et de la structure microscopique du bois.

La capacité des champignons de discoloration à envahir les cellules hôtes peut également être influencée par leur capacité à vaincre les défenses cellulaires dans l'écorce et le bois vivant suite à une attaque par des agents pathogènes. Il a été observé que les agents de bleuissement peuvent être non seulement réellement pathogènes et attaquer les arbres vivants et sains, mais peuvent aussi coloniser les arbres malades ou morts.

□ Importance de la teneur en humidité du bois

La teneur en humidité du bois est le facteur le plus important quant à l'étendue et à la diversité de la colonisation fongique. Autour du point de saturation des fibres (lorsque le taux d'humidité est supérieure à environ 25%), le bois devient alors vulnérable aux infections fongiques. Deux types de détérioration fongique sont capables de détruire la structure des parois des cellules du bois entraînant une perte de résistance mécanique. **Les champignons de type « pourriture fibreuse »** sont communs en forêt et les dégradations qu'ils occasionnent donnent un aspect blanchâtre avec une détérioration du bois en fibrilles bien connu, en particulier pour les feuillus. Ces champignons produisent des enzymes capables de détériorer les trois composants majeurs de la paroi des cellules du bois: la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. L'attaque fongique par le **champignon de pourriture cubique** entraîne un aspect plus foncé du bois et seules la cellulose et les hémicelluloses sont détruites; la lignine reste intacte ou légèrement modifiée et le bois laisse apparaître des cubes irréguliers. Ces deux types de détérioration sont causés

par **les champignons de type basidiomycètes** et leurs fructifications, qui émergent du bois en décomposition, produisent de nombreuses spores qui sont généralement dispersées par le vent et germent sur les surfaces exposées des bois. Les champignons de type « pourriture molle » dégradent le bois en petits cubes irréguliers et entraîne une coloration très foncée. Ils font généralement partie de la classe des **ascomycètes**. La détérioration du type pourriture fibreuse chez les feuillus, notamment en forêt, est également attribuée à des membres de la famille des **ascomycètes**. De même que les champignons de discoloration, les champignons de pourriture peuvent attaquer les arbres sur pied comme les bois morts. Pour que ces champignons se développent, la teneur en humidité du bois ne doit être ni trop élevée, c'est-à-dire saturée en eau (et par conséquent, pauvre en oxygène), ni trop basse (inférieure à 20%).

Le séchage du bois, qui commence immédiatement après l'abattage de l'arbre en période estivale, fait changer la teneur en eau par rapport à la teneur en air dans les cellules. Des attaques dites « secondaires » peuvent alors infester le bois stocké. Elles peuvent être aussi occasionnées par des champignons. En ce qui concerne les bois frais de feuillus et de résineux, les humidités moyennes élevées, respectivement 90% et 150% par rapport au poids sec, suffisent à protéger les bois d'une attaque fongique secondaire du fait du manque d'oxygène. En cas de taux d'humidité du bois inférieur à 100% et supérieur à environ 20%, les attaques secondaires profitent de très bonnes conditions pour se développer. Le danger d'infestation, accompagnée d'une dévaluation du bois, s'accroît alors. En dessous du point de saturation des fibres (teneur en humidité du bois d'environ 30%), le risque d'infestation fongique diminue considérablement à cause du manque d'humidité (voir Figure 6).

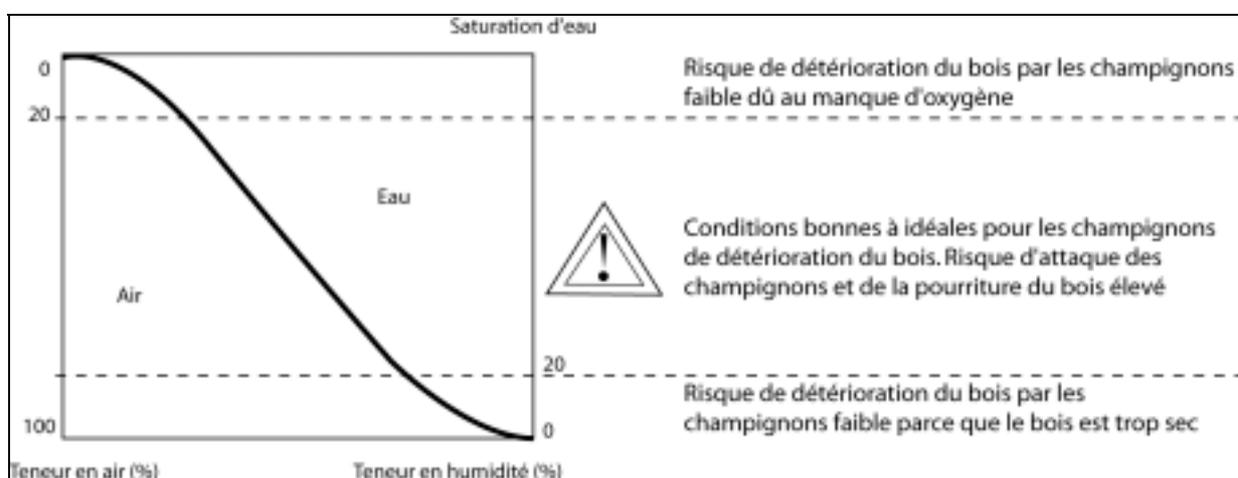


Figure 6: Teneur en humidité du bois et son effet sur le risque de développement d'attaques secondaires (Source: TUD)

Une humidité des bois soit très haute soit basse est par conséquent la meilleure protection contre les attaques de champignons !

Le séchage des grumes commence immédiatement après l'abattage de l'arbre du fait de l'évaporation de l'eau par leurs extrémités et par les parties écorcées. La vitesse d'évaporation dépend de la longueur des grumes (plus la grume est billonnée, plus les billons sont courts et plus l'évaporation augmente) et des conditions suivantes:

- taille des surfaces écorcées,
- la saison où l'abattage et le stockage ont lieu,
- le lieu de stockage,
- l'état / la présence ou non du houppier.

La qualité peut se détériorer par la suite pendant le processus de séchage naturel :

- infestation par les champignons,
- coloration des grumes,
- attaque d'insectes,
- l'apparition de fentes de retrait.

4.2.3 Recommandations générales

Afin d'empêcher la diminution de l'humidité du bois en dessous de 100-120% pour les conifères et de 80% pour les feuillus, les grumes ne doivent pas être écorcées, l'écorce étant un très bon isolant. (Toutefois, dans le cas d'infestation par les scolytes, l'écorçage est rendu obligatoire, même s'il n'est pas conseillé de conserver des bois attaqués). En outre, l'écorce ne protège pas seulement contre la perte en humidité, mais elle protège aussi le bois contre les dommages dus à la manipulation du tronc. Lors de l'évaluation de la qualité des bois ronds, l'écorce est également un révélateur d'altération, et donc des caractéristiques du bois.

Quand on stocke du bois pendant une longue période, deux stratégies peuvent être adoptées en ce qui concerne la teneur en humidité:

- Garder le taux d'humidité du bois le plus élevé possible (au-dessus de 100% par rapport au poids sec pour les résineux et de 80% pour les feuillus)
- Faire baisser le taux d'humidité du bois au-dessous du point de saturation des fibres aussi vite que possible (environ 20% d'humidité par rapport au poids sec).

Les risques de détérioration des grumes sont plus élevés pendant l'été: approximativement de mai à octobre pour les feuillus et de mars à octobre pour les résineux.

4.2.4 Choix de la méthode de conservation

Le choix de la méthode de conservation dépend des paramètres suivant :

- Type de tempête (voir Tableau 7)
- Type de dégâts occasionnés aux arbres par la tempête (voir Tableau 8)
- Durée de stockage prévue (d'une période de végétation à plusieurs années)
- Disponibilité des parcs à bois et leur capacité de stockage
- Disponibilité de la main-d'œuvre et considérations financières
- Aspects légaux (voir chapitre 2.5)
- Sécurité industrielle.

Le Tableau 7 ci-dessous donne une brève description du type de tempêtes que l'on peut rencontrer et de leurs effets dévastateurs sur les arbres. Cette classification est recommandée afin de pouvoir comparer les éventuels futurs travaux de recherche sur des dommages occasionnés par une tempête.

Tableau 7: Echelle de dégâts potentiels occasionnés sur des arbres par différents type de tempête, basée sur celle établie après TORRO et adaptée à l'Europe (Source: Hubrig)

T0 76 ± 14 km/h	Commencement de cassure de branches isolées. Des arbres malades (par exemple, arbres attaqués par champignons) ou particulièrement instables (troncs longs et fins, base du houppier haute, système racinaire clairsemé et peu profond) peuvent casser ou être déracinés (dans le cas de racines endommagées/pourries et / ou sur terrains instables ou mouillés).
T1 104 ± 14 km/h	Des branches, même grosses et saines, cassent en plus grand nombre, en particulier pendant la période végétative pour les feuillus. Des arbres malades (par exemple, arbres attaqués par champignons), ou particulièrement instables (troncs longs et fins, base du houppier haute, système racinaire clairsemé et peu profond) cassent souvent ou sont déracinés. Des arbres avec des racines endommagées/pourries et/ou sur sites instables ou mouillés sont déracinés.
T2 135 ± 16 km/h	Beaucoup de branches cassent, même grosses et saines, en particulier pendant la période végétative pour les feuillus. Des arbres malades (par exemple, arbres attaqués par champignons) ou instables (troncs longs et fins, base du houppier haute, système racinaire clairsemé et peu profond) cassent presque toujours ou sont déracinés. Les arbres avec des racines endommagées/pourries ou sur sites instables ou mouillés sont presque toujours complètement déracinés. Même des arbres moins fermement enracinés mais sains et pas nécessairement instables sont déracinés à partir du moment où les sols sont gorgés d'eau (par exemple, couche épaisse de sol argilo-sableux). Les arbres moins stables (essences ou variétés plus fragiles), par exemple, les épicéas à large houppier avec système racinaire peu profond, sont déracinés ou cassent, alors que les épicéas fins avec système racinaire profond et les chênes sains restent sur pied. Les arbres dans les peuplements forestiers favorisant une instabilité individuelle (plantation trop étroite, manque d'entretien, en particulier les conifères en monoculture) font souvent l'objet de déracinement ou de cassure. Pendant la période de montée de sève, les arbres avec des racines solides, mais des troncs instables, sont souvent cassés.
T3 167 ± 16 km/h	De nombreuses branches, même grosses et saines, cassent, même quand les feuillus sont dépouillés de leur feuillage. Les arbres stables et sains font également l'objet de déracinement ou de cassure assez fréquemment. Pendant la montée de sève, les dommages surviennent relativement souvent.
T4 202 ± 18 km/h	Même les arbres / peuplements forestiers stables sont presque toujours complètement déracinés ou cassés. Les arbres avec de larges houppiers, à condition qu'ils soient solidement ancrés dans le sol grâce à leurs racines, sont cassés la plupart du temps. Même si certains arbres peuvent rester sur pied, un grand nombre de branches, y compris celles dépourvues de feuilles, sont arrachées.
T5 238 ± 18 km/h	Même les arbres les plus stables ou les arbustes, comme les arbres de lisière, les haies résistantes à la tempête, les buissons et les bois champêtre sont presque à 100% endommagés soit par déracinement, cassure du tronc ou du houppier ou arrachage d'un grand nombre de branches, y compris des brindilles.
T6 275 ± 20 km/h	Aucun arbre indigène, si toutefois le tronc reste droit, ne survivra sans grave dommage à une telle tempête.
T7 315 ± 20 km/h	ou T8 (356 ± 22 km/h), selon Fujita commençant uniquement à F4 (334 à 422 km/h): Début d'écorçage des troncs des arbres restant sur pied (dû à des débris comme le sable ou autre matière susceptible d'être emportée par le vent).
T9 400 ± 22 km/h	Ecorçage en partie ou total des troncs restant sur pied.

En fonction des dommages occasionnés à la tige de l'arbre, une distinction quant à la méthode de conservation appropriée peut être faite entre le déracinement, la cassure ou les troncs penchés appuyés sur les houppiers des arbres voisins. C'est vrai aussi pour les dégâts aux houppiers, particulièrement dans le cas des feuillus, où différents types de dommages entraîneront l'utilisation d'une méthode différente (voir Tableau 8). Le paragraphe suivant fournit une brève description des types de dommages qui peuvent survenir et le tableau suivant indique les méthodes de stockage les plus adéquates en fonction du type de dommage. Ainsi, le décideur pourra choisir entre plusieurs méthodes de stockage en fonction du type de dommage, de la sensibilité des essences sur le peuplement, de la durée prévue de stockage et de sa capacité de travail. Il organisera ensuite l'exploitation en fonction.

Tableau 8: Choix les plus adéquats pour le stockage des grumes en fonction du type de dommage aux arbres. Les numéros de 1 à 7 peuvent être utilisés à la fois pour les résineux et pour les feuillus. Les numéros 1, 3, 4, et 7 sont réservés aux arbres avec peu ou pas de contact racinaire avec le sol. Les numéros 8, 9 et 10 tiennent cas des dommages particuliers occasionnés sur les houppiers de feuillus (cf. « 2.2. Méthodes d'évaluation des dégâts » pour une description plus précise des types de dommages occasionnés aux arbres).

Type de dommages occasionnés aux arbres	Choix les plus appropriés pour le stockage des grumes								
	Stockage In-situ		Stockage sous eau		Stockage à l'air sous conditions asséchantes		Stockage à l'air sous conditions humides		Méthodes spéciales
	Conservation sur site	Séchage par transpiration	Pile compacte sous aspersion d'eau	Stockage en bassin / immersion en eau douce	Pré-séchage des grumes en piles croisées couvertes	Pré-séchage rapide des grumes stockées en piles croisées non couvertes	Piles compactes	Piles compactes couvertes par des bâches en plastique	Conservation des grumes en atmosphère raréfiée en oxygène
 1	-	X	X*	X*	X	X	-*	-*	-*
 2	XX	-	X	X	X	X	X	X	X
 3	-	X	X*	X*	X*	X	X*	X*	X*
 4	-	X	-*	-*	X*	X	X*	-*	-
 5	XX	-	X	X	X	X	X	X	X
 6	XX	-	X	X	X	X	X	X	X
 7	-	X	X*	X*	X	X	X*	X*	X*

Type d'arbre endommagé par la tempête	Choix les plus appropriés pour le stockage des grumes								
	Stockage In-situ		Stockage sous eau		Stockage à l'air sous conditions asséchantes		Stockage à l'air sous conditions humides		Méthodes spéciales
	Conservation sur site	Séchage par transpiration	Pile compacte sous aspersion d'eau	Stockage en bassin / immersion en eau douce	Pré-séchage des grumes en piles croisées couvertes	Pré-séchage rapide des grumes stockées en piles croisées ouvertes	Piles compactes	Piles compactes enroulées dans des bâches en plastique	Conservation des grumes en atmosphère confinée
8 	XX	-	X	X	-	-	X	X	X
9 	X	-	X	X	-	-	X*	X*	X
10 	-	-	X*	X*	-	-	X*	X*	X*

Notes explicatives:

- X choix possible
- XX choix fortement conseillé
- non conseillé
- * le facteur temps (teneur en humidité) est à considérer

4.2.5 Aspects économiques

Plusieurs aspects économiques doivent être pris en compte. L'objectif principal est de maintenir la valeur économique du bois tout en conservant sa qualité. Par ailleurs, une stratégie commerciale spécifique à l'après-tempête doit être mise en place afin de contrôler la vente des bois ronds et d'empêcher la dépréciation de sa valeur. Cette situation exige le stockage temporaire du bois.

Les bénéfices éventuels d'un maintien de la valeur des bois grâce à la conservation doivent être comparés au coût de stockage. Les coûts d'immobilisation peuvent être très importants étant donné que le coût total de l'exploitation forestière, du stockage (y compris le transport, les équipements, la maintenance, etc.), ainsi que de la valeur des bois, peuvent être bloqués pendant une période prolongée.

Le choix de la méthode de conservation est primordial. Pour ce faire, les points suivants doivent être pris en compte:

- La période de conservation

Les coûts d'immobilisation et de maintenance sont fortement influencés par la longueur de la période de stockage (par exemple, stockage sec jusqu'à 5 mois ou stockage sous eau jusqu'à plusieurs années).

- La gestion du temps (organisation et vitesse de travail)

Il est important de maintenir la valeur du bois par un traitement adéquat des grumes pendant et après la phase d'exploitation forestière (par exemple, pas de retard inutile entre l'exploitation des bois en forêt et le début de la mise sous eau sur le site de stockage). Compte tenu de la pénurie probable en équipements forestiers lors de l'après-tempête, l'utilisation d'équipements moins performants et plus coûteux par rapport à une période normale sera peut-être nécessaire afin de pouvoir exploiter et traiter les bois dans les plus brefs délais.

- Site de conservation

Le stockage in situ (c'est-à-dire dans la forêt) est relativement bon marché, surtout comparé à un site spécifique et à ses frais associés, tels que la location du terrain, les équipements, les exigences administratives et réglementaires associées ainsi que la résolution des problèmes environnementaux, etc.

- Essences d'arbres

La vulnérabilité aux attaques de champignons et d'insectes et la qualité exigée par l'utilisateur final varient beaucoup en fonction de l'espèce de l'arbre et de la situation dans l'arbre, l'aubier étant bien plus vulnérable que le bois de cœur. Une légère coloration peut être tolérée pour certaines espèces (par exemple, l'épicéa dans la construction) mais pas pour d'autres (par exemple, le pin pour les meubles ou les parquets). Par conséquent, la meilleure stratégie de conservation doit être choisie en fonction des caractéristiques spécifiques des essences et de leurs usages.

Si le volume total des chablis ne dépasse pas la quantité de bois d'œuvre qui peut être vendue pendant l'année, la solution la plus avantageuse est généralement de laisser les arbres tels quels en forêt, si toutefois la quantité de bois cassés ou gravement endommagés reste raisonnable et que le contact des racines avec le sol reste suffisant. Toutefois, une perte de valeur en période estivale, même si elle reste faible, ne pourra être évitée. L'ébranchage et le façonnage pourront alors être réalisés juste avant l'utilisation industrielle des bois. Par ailleurs, en ce qui concerne le reboisement de la zone, il faut prendre en compte le fait que la prolifération d'herbes ou autres végétaux peut s'avérer gênante si le sol n'est pas entretenu pendant toute une période végétative avant la plantation.

Pour maintenir la qualité du bois pendant des périodes plus longues, le stockage par aspersion est considéré comme la meilleure solution.

4.2.6 Gestion / Opération / Santé et Sécurité

□ Gestion / Opération

Le stockage sur site (à savoir laisser les arbres là où ils sont tombés) est une situation relativement peu contraignante en matière de gestion et de tâches à réaliser pour les propriétaires forestiers. Toutefois, il est préférable de faire un inventaire du volume et des types de chablis et de contrôler régulièrement leur qualité (dommages dus au séchage, attaques d'insectes, coloration, attaques fongiques, etc.).

Si les grumes doivent **être stockées en piles dans la forêt**, une organisation plus rigoureuse est nécessaire. Des machines appropriées en termes de performance et de capacité doivent être utilisées. Une attention particulière devra être portée à la circulation des machines sur sols vulnérables, afin d'éviter la détérioration de la litière et le tassement du sol. Les piles devront être placées de telle façon qu'elles seront protégées au mieux (ombre, abris) et que le chargement et le transport seront facilités. L'accès des camions en toutes saisons ne sera pas forcément possible sous peine de détérioration des routes forestières.

La mise en place de parcs à bois est encore plus exigeante en termes de moyens et de gestion. Par exemple, en ce qui concerne le stockage sous eau, les exigences minimales sont les suivantes :

- le sol doit pouvoir être emprunté par des camions lourds même en situation pluvieuse
- les routes d'accès doivent être praticables en toutes saisons
- l'alimentation en eau doit être adéquate
- il doit y avoir de l'électricité pour les pompes, etc. à disposition
- le parc doit être abrité contre les vents forts
- une surveillance régulière doit être organisée.

En outre, la possibilité de recycler l'eau de ruissellement peut être nécessaire. Pour répondre à ces exigences, un parc à bois dans une scierie ou autre usine sera souvent le meilleur choix car il permettra la réduction de certains coûts.

□ Santé et Sécurité

La conservation des grumes en atmosphère humide, c'est-à-dire en piles compactes enroulées dans des bâches en plastique ou à l'aide de méthodes "spéciales" impliquant l'emballage dans des bâches en atmosphère confinée, peut entraîner la croissance de moisissures thermotolérantes et thermophiles et d'actinomycètes sur le bois d'œuvre. L'humidité élevée sous les bâches plus les températures élevées dues à la lumière incidente du soleil peuvent générer des températures supérieures à 40 °C qui favoriseront la croissance de ces micro-organismes. En même temps, les températures élevées neutraliseront et inactiveront probablement l'hyphe végétative de la pourriture et les champignons modifiant la teinte de l'aubier.

La production de grandes quantités de moisissure et de spores d'actinomycète est un risque potentiel pour la santé, car l'inhalation d'un nombre important de spores pourrait générer des réactions allergéniques chez les opérateurs qui enlèvent les bâches. On peut éviter ce risque par le port de masques de protection pendant cette opération de déstockage.

Les grumes en stockage sous eau peuvent devenir très glissantes, ce qui présente un risque pour le personnel chargé de l'inspection et de la maintenance du matériel. Il faut également prendre en compte le risque occasionné par l'instabilité des grumes qui peuvent glisser ou rouler entre elles lors de la conservation sous aspersion.

4.2.7 Surveillance de la qualité des bois pendant leur conservation

La surveillance du stockage est une partie importante du travail de conservation. En mettant en œuvre des procédures de contrôle adéquates, il est possible de documenter l'évolution de la qualité du bois par rapport à des paramètres opérationnels (par exemple, l'intensité de l'arrosage) et l'état initial du bois. Le contrôle des conditions de stockage, ainsi que de la qualité du bois doit être effectué pendant toute la durée du stockage. Les données relatives à la qualité du bois par rapport à l'essence, au type de dommages occasionnés suite à la tempête, à la logistique et aux conditions de stockage peuvent fournir une aide à la décision précieuse, notamment en cas de futures tempêtes.

Le principal objectif du stockage est de préserver la qualité du bois pour son utilisation future dans les industries de première et deuxième transformation. Par conséquent, les paramètres de qualité sont les données les plus importantes à surveiller, étant donné qu'un mauvais stockage peut entraîner une perte de valeur considérable. Le contrôle de la qualité implique d'ordinaire des procédures laborieuses et souvent destructives, comme par exemple, le tronçonnage ou le sciage d'un certain nombre de grumes qui permettra d'évaluer la qualité des planches. Cependant, la qualité des bois étant très fortement corrélée à la qualité du fonctionnement de la méthode de conservation, une surveillance efficace et régulière suffira bien souvent à garantir la qualité des bois.

4.3 Méthodes de conservation

4.3.1 Vue générale

Afin de bien appréhender le choix de la méthode la plus appropriée, il est nécessaire de prendre en considération à la fois les conditions d'attaque du bois et les mécanismes des processus de dégradation de celui-ci. Les principes de base sont rappelés ci-après :

Principes de base des mécanismes de dégradation du bois

1. Trois conditions doivent être simultanément réunies et la suppression de l'une d'entre elles arrête le processus d'attaque :
 - ✓ Maintien d'un taux d'humidité élevé (en dessous de 25 % le développement des champignons s'arrête),
 - ✓ Présence d'oxygène (une atmosphère appauvrie en oxygène ne permet plus le développement des champignons),
 - ✓ Atteinte d'une température élevée (en dessous de 10 °C les champignons arrêtent leur développement, mais celui-ci devient optimal au-dessus de 18 °C).
2. La pénétration des champignons dans le bois se fait principalement par les sections des découpes des grumes et beaucoup plus difficilement en périphérie, surtout si l'écorce reste bien adhérente.

Ainsi le maintien des arbres sur pied en forêt (méthode in situ) sans les séparer de leurs souches, supprime la voie privilégiée d'attaque.

Pour les arbres devant être abattus, les méthodes s'avérant les plus efficaces consistent à supprimer, ou du moins à réduire très fortement la présence d'oxygène dans le bois en :

- ✓ Saturant d'eau les fibres du bois (méthodes par aspersion d'eau et immersion dans des bassins),
- ✓ Stockant les grumes dans des enceintes hermétiques dans lesquelles le taux d'oxygène descend très bas.

La période de survenance d'une tempête et la latitude du pays sinistré sont donc déterminantes dans le choix :

- ✓ Des moyens logistiques à mettre en œuvre,
- ✓ De la méthode de préservation à retenir.

Ceci explique qu'une simple protection (bâche, couverture géotextile, terre, neige, etc.) sera satisfaisante en période hivernale et/ou dans un pays à climat rigoureux, alors que celle-ci va s'avérer insuffisante en période estivale et/ou dans un pays à climat chaud.

Enfin, dans un processus décisionnel, les éléments suivants doivent être pris en considération:

- méthode de conservation et mode de stockage,
- situation et nature des bois sinistrés,
- sensibilité de l'essence de l'arbre,
- coûts prévisibles à engager en investissement et fonctionnement,
- durée prévisible de conservation.

Exemples des situations les plus fréquemment rencontrées :

Méthode de conservation	Type de dégâts occasionnés aux arbres	Coûts d'investissement et de fonctionnement	Durée prévisible de conservation
In situ en forêt sinistrée	Arbres encore enracinés capables de végéter sur place / faible exposition au soleil	Aucun investissement en dehors des visites d'inspection	Jusqu'à 2 ans environ
Stockage en piles arrosées	Arbres devant être abattus (arbres déracinés et gênants)	Investissement important, mais pérennisation des équipements possible. Fonctionnement appréciable	En principe illimitée pour la plupart des essences
Stockage par immersion dans des bassins	Arbres devant être abattus (déracinés et gênants)	Investissement important	En principe illimitée pour la plupart des essences
Enceinte hermétique sous vide d'air (partiel)	Arbres à forte valeur intrinsèque (tranchage déroulage)	Investissement important. Réutilisation des bâches possible mais difficile	En principe illimitée

Remarque : La préservation chimique est intéressante à utiliser pendant la période de mobilisation des bois, où ils sont soumis à l'attaque des champignons et des insectes, notamment si la température ambiante est élevée (situation rencontrée au moment du printemps lorsque la température dépasse 12 °C et atteint rapidement le seuil de 18 °C).

Afin de bien comprendre les différentes méthodes de conservation, il est important de les lister et de définir la terminologie utilisée.

Les méthodes énumérées ci-après dans le Tableau 9 sont groupées en fonction des conditions de stockage des grumes (sous eau, sèches, humides, etc.). Elles ont été complétées par de nouvelles méthodes qualifiées de spéciales et d'autres qualifiées de supplémentaires. Ces dernières sont parfois utilisées conjointement avec les méthodes principales afin de renforcer l'efficacité de la préservation, sans toutefois prendre le risque d'une pollution du milieu ambiant (par exemple la préservation chimique du bois ou par étanchéisation des extrémités des grumes stockées en piles compactes). Seules certaines combinaisons s'avèrent permises, alors que d'autres doivent être proscrites (cas de la préservation chimique des grumes stockées sous arrosage).

Le tableau suivant contient toutes les méthodes de conservation connues, indépendamment de la fréquence de leur utilisation ou de leur efficacité. Cependant, les méthodes de conservation les plus importantes et les plus utilisées sont soulignées en gris et sont décrites plus loin dans ce chapitre. Pour de plus amples informations sur toutes les méthodes de conservation (y compris les références) voir l'état de l'art sur la conservation des grumes (www.stodafor.org). Par ailleurs, Il est vraisemblable que des perfectionnements seront apportés à ces méthodes dans l'avenir.

Tableau 9: Liste exhaustive des méthodes de conservation

Groupe (Principe)	Méthode	Description
Stockage in situ <i>Arbres laissés sur place dans le peuplement</i>	Conservation sur site des arbres déracinés	Stockage in situ des arbres déracinés mais toujours vivants avec un contact des racines avec le sol suffisant
	Séchage par transpiration	Stockage in situ des arbres entiers (avec houppier) avec une coupe transversale à la base du tronc
Stockage sous eau <i>Stockage sous conditions humides (contrôlées) qui garde le bois saturé en eau</i>	Pile compacte sous aspersion d'eau	Pile compacte sous aspersion d'eau (grumes avec écorce)
	Stockage en bassin (immersion dans l'eau)	Stockage des grumes en eau courante ou stagnante (grumes avec écorce)
Stockage à l'air sous conditions asséchantes <i>Stockage sous conditions entraînant un séchage lent ou rapide des grumes (non contrôlées)</i>	Pré-séchage des grumes en pile croisée couverte	Pré-séchage des grumes en pile croisée recouverte (grumes écorcées)
	Pré-séchage rapide des grumes en pile croisée ouverte	Pré-séchage rapide des grumes en pile croisée ouverte (grumes écorcées)
Stockage à l'air sous conditions humides <i>Stockage sous conditions changeantes (non contrôlées)</i>	Pile compacte	Pile compacte (grumes avec ou sans écorce)
	Pile compacte recouverte par des bâches en plastique	Pile compacte recouverte par des bâches en plastique (grumes avec ou sans écorce)
Méthodes spéciales	Conservation des grumes en atmosphère confinée, pile compacte enveloppée dans des bâches en plastique	Pile compacte enveloppée et scellée hermétiquement dans des bâches en plastique résultant en une atmosphère très pauvre en oxygène (grumes avec écorce)
	Pile compacte couverte d'un géotextile	Pile compacte couverte d'un géotextile (grumes avec écorce)
	Pile compacte couverte d'une suspension minérale	Pile compacte couverte d'une fine couche de suspension minérale (protection contre les insectes)
	Stockage sous terre	Pile compacte enterrée dans un trou dans le sol ou au niveau du sol et recouverte d'une couche épaisse d'argile ou de terre
	Stockage dans des mines	Stockage dans des tunnels de mine inutilisés
	Pile compacte au-dessus de la limite supérieure des forêts	Pile compacte au-dessus de la limite supérieure des forêts (grumes avec écorce)
	Stockage sous la neige	Pile compacte couverte de neige
	Pile compacte couverte de matière organique	Pile compacte couverte de plaquettes d'écorce, de plaquettes de bois, de sciure, etc.
Mesures de conservation supplémentaires <i>Supplément aux méthodes principales (méthodes intégrées)</i>	Protection chimique	Protection du bois par des agents chimiques
	Protection biologique	Protection du bois par des agents biologiques
	Protection physique	Protection du bois par des mesures physiques (par exemple, étanchéisation des extrémités des grumes)

4.3.2 Description des méthodes les plus importantes

4.3.2.1 Stockage en forêt : conservation in situ des chablis encore vivants

□ Principe

Maintien des défenses naturelles et de l'humidité des arbres chablis.

□ Essences d'arbre

Des résultats pratiques et des résultats de recherche sont disponibles pour les essences suivantes : hêtre, douglas, épicéa, pin sylvestre et pin maritime.

CONDITIONS REQUISES

Éléments à considérer avant de prendre la décision de stocker en forêt

- les galettes racinaires peuvent être légèrement soulevées mais ne doivent pas avoir été déplacées latéralement
- les racines doivent avoir un contact suffisant avec le sol (au moins 20 à 25 % de la galette racinaire en contact avec le sol)
- le houppier et le tronc ne doivent pas être endommagés sévèrement
- un arbre sous plusieurs autres arbres se détériorera plus vite
- absence d'ensoleillement direct sur les troncs ou les galettes racinaires
- absence de risque de contamination par des insectes sous-corticaux

□ Avantages

- Stockage immédiat, exploitation des chablis (abattage, façonnage, débardage, transport) et préparation du site de stockage non nécessaire.
- Pas de besoin de matériel technique.
- Coûts faibles (uniquement pour le contrôle de la qualité des bois).
- Indépendant des conditions d'accès à la parcelle.
- Sur une durée limitée (jusqu'à 2 ans), la conservation d'arbres verts en forêt peut être considérée comme une alternative économique intéressante par rapport aux autres méthodes de stockage. Cette méthode permet de conserver intacte la qualité des chablis enracinés, afin de traiter en priorité les dégâts les plus importants.

□ Inconvénients

- Dépend des conditions climatiques.
- Pas de moyen d'action sur l'évolution de l'humidité.
- La durée de stockage est limitée, le bois pouvant se dégrader assez rapidement.
- Risques d'attaques d'insectes sous-corticaux.
- La décision de stocker ou non des arbres chablis en forêt dépend fortement de l'expérience du décideur.

□ Expérience pratique

Hêtre (*Fagus sylvatica*)

- **Sciage** : Les principaux résultats sont encourageants. Des études françaises montrent qu'après un an de stockage la proportion d'arbres attaqués par des champignons (attaques provoquant une perte économique) est comprise entre 7 et 16 % pour les chablis disséminés et qu'elle atteint 29 % pour des chablis localisés dans des zones totalement dévastées (par exemple totalement exposées au soleil).

Après 2 ans, la proportion de bois dégradés augmente considérablement pour les chablis disséminés. Les pertes économiques sont comprises entre 27 et 35 % (moyenne des différentes parcelles échantillonnées). Dans les zones fortement endommagées, la perte économique atteint plus de 55 %.

Les études allemandes indiquent que la conservation de hêtres chablis disséminés en forêt, après une tempête hivernale, est bonne. Les pertes de qualité sont très faibles jusqu'au premier automne. A contrario, les hêtres chablis situés dans des zones totalement détruites ont commencé à se dégrader avant le premier automne.

Après deux saisons, des pertes importantes de qualité ont été constatées pour les hêtres des zones fortement touchées et les chablis disséminés ont commencé à se dégrader.

En résumé, les hêtres chablis disséminés peuvent être stockés en forêt jusqu'à une année (comprenant une saison de croissance et l'hiver suivant), avec des pertes de valeur tolérables (35 % en moyenne).

- **Pâte Kraft** : des études françaises ont montré qu'il y avait une forte corrélation entre l'humidité et les propriétés de la pâte et du papier. Ceci explique la baisse considérable du rendement en pâte constatée durant la seconde année de stockage de hêtre sur coupe après les tempêtes de décembre 1999 (baisse de 5 % du rendement durant la seconde période printemps-été de séjour sur coupe). Néanmoins, durant la première année de stockage, les propriétés papetières sont restées stables.



*Photos 3: Chablis disséminés et chablis situés dans une zone totalement dévastée
(Source: AFOCEL)*

Epicéa (*Picea abies*)

- Le stockage en forêt est efficace pour l'épicéa. La conservation est bonne pour une période de 6 à 12 mois.
- Des études danoises ont montré qu'après 16 mois de stockage la dégradation était faible pour les chablis stockés sur coupe avec un houppier intact. Par contre les chablis avec un houppier endommagé se sont moins bien conservés et lors du sciage, 4 mois plus tard, la dégradation avait parfois plus que doublé.

Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)

- La durée de conservation en forêt est voisine de celle de l'épicéa.
- Le stockage en hiver est possible tant qu'il y a un bon contact racinaire.
- Si le tronc est en contact avec le sol, il y a un risque d'endommagement de l'écorce et donc de bleuissement.

Pin maritime (Pinus pinaster)

- **Sciage** : la contamination des chablis par les champignons est limitée. D'après une étude française menée après les tempêtes de décembre 1999, 40 % des billons de sciage provenant d'arbres chablis stockés sur coupe n'étaient pas contaminés par les agents de bleuissements un an après la tempête. Tant que les attaques d'insectes n'ont pas lieu, les chablis sur lande sèche ne sont pas infestés. Après le début des attaques d'insectes, la contamination des billons atteint rapidement 60 % sur tous les types de lande.
- **Pâte Kraft** : les chablis se sont bien conservés jusqu'à la fin du premier été. Les fibres et les propriétés papetières ont été touchées en premier, puis le rendement a diminué mais plus faiblement que pour les rondins exploités stockés bord de route. Après une période de stockage de deux ans, la majorité des arbres pouvait encore être utilisée pour de la pâte kraft. Après plus de deux années de stockage, les propriétés papetières ont diminué rapidement.

Douglas (Pseudotsuga menziesii)

- **Pâte kraft** : très bonne conservation des propriétés papetières durant les deux premières années. Après trois ans de stockage une dégradation régulière s'est produite.

❑ Recommandations (application, durée)

En règle générale la qualité du stockage sur coupe dépend de 3 facteurs principaux :

ELEMENTS A CONSIDERER AFIN D'OBTENIR DE BONS RESULTATS			
1. <u>Sensibilité de l'essence</u>			
	Très sensible (1 saison de végétation, risques de bleuissement)	Sensible (1 saison de végétation)	Résistant (2 saisons de végétation)
Résineux	pin - épicéa	pin maritime	douglas - mélèze cèdre - if
Feuillus	érable - charme - frêne - peuplier	hêtre - orme - aulne merisier - noyer	chêne - châtaignier robinier

2. Type de dégâts des arbres/racines: plus le contact des racines avec le sol est important plus la conservation sera efficace

3. Degré de dissémination (éparpillés ou non) des arbres chablis : soit les chablis sont disséminés (par exemple des arbres les protègent du soleil) soit ils sont fortement exposés au soleil. Plus les chablis sont exposés au soleil plus la vitesse de dégradation est grande en raison de la baisse rapide du taux d'humidité.

❑ Suivi de l'évolution de la qualité

Lors du suivi de la qualité d'arbres chablis stockés en forêt, les indicateurs de vitalité suivants doivent être pris en compte :

Vitalité, capacité de la cime à se redresser; écoulement de résine ; décoloration des aiguilles ; présence d'indicateurs de zone ombragée (écorce couverte d'algue verte ou galette racinaire couverte de plantes) ; modification du taux d'humidité (séchage de la base vers la cime et de l'intérieur vers l'extérieur).

Sachant qu'il existe une corrélation significative entre l'humidité des arbres et leur dégradation, un moyen simple pour suivre la qualité des chablis stockés en forêt est la mesure de leur humidité.

❑ Impacts environnementaux

La méthode de stockage n'a en elle-même aucun impact sur l'environnement. Le risque d'attaques d'insectes et de propagation de ces insectes doit être pris en compte, notamment si un traitement insecticide ne peut pas être utilisé (cf. point réglementaire).

❑ Coûts

Il faut prendre en compte les coûts du suivi qualitatif (une visite par mois) et ceux du contrôle de l'humidité des arbres chablis.

4.3.2.2 Conservation sous eau : piles compactes sous aspersion

□ Principe

La conservation sous aspersion des grumes avec écorce est le moyen le plus communément employé pour stocker des chablis. Les données récoltées dans ce guide technique sont issues des expériences acquises pendant les deux tempêtes en 1967 et celle de 1981 au Danemark, en 1972 en Allemagne, en 1982, 1984 et 1987 en France et les deux énormes tempêtes qui touchèrent de nombreux pays en Europe en 1990 et en décembre 1999.



Photo 4: Conservation en grande longueur en pile croisée / France (Source : ENGREF)

Le principe de cette méthode consiste à maintenir l'humidité du bois aussi haute que possible à l'aide d'un arrosage artificiel. La surface des grumes doit ainsi rester humide en permanence, la fine couche d'eau jouant le rôle de barrière à oxygène, ce qui empêche les organismes de dégradation du bois de se développer.

□ Les essences d'arbres étudiées

Des résultats d'expériences et de recherches sont disponibles pour le hêtre (*Fagus sylvatica*), l'épicéa (*Picea abies*), le pin (*Pinus sp.*), le sapin (*Abies alba*) et le chêne (*Quercus spp.*).

CONDITIONS PREALABLES AU STOCKAGE

Lorsque le stockage sous aspersion est envisagé, plusieurs aspects sont à considérer le plus rapidement possible:

- Le lieu de stockage – un site protégé du vent est préférable
- Le type de sol et les infrastructures nécessaires (trafic de camions, possibilité de drainage, etc.)
- Une autorisation auprès des organismes compétents doit être obtenue (cf. 2.5. Réglementations)
- Accessibilité à l'eau
- Accessibilité à l'électricité
- Eloignement par rapport à la scierie
- Possibilité de surveillance / contrôle du site

□ Avantages

- Stockage longue durée possible,
- En comparaison avec d'autres méthodes de stockage, c'est une méthode relativement sûre,
- Capacité illimitée de stockage (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes),
- Beaucoup d'informations disponibles sur la technique et la qualité des bois en sortie de stockage,
- Cette méthode est reconnue par la plupart des industriels du bois,
- Le contrôle de la qualité des bois est possible à partir d'une bonne qualité d'aspersion,
- Les bois aspergés se scient en général plus vite que des bois frais,
- Même sur des courtes périodes, la conservation sous aspersion peut apporter des gains significatifs de matière première, en particulier pendant la période chaude,
- La reprise des grumes est beaucoup plus facile que dans le cas de la conservation par immersion.

□ Inconvénients

- Investissements importants pouvant être à faire en termes d'infrastructure (cf. plus loin),
- Coloration en périphérie de l'aubier due au lessivage des extractibles de l'écorce, ces derniers s'oxydant en contact avec la cellulose du bois (cf. Photo 6),
- Surconsommation des produits de finitions (vernis, peintures, etc.), et particulièrement dans le cas du pin, due à une dégradation hétérogène des membranes des ponctuations (torus) par des bactéries pendant l'arrosage. Certaines industries du bois comme celle de la fenêtre ou du meuble, peuvent rejeter ce type de bois,
- Malgré d'excellentes conditions d'aspersion, risque d'attaque de champignons (*Armillaria spec.*) (probablement si les bois ont été rentrés attaqués). Ces attaques peuvent mener à une détérioration rapide du bois (cf. Photo 5),
- Légère augmentation du temps de séchage en séchoir artificiel sauf dans le cas d'un pré séchage,
- Pendant la saison chaude, 1 à 2 inspections journalières sont nécessaires,
- Comparé à l'immersion, une plus grande quantité d'eau est nécessaire.



Photo 5: Développement de l'Armillaire
(Source: CTBA)



Photo 6: Coloration périphérique de l'épicéa
(Source: CTBA)

□ Expérience pratique

En Europe, La période d'arrosage varie selon la latitude. Plus le climat est chaud, plus la période est longue. Par exemple, les grumes sont normalement arrosées d'avril à octobre au Danemark, de mai à septembre en Norvège, de mars à fin octobre en France, ces périodes étant susceptibles de modifications selon les conditions climatiques.

DIFFICULTES PRINCIPALES RENCONTREES PENDANT LA MISE EN PLACE DU SITE

- Coordination entre les différents acteurs de la filière,
- Capacité de transport insuffisante,
- La séparation des essences sur le site en piles séparées peut retarder la mise en place du système d'aspersion,
- Cubage: les méthodes de mesure sont souvent différentes,
- Freins administratifs en ce qui concerne les règles de sécurité, les enjeux environnementaux et la législation du travail.

Evaluation pour différentes essences

En général, les grumes ayant été conservées sous aspersion ont les caractéristiques suivantes comparées au bois frais :

- *Sciage*: plus facile et plus rapide. Gain en productivité selon l'essence et l'humidité du bois,
- *Ecorçage*: plus facile mais la taille importante des morceaux d'écorce détachés peut gêner leur évacuation,
- *Couleur*: immédiatement après le sciage, les produits issus de grumes aspergées semblent légèrement plus foncés. Cependant, cette différence tend à s'estomper après séchage,
- *Séchage artificiel*: la vitesse de séchage est supérieure à celle du bois vert mais ce gain est en général largement compensé par l'importante quantité d'eau à enlever. En conséquence, le séchage des bois arrosés est en général un peu plus long que pour les bois verts à moins qu'un pré-séchage ait été pratiqué.

Pin maritime (Pinus pinaster)

- *Bois d'œuvre* : bon résultat après 3 ans. Amélioration notable du collage en ce qui concerne les colles vinyliques. En ce qui concerne les colles MUF, les résultats restent similaires avec ceux obtenus pour le bois vert. Dans certains rares cas, une ligne noire entre les cernes est apparue après 2 ans de conservation.
- *Pâte à papier Kraft* : un stockage bien mené conserve très efficacement les qualités du pin maritime. Après plus de 40 mois de conservation, la qualité de la pâte est maintenue. Une augmentation régulière du rendement est observée du fait du lessivage des extractibles.

Epicéa et sapin (Picea abies et Abies alba)

- *Bois d'œuvre* : conservation des qualités mécaniques et esthétiques après 3 ans de conservation. Ensuite, des attaques fortes d'armillaire sont à envisager. Néanmoins, de très bons résultats ont été observés après plus de 5 ans de conservation.
- *Pâtes mécaniques et Kraft*: une coloration du bois apparaît après moins de 6 mois de stockage, diminuant fortement la blancheur dans le cas de la pâte mécanique. Pas de problème pour la pâte Kraft.

Caractéristiques spécifiques à l'épicéa :

- Coloration rouge brunâtre en périphérie de la grume
- Préservation par trempage: amélioration du traitement mais augmentation de la consommation de produit

Hêtre (*Fagus sylvatica*)

- *Propriétés esthétiques* : apparition de coloration hétérogène à partir de 6 mois – 1 an de conservation, en particulier lorsque l'écorce est endommagée. Cette coloration s'atténue après étuvage mais la couleur générale reste plus sombre qu'un bois frais. Le temps d'étuvage diminue entre 15 et 20% par rapport au bois frais. Il est fortement conseillé de sécher artificiellement le bois le plus rapidement possible afin d'éviter une coloration plus prononcée. Des études danoises ont conclu que les grumes étaient toujours utilisables pour le placage après 18-24 mois de conservation et qu'après 24-36 mois, elles pouvaient encore être utilisées pour le parquet à partir du moment où le parquet était étuvé ou lasuré.
- Les propriétés mécaniques restent inchangées après 4 ans de conservation.

Chênes (*Quercus spp*)

- Après 3 ans de conservation, les résultats sont positifs mis à part une coloration de l'aubier dans certains cas,
- *Séchage artificiel* : en termes de temps nécessaire, équivalent au bois vert si pré-séchage. En termes d'homogénéité, légèrement meilleur,
- *Logistique*: les bénéfices d'une telle conservation sont importants puisqu'elle évite la dégradation du bois sur le parc à grumes pendant la saison chaude (échauffure, moisissure, queue de vache, etc.)

□ Recommandations (application, temps limite)

LES NEUFS COMMANDEMENTS DE LA CONSERVATION PAR ASPERSION

1. Le laps de temps entre l'exploitation des grumes et la mise sous eau doit être aussi court que possible, particulièrement pendant la saison chaude. Ce laps de temps peut varier de quelques jours à 2-3 semaines selon les conditions climatiques,
2. Seuls les arbres sains, fraîchement abattus ou ayant subis récemment une tempête devraient être conservés par cette méthode,
3. Les grumes doivent être généreusement purgées de toutes attaques de champignons ainsi que de toutes blessures afin d'éviter la propagation des rhizomorphes plus loin dans la tige,
4. Les grumes ne doivent pas être écorcées pour éviter tout séchage prématuré,
5. Lors de l'empilement des grumes, les extrémités des grumes doivent être soigneusement alignées afin d'homogénéiser l'arrosage,
6. Un asperseur doit être installé pour arroser directement les extrémités des grumes (surtout pour les gros bouts),
7. Des inspections journalières doivent être effectuées (en particulier pendant la saison chaude) afin de trouver et résoudre les problèmes éventuels avant que le bois ne puisse être endommagé,
8. Les grumes doivent être sciées aussi vite que possible après conservation,
9. Les bois sciés doivent être séchés rapidement et correctement.

□ Stockage des bois / recommandations générales

Un stockage précautionneux économisera de la place, diminuera le nombre d'asperseurs, réduira le phénomène d'évaporation et augmentera le ratio volume de bois/surface au sol.

- Les grumes doivent être empilées en parallèle,
- Elles peuvent être triées en longueur, diamètre, essence, propriétaire et qualité. Le plus important étant de réduire au maximum le laps de temps entre l'exploitation des bois et la mise sous eau,
- Les extrémités des grumes doivent être alignées verticalement afin de permettre une aspersion homogène et un film d'eau uniforme sur toutes les grumes,

- Les grumes doivent être empilées près des chemins de desserte perpendiculairement à ces derniers afin de faciliter leur reprise,
- Au regard des capacités des grues, les piles ne doivent pas excéder 5 m de haut,
- Pour le stockage en grande longueur, un empilement en pile croisée économisera de la place et augmentera la surface utile.

Remarque : Le ratio surface/volume de bois peut varier de 7000 m³/ha à 18000 m³/ha selon la hauteur des piles, la longueur des grumes et la qualité de l'empilage.

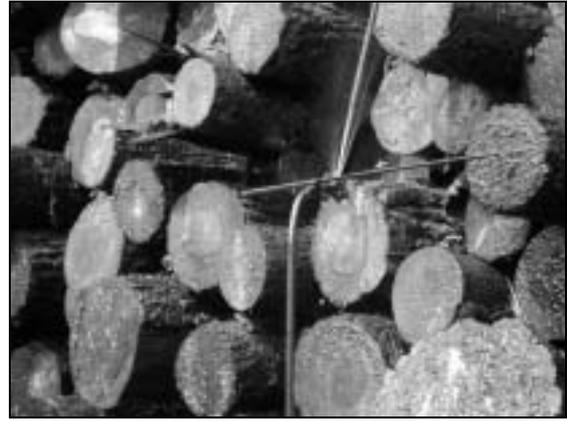


Photo 7: Exemple d'un bon empilage (Source : AFOCEL)

□ Approvisionnement en eau

- Minimum: 3 à 5 m³ d'eau/heure/1000m³ de grumes stockées (500 m³/jour/ha ≈ 50 mm/jour = 50 l/m² de surface arrosée / jour),
- Lorsque la température de l'air est supérieure à 10 °C et particulièrement durant la journée, l'aspersion ne devrait pas être interrompue, *
- Lorsqu'il gèle, en dessous de 0 °C, l'aspersion peut être interrompue. Si ces conditions climatiques perdurent, il est conseillé de purger les tuyaux de l'eau restante,
- Un système de recyclage de l'eau peut économiser plus de 70 % d'eau selon le type de sol et le système de drainage mis en place,
- Une aspersion selon les conditions climatiques est susceptible d'économiser beaucoup d'eau ainsi que d'accroître le volume d'eau disponible pendant les périodes chaudes,
- Influence du vent : si le site subit des changements fréquents de direction du vent, certaines parties des piles peuvent ne pas être suffisamment arrosées. Deux solutions :
 - Le site est naturellement protégé du vent (en fond de vallée par exemple)
 - Le nombre d'asperseurs doit être augmenté de manière à créer des zones de recouvrement (ce qui veut dire que le débit devra aussi être augmenté)
- La portance du sol doit être suffisante pour pouvoir supporter un engin porteur à fort tonnage. Si la période de conservation doit être longue, une infrastructure appropriée doit être mise en place (drainage de l'eau, largeur des chemins suffisante, empierrement, etc.),
- Emplacement du site :
 - Le plus loin possible d'une forêt infestée d'insectes susceptibles de dégrader le bois
 - Eloigné de zones habitées

* Remarque: pour obtenir le débit minimum nécessaire à une bonne conservation, il est toutefois possible d'utiliser un arrosage intermittent.



Photos 8 et 9: Différents types d'asperseurs (Source : FVA et AFOCEL)

□ Équipement

La pompe hydraulique :

- La capacité de la pompe doit être fonction de la demande en eau. Deux phénomènes doivent être pris en compte:
 - Les pertes de charges liées à l'éloignement par rapport à la pompe. Pour donner un ordre d'idée, si l'altitude reste la même, les pertes de charge sont de 2,5 N/100 m si le débit est de 20 m³/h et que le diamètre de la canalisation est de 7,5 cm.
 - Les pertes de charges liées au dénivelé: 1 daN pour une augmentation en hauteur de 10 m.
- La mise sous abri de la pompe la protégera des intempéries et du vandalisme,
- Une alarme sonore peut être jumelée au manomètre de sortie de l'eau de la pompe pour signaler toute baisse anormale de pression.

Remarques:

- Les volumes d'eau nécessaires sont souvent sous-évalués
- Il est important de filtrer l'eau avant la pompe, en particulier lorsque l'eau provient directement d'une rivière

Les asperseurs :

La distance entre les asperseurs dépend du type d'asperseur et de la capacité de la pompe, le but étant de garder un débit constant et le plus uniforme possible sur la face des grumes. A titre indicatif, les chiffres suivants peuvent être donnés (cf. Figure 8):

- 8-12 m entre asperseurs placés sur la pile
- 4-8 m entre asperseurs placés du côté de la façade composée des pieds de grumes

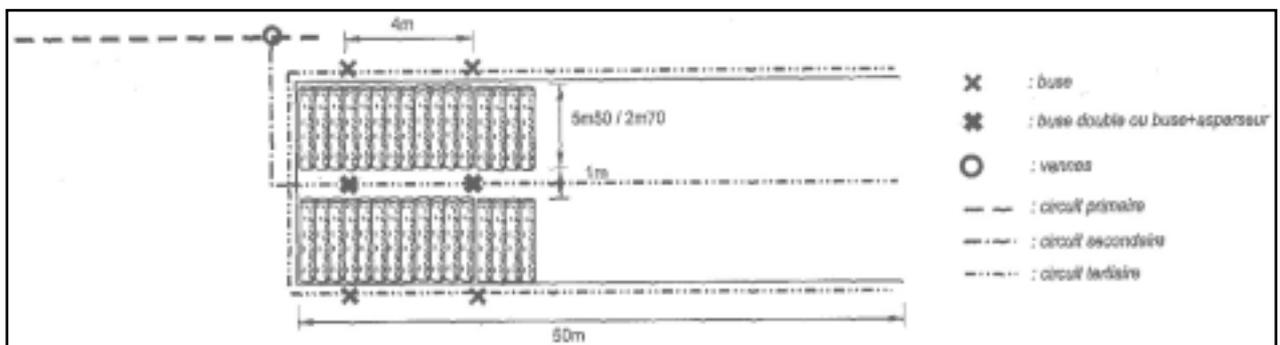


Figure 7: Stockage en courte longueur, détail d'un système d'aspersion, vue de dessus (Source : AFOCEL)

Remarque : A partir du moment où la longueur des grumes excède 10 m et que l'empilage est correct, il n'est pas nécessaire d'arroser des deux côtés de la pile. Par contre, pour des petites longueurs (< 10 m), il est recommandé d'arroser des deux côtés tout en gardant un maximum de gros bouts du même côté afin de faciliter l'écoulement de l'eau par gravité d'un côté à l'autre de la grume.

Les tuyaux : Les deux types de tuyaux, flexibles et rigides, peuvent être utilisés pourvu qu'ils soient:

- Protégés afin d'éviter toute détérioration et en particulier celles liées aux passages d'engins,
- Leur raccordement doit être facile, rapide et efficace,
- Des vannes d'arrêt fermant une partie du circuit d'eau doivent être mises en place afin de limiter la durée d'immobilisation du système.

Remarques: Une attention particulière doit être portée à la manipulation des grumes qui deviennent très glissantes, d'autant plus que leur poids peut augmenter jusqu'à 15%. Il est également conseillé de pérenniser le site pour d'éventuelles tempêtes futures, ce dernier pouvant être utilisé comme stock tampon entre temps.

□ Etat des grumes

- Aspect extérieur : rapidement, au cours des premiers mois de stockage, des dépôts de matières gluantes et de couleurs vertes/blanches/noires doivent apparaître aux deux extrémités des grumes (Cf. Photo 10).
- Maintenance/surveillance : les canalisations peuvent être régulièrement bouchées et doivent être nettoyées aussi souvent que nécessaire. C'est une procédure coûteuse mais nécessaire. Pendant la période chaude, une à deux inspections journalières doivent être menées, sachant que les grumes privées d'eau seraient susceptibles d'être attaquées par des champignons en 3-4 jours.
- Évacuation de l'eau: elle doit être canalisée pour éviter un éventuel affaissement du sol. La meilleure des solutions à ce problème est d'utiliser un bassin de récupération.



Photo 10: Aspect normal de l'extrémité d'une grume aspergée (Source : CTBA)

La conservation sous eau à long terme (jusqu'à 5 ans) implique une augmentation significative de la population bactérienne dans l'eau. Ce phénomène est particulièrement vrai pour les résineux et en particulier pour le pin. Une nette diminution des carbohydrates est aussi observée. La perméabilité du bois est alors augmentée due à une dégradation des membranes des ponctuations, même si les propriétés mécaniques restent plus ou moins les mêmes (densité, module d'élasticité, résistance à la flexion et la compression). En général, ce phénomène améliore le traitement du bois mais augmente aussi la consommation de produit chimique.

Une fois séchés, les sciages sont clairs en apparence même après 5 ans de conservation. Ceux issus d'une conservation longue peuvent continuer à être maintenus en bonnes conditions pendant 3 mois à partir du moment où ils sont gardés humides. Ceci est attribué à la diminution des réserves de carbohydrates et à la présence significative de bactéries. En comparaison un sciage issu d'une conservation de 6 mois sous aspersion se dégrade après 3 mois de conservation en conditions humides, montrant un commencement de moisissure et suivi d'un développement progressif de coloration de l'aubier.

Les champignons et les colorations du bois peuvent poser des problèmes s'ils ne sont pas correctement traités. Ils se propagent presque toujours à partir des extrémités de la grume et en particulier de la bille

de pied. Dans certains cas, le champignon *Fomes annosus* a été observé, détruisant le bois de cœur sur une longueur de 3-4m à partir de l'extrémité de la bille de pied. Dans ces cas-là, malgré un enlèvement systématique des parties attaquées visiblement par les champignons, le *Fomes annosus* devait être toujours présent dans la grume lors de la mise sous eau.

En ce qui concerne la qualité des grumes, des précautions particulières doivent être appliquées lorsque des insectes sont déjà présents dans le bois stocké ou dans des forêts adjacentes à l'aire de stockage. Un arrosage permanent doit être assuré sur ces sites, d'autant plus que ces aires de stockage ont une fâcheuse tendance à attirer les insectes et les champignons. Dans la cas où un arrosage par alternance est prévu, il est essentiel de s'assurer de son efficacité avant sa mise en service.

□ **Considérations environnementales (Voir aussi 2.6. Impacts environnementaux)**

Vraisemblablement, la valeur la plus importante à prendre en compte est celle de la DCO (Demande Chimique en Oxygène).

En général, aucune pollution n'est observée pour les petites aires de stockage (< 40000 m³ de bois) malgré une augmentation de la teneur en composés organiques et de la valeur en DCO. En effet, non seulement ce phénomène s'inverse au bout de 2 à 3 mois, mais les valeurs en DCO restent toujours inférieures à la valeur limite de 140 mg de DCO par litre d'eau.

En ce qui concerne les aires de stockage de capacité supérieure à 40000 m³ de bois et lorsque que le bassin de récupération était de petite taille, il a été observé dans certains cas un dépassement de 2 à 3 fois les valeurs limites, allant toutefois en diminuant au bout de la même période de 2 ou 3 mois et jusqu'à des valeurs inférieures aux valeurs limites.

Les valeurs du pH, de la conductivité, de la teneur en certains métaux, en ions, en nitrogène, etc., ne montrent aucune augmentation et restent largement en dessous de leurs valeurs limites respectives.

Le cas particulier de l'arrosage en circuit fermé

Durant les premiers mois d'arrosage, l'eau s'écoulant des grumes contient une telle quantité de substances organiques dissoutes qu'elle pourrait causer une pollution si elle était déversée telle quelle dans un cours d'eau. Cependant, cette situation serait vraie seulement dans le cas où la proportion d'eaux usées serait très importante par rapport au débit du cours d'eau et si la perte en eau dans le circuit fermé serait faible, ce qui entraînerait un faible rajout d'eau dans le circuit et donc une augmentation des concentrations des matières rejetées par le bois.

Le recyclage de l'eau comporte deux avantages principaux:

- L'eau est oxydée, permettant une dégradation biologique des substances organiques,
- La consommation d'eau est réduite.

Le recyclage de l'eau comporte aussi certains désavantages :

- La présence de particules en suspension peut boucher les buses d'aspersion,
- L'importante reproduction des micro-organismes peut aussi endommager les buses,
- La dégradation des membranes des torus pour les conifères peut être accélérée du fait de la prolifération des bactéries, ce phénomène impliquant une augmentation plus rapide de la perméabilité du bois.

Pollution des nappes phréatiques

En ce qui concerne les nappes phréatiques, aucune recherche systématique n'a été effectuée à ce jour. Toutefois, les analyses effectuées sur certains échantillons n'ont montré aucune incidence sérieuse sur la qualité de ces eaux, y compris dans le cas d'une pénétration importante de l'eau d'arrosage et lorsque les nappes phréatiques sont peu profondes.

□ **Coûts**

C'est une méthode relativement chère qui est valable pour une quantité de bois relativement importante. Les coûts totaux dans la première année sont généralement plutôt élevés du fait des investissements nécessaires. Ensuite, les coûts restent relativement faibles. Cette méthode est utilisée depuis de nombreuses années par les professionnels et, comparée aux autres méthodes, c'est une des méthodes les plus pratiques et celle qui présente le meilleur rapport qualité/prix.

Il existe trois types de coûts:

1. Investissements préliminaires: infrastructure (routes, dispositif de drainage de l'eau, etc.) ; équipements d'aspersion ; main-d'œuvre pour construire le site ; etc.
2. Coûts de fonctionnement: location du terrain, consommation électrique et d'eau ; maintenance ; assurance ; surveillance journalière ; etc.,
3. Coûts de déstockage: reprise des grumes, restauration du site ; transport des grumes ; etc.,

Le Tableau 10 et la Figure 8 donnent un résumé de ces coûts. Le détail est explicité en Annexe 5.

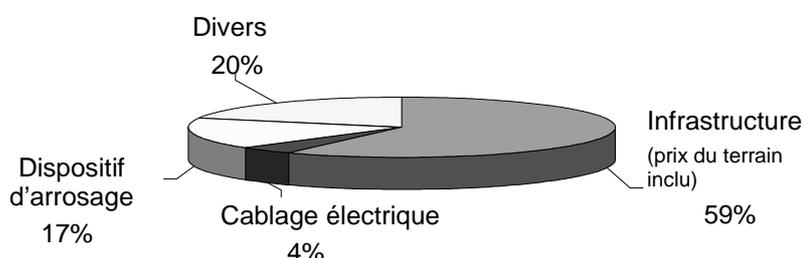


Figure 8 : Détails des coûts en ce qui concerne l'investissement préliminaire

Remarques:

- Il y a habituellement une différence de prix significative selon que le site sera pérennisé ou non à la fin de la période de stockage. Un site qui sera pérennisé coûte en moyenne 6 €/m³ de plus qu'un site qui ne sera pas pérennisé car les investissements y sont supérieurs.
- En général, les investissements sont supérieurs en ce qui concerne les feuillus par rapport aux résineux.
- Un dispositif de recyclage de l'eau coûte à peu près 30 % plus cher qu'un système ouvert. Pour cette raison, il est conseillé de construire un système de recyclage seulement dans le cas d'un manque d'eau à proximité du site ou, évidemment, lorsque qu'il y a obligation.
- Quelle que soit la quantité de bois stockée, les coûts de mise en place du site restent proportionnellement les mêmes. Il semble qu'il n'y ait pas d'effets d'échelle.

Tableau 10: Coûts de la conservation par aspersion

	Moyenne (Euro/m ³)	Min (Euro/m ³)	Max (Euro/m ³)
Investissements préliminaires	13	6	34
Coûts de rupture de charge	8,3		
Coûts de fonctionnement	1,8 €/m ³ /an	1,4 €/m ³ /an	2,2 €/m ³ /an
Coût de déstockage		2,5	11

4.3.2.3 Conservation sous eau: Stockage en bassin / Immersion dans l'eau

□ Principe

La dessiccation du bois d'œuvre rond peut être évitée grâce à son immersion dans l'eau (stockage en bassin), celle-ci conservant ou augmentant la teneur en humidité présente dans l'arbre sur pied. L'humidité du bois doit être maintenue aussi élevée que possible. De cette manière, l'infestation du bois par les champignons et les insectes peut être évitée, bien que certaines bactéries soient capables de dégrader le bois plongé dans l'eau.



Photo 11: Mise en place des grumes dans le bassin à vide (Source: ONF)



Photo 12: Immersion des grumes dans l'eau (Source: ONF)

□ Les essences d'arbres

Des résultats d'expériences et de recherche sont disponibles pour le hêtre, le chêne, l'épicéa, le pin et le sapin. Les essences en condition verte ayant une densité > 1 sont bien conservées car elles restent totalement immergées (comme par exemple, le hêtre et, dans une moindre mesure, le sapin). Les essences "flottantes" (densité verte < 1 comme pour l'épicéa) peuvent être sujettes à une détérioration des parties émergeantes au-dessus de la surface de l'eau. Dans ce cas, les parties émergeantes devront soit être aspergées d'eau à la manière de la conservation par aspersion des piles compactes, soit être coulées à l'aide d'un dispositif quelconque.

□ Conditions préalables

Il faut pouvoir disposer de bassins ou de lacs artificiels ou naturels. Il est nécessaire d'obtenir l'autorisation des autorités concernées, surtout dans le cas de l'utilisation d'eau provenant de sources naturelles. Des routes en bon état doivent exister pour pouvoir accéder à l'eau et aux berges facilement. A la fin de la période de stockage, des équipements spéciaux peuvent être nécessaires pour récupérer le bois. Dans ce sens, avoir la possibilité de vider le bassin est une solution très avantageuse. Le bois d'œuvre doit être fraîchement coupé et toute dessiccation due à la flottaison des grumes doit être évitée.

□ Avantages

Le stockage en bassin / immersion est une méthode de stockage à long terme qui est sûre par rapport à d'autres méthodes. On dispose d'une grande quantité d'informations sur cette technique de stockage et sur la qualité du bois en résultant. La méthode de conservation est acceptée par la majeure partie des industries de transformation du bois. Le bois stocké sous eau peut, dans certains cas, être scié plus rapidement que du bois d'œuvre fraîchement exploité. A condition que le bois ait été dûment stocké, ses propriétés mécaniques peuvent être conservées pendant au moins deux ans. Les coûts de maintenance sont très bas par rapport au stockage sous aspersion.

❑ Inconvénients

Épicéa : une coloration brun-rouge de l'aubier externe apparaît pendant le stockage due au lessivage de substances provenant de l'écorce. Des bactéries attaquant les membranes des ponctuations peuvent causer une perméabilité accrue entraînant une pénétration excessive et irrégulière des revêtements et des peintures. Ce phénomène n'est pas toléré par exemple par les fabricants de fenêtres et par l'industrie du meuble.

Hêtre: l'immersion peut causer une coloration jaunâtre ou brun rouge du bois, qui peut être plus importante qu'avec l'aspersion d'eau. Le bois devrait normalement être étuvé après le sciage pour assurer l'uniformité de sa couleur.

Remarques : Etonnamment, le phénomène de coloration du hêtre semble considérablement s'estomper après une période de stockage in situ (cf. 4.3.2.1) suivie d'une période d'immersion dans l'eau.

❑ Recommandations

Il faut que deux tiers au moins du diamètre du tronc soient immergés en permanence, mais, même dans ce cas, la partie émergente peut subir une détérioration. Pour faciliter la récupération du bois d'œuvre, il est conseillé d'attacher les grumes ensembles en paquets ou en train de flottage. Les conifères doivent être attachés en paquet lâches en unités de 10 à 20 m³ de bois alors qu'on utilisera des paquets de 6 à 12 m³ pour les feuillus. Des bouées de repérage doivent signaler les paquets d'essences qui coulent dans le cas où le bassin ne peut être vidé.

❑ Considérations environnementales (*Voir aussi 2.6. Impacts environnementaux*)

Si la flore et la faune des bassins / lacs naturels doivent être protégées dans le plan d'eau, il est important de ne pas stocker de grandes quantités de bois dans de petites réserves d'eau. La consommation d'oxygène pendant la décomposition des matières organiques dissoutes et flottantes peut avoir un effet fatal sur les poissons et autres organismes aquatiques dans les eaux stagnantes de petite taille. Les particules d'écorce déposées au fond peuvent aussi avoir un effet préjudiciable sur l'état des organismes vivants. Le bois qui a été préalablement traité chimiquement ne doit jamais être stocké de cette manière.

❑ Coûts

Deux scénarios différents sont possibles quant aux coûts d'investissement:

- Le bassin existe déjà, il n'y a pas de travaux d'excavation à effectuer, à part empierrer la rive plus quelques travaux divers, comme la mise en place d'un dispositif pour emplir et vider le bassin: **15 €/m³ HT.**
- Le bassin doit être construit, des travaux d'excavation et autres sont nécessaires et la rive doit être empierrée: **35 €/m³ HT.**

Coût de l'opération: pas de maintenance nécessaire, mais la récupération du bois d'œuvre peut s'avérer assez coûteuse, voire même impossible.

Remarques :

- En dépit de ces coûts assez élevés, il faut mentionner que ces bassins pourront également servir a posteriori à la pêche, pour le tourisme, comme réserves d'eau pour les animaux, etc.
- Si d'autres dommages dus à une tempête surviennent, les bassins peuvent être réutilisés immédiatement et sans frais.

4.3.2.4 Stockage à l'air: pré-séchage des grumes en pile croisée (grumes sans écorce)

□ Principe

Grâce à l'écorçage et à un empilage minutieux pour permettre une bonne aération, l'humidité du bois peut être rapidement réduite à un niveau où il n'y a plus de risque d'infestation. (humidité du bois de 25-30 % par rapport au poids sec absolu, ce qui est sous le point de saturation des fibres).



Figure 9 : Pile croisée non couverte (Source : FVA)

□ Les essences d'arbres

Des résultats d'expériences et de recherche sont disponibles pour le douglas, l'épicéa, le mélèze et le pin.

□ Avantages

Dans le cas du stockage sec, le bois d'œuvre destiné à la construction n'a pas besoin de séchage artificiel. Ce bois d'œuvre ne présente d'ailleurs pas de différence particulière avec les bois fraîchement abattus en matière de déformation après sciage. Cette méthode de stockage peut donc permettre aux scieries traditionnelles de répondre rapidement à la demande du client en ce qui concerne le bois de construction. Par ailleurs, le pré-séchage des grumes pour la construction de cette manière-là est considéré comme un choix écologique.

La teneur en humidité voulue de 25-30 % dans l'aubier est atteinte lorsque l'exploitation a lieu en hiver suivie par le séchage au cours du printemps et de l'été. Le séchage rapide de l'aubier empêche les infestations fongiques.

- De cette manière-là, l'achat, souvent onéreux, d'une bâche qui a de toute façon une espérance de vie courte, est évité,
- La technologie de l'empilage permet à des piles unidirectionnelles d'être manœuvrées de façon plus rapide et plus économique,
- Cette méthode permet une livraison continue du bois rond pré-séché aux scieries dans les périodes estivales de pointe,
- Les piles peuvent être conservées lors d'opérations forestières normales dans les zones forestières,
- Il n'y a pas de coûts d'investissement pour des arroseurs,
- L'autorisation conformément à la législation sur l'eau n'est pas nécessaire,
- Il n'y a pas de pollution de l'environnement due au déversement de l'eau provenant de l'aspersion des bois,
- La facilité avec laquelle on peut accéder aux grumes et aux piles pour l'évaluation de leur qualité facilite la commercialisation du bois,
- Le volume des piles peut atteindre 200 m³. Il dépendra de la portée de la grue du camion, de la taille du parc à bois et du volume désiré en fonction des quantités à vendre,
- Le bois conservé pouvant atteindre selon les conditions climatiques des humidités largement en dessous du point de saturation des fibres (généralement entre 15 et 22 %), la livraison de bois de construction sec devient alors possible sans sécher artificiellement,
- Les sciages provenant de ces bois peuvent être de grande dimension,
- Les sciages provenant de ces bois peuvent être, par la suite, séchés artificiellement rapidement, économiquement et facilement,
- La méthode de conservation est plus économique et entraîne moins de risques que le séchage artificiel du bois de construction de forte section,
- Les bois rond pré-séchés peuvent être transportés plus facilement,
- En période de gel, le bois d'œuvre rond pré-séché contient très peu de glace par rapport au bois d'œuvre rond vert. Il peut, par conséquent, être plus facilement scié.
- L'application d'insecticide n'est pas nécessaire si l'écorçage est effectué assez tôt.

❑ **Inconvénients**

Pendant le processus, il est possible que des fentes de retrait apparaissent et qu'intervienne une infestation à cause de l'écorçage, en particulier là où il y a des coupes latérales. Le stockage devra être limité à moins de cinq mois et il faut garder à l'esprit que cette méthode est généralement plus adéquate pour le bois scié que pour le bois rond.

- Le séchage doit être interrompu avant d'atteindre le point de saturation des fibres pour éviter la formation de fentes de retrait excessives,
- Selon les conditions climatiques, de larges fentes de retrait peuvent se former après le séchage initial. Si le sciage n'est pas possible avant la formation de ces fentes, il faudra démonter les piles et former des piles plus compactes afin de réduire le séchage,
- Le séchage à l'air, par définition, dépend du temps et il est, par conséquent, difficile à contrôler,
- Si le séchage est trop lent, il peut y avoir des dommages fongiques. Si le séchage est trop rapide, il y a un risque de fentes de retrait excessif,
- Les industries forestières et de la transformation du bois manquent d'expérience concernant cette méthode,
- En cas de fortes tempêtes, la surface nécessaire pour cette méthode de conservation est importante,
- Le sciage du bois rond pré-séché exige plus d'énergie que le sciage du bois vert et induit davantage de poussière. L'industrie papetière préférera des plaquettes humides. Cependant, l'utilisation de plaquettes de bois sec pour la production de panneaux de particules comporte certains avantages,
- Coûts supplémentaires sont dus à l'empilage et à la maintenance.

❑ **Expérience pratique**

Avant la préparation

Il ne faut utiliser que du bois sain. Après l'écorçage, il faut pré-sécher les grumes pendant une à deux semaines.

Construction de la pile

D'abord, il faut réaliser une couche de grumes résistantes pour servir de base à la pile. Il est important qu'il y ait une distance suffisante entre cette couche et le sol. Il faudra utiliser des entretoises si la construction de la pile semble instable. La couche supérieure doit s'étendre au-delà de la pile pour faciliter le recouvrement. La construction d'une pile de 150 m³ nécessite approximativement 2 heures et demie sans compter le temps de transport.

La mise sous bâche

Le recouvrement de la pile par une bâche pour la protéger de la pluie ne doit pas nécessairement être effectué tout de suite, pour peu que les conditions climatiques soient sèches. Un film plastique couplé à une structure textile est recommandé. La mise sous bâche nécessite approximativement une heure et demie par pile. Si la construction est correcte, la pile n'aura pas besoin de maintenance.

Les essences d'arbres appropriées

Les conifères (sans écorce): épicéa, sapin, douglas et mélèze.

Épicéa et sapin

- Il n'est pas possible de contrôler le processus car les piles sont exposées aux conditions atmosphériques.
- Une exposition au soleil excessive peut causer des fentes de retrait.
- L'épicéa se fissurera plus facilement que le sapin.
- Des fentes de retrait peuvent favoriser une attaque des agents de bleuissement et des colorations.
- La méthode est relativement cher.

□ **Recommandations (application, temps limite)**

Ce procédé ne doit être utilisé qu'avec la coopération et l'accord de l'acheteur. Si la mise en place est correctement effectuée, cette méthode peut être utilisée de 3 à 5 mois sans aucun dommage pour le bois. La réussite du procédé dépend de plusieurs facteurs et une infestation de coléoptères peut affecter la qualité du bois. L'usage de bâches en plastique exige des piles nettes (avec le moins possible d'angles vifs) et une importante surface au sol. Le site de stockage devra être situé dans une zone aérée et chaude sans être trop exposée aux soleil. Les chances de réussite sont importantes, en particulier dans le cas de l'épicéa et du sapin, mais le stockage ne devra pas avoir lieu plus de trois semaines après l'écorçage. Un séchage rapide réduit la teneur en humidité, prévenant les dommages biologiques, mais s'il est trop rapide, il peut se former des fentes de retrait.

Le succès de la conservation sèche pour les bois ronds de conifères dépend de la technique d'empilage et des conditions atmosphériques locales pendant la période de stockage. Seul un séchage extrêmement rapide garantit une prévention efficace contre les colorations fongique.

□ **Contrôle de la qualité**

Cette méthode peut bien fonctionner avec l'épicéa, le mélèze et le douglas, mais induit un problème de bleuissement pour le pin. Il est donc recommandé d'utiliser du bois fraîchement coupé et sain ne présentant pas d'attaque fongique ou d'insectes.

□ **Considérations environnementales**

Le pré-séchage des grumes en piles croisées est une alternative rentable et écologiquement acceptable à la protection chimique du bois et au séchage artificiel. En effet, Il n'est pas nécessaire d'utiliser d'insecticide sur les grumes après un écorçage rapide et, en ce qui concerne le séchage artificiel, de fortes émissions de gaz carbonique peuvent être évitées.

□ **Coûts**

Les coûts en Allemagne sont d'environ **10 €/m³**. Ce prix comprend 8 € pour le transport des grumes au site de stockage et 2 €/m³ pour la manutention et la maintenance de la pile. Une prolongation de la période de stockage a peu d'effet sur les coûts.

4.3.2.5 Stockage à l'air en pile compacte sous conditions humides (grumes avec / sans écorce)

□ Principe

Formant de larges piles compactes, les grumes au centre sèchent lentement et restent à une humidité suffisante pour prévenir les attaques fongiques et d'insectes. Cependant les conditions d'humidité sont totalement incontrôlées et il existe un réel risque de détérioration du bois pour peu que l'humidité interne de la pile ne soit pas suffisante (voir chapitre 4.2.2).

□ Les essences d'arbres appropriées

Des résultats d'expériences et de recherche sont disponibles pour l'épicéa, le sapin et le pin.

□ Conditions préalables

Des grumes vertes et saines ayant une écorce extérieure intacte et sans défauts ; un stockage rapide ; un stockage possible en forêt dans des endroits ombragés ou des cuvettes humides abritées.

□ Stockage

De larges piles compactes, empilées tête-bêche, l'empattement racinaire ayant été éliminé.

CONDITIONS PREALABLES

Points à prendre en compte avant le stockage des grumes sous conditions humides:

- Méthode de conservation simple et bon marché
- Disponibilité de sites de stockage ombragés, abrités et humides
- Disponibilité d'espace suffisant pour des piles larges et hautes
- Également adéquat pour des billons (courts)
- Risque phytosanitaire limité

□ Avantages

- Les grumes peuvent être stockées en forêt dans des endroits ombragés ; sur les pentes orientées au nord ; dans des cuvettes abritées bénéficiant d'une humidité de l'air élevée et d'un vent faible.
- Relativement bon marché.

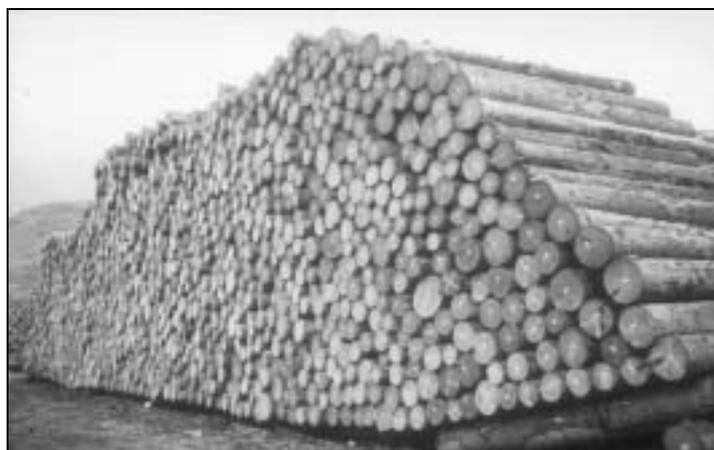


Photo 13: Exemple de stockage à l'air en pile compacte sous conditions humides (Source: EMPA)

❑ **Inconvénients**

- Dépendance des conditions climatiques,
- Pas de possibilités d'influer sur la teneur en humidité du bois,
- Stockage limité dans le temps ne supportant pas la présence d'attaques secondaires sur le bois,
- Risque d'attaque de scolytes.

❑ **Expérience pratique**

Épicéa (Picea abies) et sapin (Abies alba)

Après une période de conservation de six mois, avec des grumes sans écorce et sans aspersion d'eau, la perte de matière était de 2 % en moyenne par rapport au résultat qui aurait été obtenu avec du bois vert (critères quantitatifs). En ce qui concerne la perte financière due au déclassement du bois d'œuvre (conformément aux normes européennes), la perte financière moyenne était de 18,5 % (critères qualitatifs).

❑ **Recommandations (application, temps limite)**

Le stockage sous conditions humides pour des gros volumes de bois d'œuvre est recommandé uniquement pour des conifères verts et sains, exploités pendant l'hiver, et en supposant que le bois sera vendu pendant l'année. La qualité des bois à la sortie du stockage est fortement dépendante des conditions climatiques et est, par conséquent, difficilement prévisible.

Il est possible de vaporiser les grumes avec des insecticides pendant la construction des piles. Le Ripcord 40 [Cyperméthrin] sera efficace pendant plus de six mois contre les nacerdes (*Nacerda melanura*) et les scolytes pour les conifères aussi bien que pour les feuillus. Pour être protégées contre la callidie de l'épicéa (*Tetropium castaneum*), les grumes doivent être écorcées avant la mi-août.

On peut également envisager le badigeonnage des extrémités pour les rendre plus ou moins étanches et diminuer le séchage.

LES SIX COMMANDEMENTS POUR OBTENIR DE BONS RESULTATS

1. Ne stockez que des grumes fraîchement exploitées (vertes) et sans défaut avec une écorce intacte.
2. Minimisez au maximum le temps entre l'exploitation des arbres et l'empilage.
3. Placez les grumes de moindre qualité dans les couches inférieures et supérieures de la pile afin de protéger les grumes de meilleure qualité de l'humidité du sol et de l'exposition aux rayons du soleil et à la pluie.
4. Purgez les grumes de toutes parties infestées.
5. Stockez des longueurs et des qualités de grumes uniformes.
6. Sciez les grumes dès que possible après le stockage.

❑ **Contrôle de la qualité**

- Par l'observation des colorations et/ou des éventuelles attaques fongiques en bout de grumes. Possibilité de tronçonner les bouts de grumes pour une observation approfondie.
- Par le contrôle de la teneur en humidité du bois.

❑ **Considérations environnementales**

Très peu d'impact à prévoir. Une certaine pollution du site de stockage provenant des écorces tombées.

❑ **Coûts**

Frais habituels pour le transport et l'empilage. Pas de frais "spéciaux" supplémentaires.

4.3.2.6 Conservation des grumes en atmosphère confinée, pile compacte enveloppée dans des bâches en plastique scellées hermétiquement (grumes avec écorce)

□ Principe

Cette méthode de conservation consiste à éliminer l'oxygène ce qui empêche les attaques des champignons et des insectes.



Photo 14: Le stockage des grumes sans oxygène en Allemagne (Source: FVA)

□ Les essences d'arbres

La méthode est applicable à plusieurs essences d'arbres. Les espèces suivantes ont été testées : des conifères (épicéa, sapin, douglas et pin) et des feuillus (hêtre et érable sycomore)

□ Conditions préalables

- Terrain plat.
- Bâches en plastique étanches et très résistantes (par exemple, bâches de silo en polyéthylène).
- La thermo-soudure des bâches doit être parfaitement étanche.
- Le bois mis sous bâche doit être frais et sain.

□ Stockage

- Stockage en piles rangées parallèlement ou perpendiculairement aux routes forestières.
- Enroulement intégral dans des bâches en plastique.
- Thermo-soudure étanche des bâches.
- Contrôle de l'état de la bâche, colmatage des fuites.

□ Avantages

- La qualité de conservation des bois est bonne,
- Ce type de méthode permet une conservation des bois à long terme,
- Toute attaque d'insectes ou de champignons est prévenue,
- Peu de maintenance ultérieure, donc économie de coûts.

□ Inconvénients

- Pour être efficace, cette méthode de conservation exige plus d'efforts que les méthodes traditionnelles,
- Détérioration possible de la bâche par les rongeurs ou autres animaux. La robustesse de la bâche doit être suffisante,
- Le sol sur lequel est posé la bâche doit être plan et sans défaut (ex : sol sablonneux),
- Montage de la bâche délicat : l'équipe de montage doit être hautement qualifiée,
- Cette méthode sera surtout utilisée dans les régions où le stockage par aspersion est impossible ou difficile à mettre en œuvre,
- La réutilisation des bâches est difficile (amortissement moindre que pour la conservation sous aspersion).

□ **Expérience pratique**

Épicéa et sapin

Le bois déballé ne présente pas de changement qualitatif important et son utilisation n'est pas limitée. La qualité du bois reste bonne pendant une période de trois à quatre ans.

Hêtre et érable

Le hêtre et l'érable étant plus fragiles, cette méthode de stockage ne les protège pas toujours complètement d'une certaine coloration. Dans ce cas, un étuvage permettra d'homogénéiser la couleur. Cette méthode d'étuvage est utilisée avec des résultats très positifs pour le placage du hêtre par exemple.

En Allemagne : bon résultats sur une période d'environ 15 à 18 mois pour des bois destinés au placage. Au-delà de cette période, risque de coloration.

En France : au bout de trois ans, la qualité du bois est restée satisfaisante si toutefois la qualité initiale du bois était bonne. Les expériences se poursuivent encore aujourd'hui.

□ **Recommandations (application, temps limite)**

Pose de panneaux signalétiques avertissant du danger de suffocation avec les bâches en plastique.

□ **Divers**

Les expériences montrent que la qualité des bois peut être maintenue dans certains cas pendant des périodes de temps plus longues que celles préconisées ci-dessus. Parfois, à l'ouverture des bâches, il apparaît une couche blanche de champignons qui ne semble toutefois pas influencer sur la qualité des bois. On observe le même type de coloration du bois qu'avec les autres méthodes de conservation.

Cette méthode offre une alternative efficace pour la conservation à long terme des grumes. Elle a comme autres avantages que son efficacité ne dépend ni des conditions climatiques, ni du site de stockage, ni de l'essence des arbres conservés et ni de la taille des piles. Son absence totale d'impact sur l'environnement lui permet d'être appliquée également dans des zones naturelles particulièrement sensibles et n'a pas besoin d'autorisation des autorités concernées. L'ensemble des coûts pour la première année est comparable à ceux du stockage sous aspersion. En ce qui concerne la maintenance des sites, seul une surveillance de l'état des bâches devra être effectuée de temps en temps.

□ **Contrôle de la qualité**

Le contrôle de la qualité n'est possible qu'après ouverture des bâches. Pendant la période de conservation, il est toutefois possible de mesurer les taux d'oxygène et/ou de gaz carbonique à l'intérieur de la bâche ce qui est un bon indicateur de la présence de fuites éventuelles et donc de la qualité de la conservation des grumes.

□ **Coûts**

	Pile d'épicéa / sapin Lg : 18,5 m / Vol : 235 m³	Pile de hêtre Lg : 6,5 m / vol : 100 m³
Matériel / m³	2,80 euros	3,27 euros
Frais d'amortissement / m³	0,70 euros	0,70 euros
Coûts du personnel / m³	3,32 euros	6,14 euros
Autres dépenses / m³	Pelle : 0,33 euros	/
Total des coûts / m³	7,15 euros	13,03 euros

4.3.2.7 Méthodes de conservation additionnelles

□ Protection chimique du bois

Principe

Afin d'éviter une attaque d'insectes et de champignons, le bois peut être traité avec des insecticides et / ou des produits fongicides.

Le rôle des insecticides est d'empêcher les scolytes adultes de faire des trous dans l'écorce afin d'y déposer leurs œufs. Toutefois, une fois que les scolytes sont sous l'écorce ou dans le bois, ils sont protégés des vaporisations chimiques et l'application d'insecticides devient donc inutile. Par conséquent le traitement doit être effectué en fin d'hiver ou au début du printemps avant que les scolytes adultes ne commencent à rechercher à pondre. Si la durée de stockage prévue se prolonge au-delà d'un été, il faudra chercher d'autres moyens de protéger le bois d'œuvre.

Préparation des grumes

- Ebranchage très soigné.
- Tronçonnage pour obtenir des extrémités nettes.
- Enlèvement des lichens et des mousses de l'écorce avec une brosse métallique.

Matériel

- Faible quantité de grumes stockée : un vaporisateur de jardin est suffisant.
- Importante quantité de grumes stockée: un pulvérisateur à dos est nécessaire.

Méthodologie

Pour une protection efficace:

- Le traitement doit être effectué dès que possible,
- Température > 0 °C,
- Temps sec / pas de pluie pendant l'application (risque de pollution + traitement inefficace),
- Chaque grume doit être intégralement traitée, y compris la partie en contact avec le sol,
- Les parties blessées doivent être traitées avec particulièrement de soins,
- Application d'un produit anti-fente là où il n'y a pas d'écorce.

Précautions

- Eviter le contact avec la peau et les muqueuses,
- Utiliser des vêtements de protection (pantalons, gants, lunettes, etc.),
- Eviter de secouer les produits pendant le transport,
- Respecter les spécifications techniques des produits chimiques. L'usage de certains produits peut être interdit dans les forêts,
- Il faut respecter les recommandations du fabricant en matière de risque. Si de telles opérations ne sont pas interdites en forêt, il convient d'appliquer les recommandations sur l'emploi de produits toxiques en chantiers extérieurs.

Alternatives aux insecticides

- Pour se protéger efficacement contre les attaques de scolytes, les périodes de stockage doivent être minimisées, en particulier au printemps. La logistique peut aussi être améliorée afin de réduire le temps entre l'exploitation et la conversion des grumes. Dans les cas où les systèmes racinaires des arbres sont peu endommagés, il est préférable d'opter pour la conservation in situ.
- Le stockage à l'air en pile croisée (stockage sec) est une autre alternative intéressante. Les grumes doivent être écorcées, transportées hors de la forêt et stockées dans des sites ouverts. La durée de stockage ne doit pas excéder 5 à 6 mois. Une infestation de scolytes ne peut pas être totalement exclue, mais seules quelques espèces attaqueront les grumes écorcées.
- En cas de stockage sous eau avec une intensité adéquate et une bonne couverture des arroseurs, les scolytes mourront et les œufs ne pourront pas se développer.

❑ Protection biologique du bois

L'utilisation du contrôle biologique pour empêcher la détérioration et / ou la coloration des bois verts est très séduisante. Bien que de nombreux essais en laboratoire et à échelle réduite aient été encourageants, les essais sur le terrain n'ont eu bien souvent qu'un succès limité. Dans de nombreux cas, ils se sont même soldés par un échec complet. Même pour un stockage de bois scié sur une période courte, le succès a été limité. Dans le cas de stockage de grumes à plus long terme, des récents travaux ont été entrepris mais ont été une nouvelle fois décevants à grande échelle.

A l'heure actuelle, le contrôle biologique ne peut pas être recommandé. Toutefois, la recherche dans ce sens et en particulier pour résoudre les problèmes rencontrés doit continuer et être encouragée.

❑ Protection physique du bois

Étanchéisation des extrémités des grumes avec produit étanche

Une méthode de protection des bois ronds bien connue (en particulier pour les grumes de feuillus) consiste à recouvrir les parties exposées du bois avec un matériau empêchant le passage de l'air et de l'eau. La méthode a pour effet de prévenir le séchage et, probablement, d'augmenter la concentration en gaz carbonique dans la grume.

Les agents d'étanchéité qui sont commercialisés sont principalement des cires, comme par exemple, l'anchorseal (Bates Co.) ou la Mobil-Cer (Mobil Oil). De récentes expériences ont également donné de bons résultats avec l'application du produit Permaseal, une substance initialement mise au point pour l'étanchéisation des fuites des toits. Ce composé à base de bitume est toujours disponible sur le marché.

Le badigeonnage des extrémités des grumes peut être utilisé conjointement avec un traitement fongicide afin de minimiser la coloration du bois.

ANNEXES

Annexe 1: Conservation des grumes: glossaire et définitions

Category	English (synonym)	Definition	Français	Deutsch (Synonym)	Italiano (sinonimo)	Español (sinónimo)	Portuguese	Danish (j)
General term	wind-blown timber (storm-damaged timber)	timber from trees damaged by a storm (broken, thrown or leaning trees)	chablis	Sturmholz	legno proveniente da schianti	derribos	madeira demutada pelo vento	stormfældet træ
General term	log conservation (log storage)	long-term (several months) storage of logs with the goal to preserve the wood quality	conservation des grumes (stockage des grumes)	Rundholzlagerung (Rundholzkonservierung)	conservazione dei tronchi (stoccaggio dei tronchi)	conservación de trozas	conservação de toros (armazenamento de toros)	lagring af stormfældet træ
General term	round timber	harvested part of tree stem	bois rond	Rundholz	legno tondo	madera en rollo	rolaria	[coniferous] =temmer, [deciduous] =kævlér,
General term	long pole	whole stem	grume	Langholz	fusto	fuste	ávore inteira	høi stamme
General term	cut to length	stem cut into shorter pieces	billen	Kurzholz (Trümel)	teppo	madera tronzada, trozas	madeira torada	korttemmer, korttræ
General term	overcut (overmeasure)	addition in log length to account for staining in the end-grain	surcote	Überrass (Zurass)	sogranmisura	holgura en longitud de tronzado	medida acima do corte estabelecido	overmålt
General term	with bark	logs with bark	avec écorce	in Rinde	con corteccia	con corteza, c/c	com casca	med bark
General term	without bark (debarked)	logs with bark removed	sans écorce	entrindet	scortecciato	sin corteza, s/c	sem casca (descascada)	afbarket
General term	conservation method	particular technique to achieve goal of log conservation	méthode de conservation	Lagerungsmethode	metodo di conservazione	método de conservación	método de conservação	lagringsmetode (opbevaringsmetode)
General term	pile	heap of logs	pile	Polter	catasta	pila	pilha	stak (stabel)
General term	compact pile	heap of closely piled logs	pile compacte	Haufenpolter	catasta compatta	pila compacta	pilha compacta	tæt stablet træ
General term	cross-pile	heap of logs with perpendicular intermediate layer of single logs allowing free ventilation	pile à rangs croisés	Lagerpolter	catasta con strati perpendicolari	pila encastillada	pilha com troncos cruzados transversalmente	krydsstablet træ
General term	standing tree	tree in upright position (inclination 90-60°)	arbre sur pied (arbre debout)	stehender Baum	albero in piedi	árbol en pie	ávore em pé	stående træ
General term	leaning tree	tree with inclination 59-30°	arbre penché	angeschobener Baum	albero inclinato	árbol inclinado	ávore inclinada	hældende træ
General term	uprooted tree	thrown tree with inclination 29-0°	arbre déraciné	geworfener Baum	albero sradicato	árbol desarraigado	ávore amancada	rodvædet træ (rodvæder)
General term	broken tree (snapped tree)	tree broken in 2 (or more) separate pieces	arbre cassé	gebrochener Baum	albero spezzato	árbol tronchado	ávore partida	knækket træ
Cons. method	in situ storage	logs left untouched in place in the stand	conservation in-situ	Lagerung im Bestand	stoccaggio in situ	almacenamiento in situ	armazenamento no local do povoamento	lagring på fældestedet
Cons. method	live-conservation of wind-thrown trees	in situ storage of living, uprooted trees with sufficient root contact	conservation sur site des bois partiellement déracinés	Lebendkonservierung im Bestand	stoccaggio in piedi di alberi danneggiati dal vento (ma ancora radicati)	conservación en vivo de árboles parcialmente desarraigados	conservação em vida de árvores demutadas pelo vento	lagring på fældestedet af stormfældede træer med rodkontakt og levende kroner
Cons. method	drying by transpiration	in situ storage of entire trees (with crown) with a cross-cut at the stem base	séchage par transpiration	Physiologische Trocknung (Ganzbaumlagerung)	Stagionatura per traspirazione	secado natural, secado al aire	secagem por evaporação	udtering af træet ved fordampning fra kronen ("syrefældning")
Cons. method	wet storage	storage under (controlled) wet conditions keeping the wood saturated	stockage sous eau	Nasslagerung	stoccaggio in acqua	almacenamiento en húmedo	conservação com água	våd lagring
Cons. method	compact pile with water sprinkling	compact pile with water sprinkling (logs with bark)	pile compacte sous aspersion d'eau	Nasslagerung durch Beregnung	catasta compatta con aspersione d'acqua	pila compacta bajo aspersion	pilhas compactas com sistemas de expressão de água	vandlager med sprinklere
Cons. method	ponding (immersion in water)	storage of logs in running or standing water (logs with bark)	immersion	Nasslagerung in Gewässern	immersione	inmersión	conservação de toros por imersão	lagring i søer eller damme
Cons. method	storage under drying conditions	storage under (uncontrolled) conditions resulting in slow or fast drying of the logs	stockage à l'air sous conditions asséchantes	Rundholztrocknung	stoccaggio al riparo dagli agenti atmosferici	almacenamiento en condiciones de secado al aire	armazenamento de toros ao ar livre	ter lagring under ukontrollerede betingelser

Category	English (synonym)	Definition	Français	Deutsch (Synonym)	Italiano (sinonimo)	Español (sinónimo)	Portuguese	Danish Ø
Cons. method	log pre-drying in covered cross-pile	pre-drying of logs in covered cross-pile (logs debarked)	Pré-séchage des gumes en pile croisée couverte	Rundholzwortrocknung in gedecktem Lagenpöller	pre-essiccazione in catasta, con strati perpendicolari, coperte	pre-secado de trozas en pilas encastilladas bajo cubierta	pré-secagem dos troncos em pilhas cobertas	tarring af afbarket træ under lag eller afdækning
Cons. method	rapid log pre-drying in open cross-pile	rapid log pre-drying in open cross-pile (logs debarked)	pré-séchage rapide des gumes stockées en pile croisée ouverte	Schnelle Rundholzwortrocknung in offenem Lagenpöller	pre-essiccazione veloce in catasta, con strati perpendicolari, non coperte	pre-secado de trozas en pilas encastilladas descubiertas	pré-secagem de pilhas ao ar livre com troncos cruzados	lufttarring af afbarket krydslagt temmer
Cons. method	storage under humid conditions	storage under (uncontrolled) changing conditions	stockage humides en pile compacte	Lagerung unter feuchten Bedingungen (Feuchtlagerung)	stoccaggio all'aperto	almacenamiento en condiciones húmedas no controladas	armazenamento em condições húmidas	lagring under fugtige ukontrollerede betingelser, f.eks. på skovbunden
Cons. method	compact pile	compact pile (logs with bark / debarked)	pile compacte	Haufenpöller	catasta compatta	pila compacta	pilha compacta	tæt stablet træ
Cons. method	compact pile covered with plastic sheets	compact pile covered with plastic sheets (logs with bark / debarked)	pile compacte recouverte d'une bâche plastique	Haufenpöller mit Folien-Abdeckung	catasta compatta coperta da tel di plastica	pila compacta recubierta con plástico	pilha compacta coberta com plásticos	tømmerstak afdækket med plasticfolie
Cons. method	'special' methods	conservation methods with protection mechanisms not fitting into main categories	méthodes spéciales	Spezialverfahren	metodi particolari	métodos especiales	métodos especiais	specielle lagringsmetoder
Cons. method	log conservation under oxygen exclusion, compact pile wrapped in plastic sheets	compact pile wrapped and sealed in plastic sheets resulting in oxygen free conservation atmosphere (logs with bark)	conservation en atmosphère confinée, pile compacte enroulée dans une bâche en plastique scellée	Rundholzkonservierung durch Sauerstoffentzug	stoccaggio del legno in assenza di ossigeno, catasta compatta avvolta da tel di plastica	conservación en atmósfera pobre en oxígeno de pilas compactas bajo plástico hermético	conservação de troncos em pilhas seladas sem entrada de oxigênio cobertas com plásticos	lagring i lufttæt plasticfolie i tørt atmosfære
Cons. method	compact pile covered with geo textile fabric	compact pile covered with geo textile fabric (logs with bark)	pile compact recouverte d'une feuille de géotextile	Haufenpöller mit Geotextil-Abdeckung	catasta compatta coperta con tessuto geotessile	pila compacta cubierta por tejido geotextil	pilha compacta coberta com tela têxtil	tømmerstak afdækket med "geotekstil"
Cons. method	compact pile covered with a mineralic suspension	compact pile covered with a thin layer of mineralic suspension (protection against insects)	pile compacte recouverte d'une suspension minérale	Haufenpöller mit mineralischer Schutzölle	catasta compatta trattata con una sospensione minerale	pila compacta cubierta por una suspensión mineral	pilha compacta coberta com uma folha de mineral em suspensão	tømmer beskyttet mod insektangreb ved hjælp af kalk eller andet mineralisk stof
Cons. method	storage in gravel pits	compact pile buried in a hole in the ground or on level ground covered with thick layer of clay/soil	stockage sous terre	Erdlagerung	stoccaggio per interrimento	almacenamiento de pilas enterradas	armazenamento em subterrâneos ou em pilhas cobertas com barro	lagring ved nedgravning i grusgrave
Cons. method	storage in mines	storage in unused mine tunnels	stockage dans des mines	Lagerung in Bergwerken	stoccaggio in miniera	almacenamiento en minas	armazenamento em minas	lagring i minegange
Cons. method	compact pile above timberline	compact pile above timberline (logs with bark)	pile compacte stockée au-dessus de la limite supérieure des forêts	Haufenpöller oberhalb Waldgrenze	stoccaggio in altitudine	pila compacta bajo el límite altitudinal del bosque	pilha compacta em zonas de montanha, acima da linha de crescimento da	lagring i bjerge over trægrænsen
Cons. method	storage in snow	compact pile covered with snow	stockage sous la neige	Lagerung unter Schnee	stoccaggio sotto la neve	almacenamiento bajo la nieve	armazenamento na neve	lagring i sne
Cons. method	compact pile covered with organic material	compact pile covered with bark chips, wood chips, sawdust etc.	pile compacte couverte de matière organique	Haufenpöller mit Abdeckung aus organischem Material	stoccaggio con materiale organico	pila compacta cubierta por materia orgánica	pilha compacta coberta com material orgânico	lagring i kule
Cons. method	supplementary conservation measures	conservation measures supplementary to main methods (Integrated methods)	mesures supplémentaires de conservation	zusätzliche Schutzmassnahme	misure supplementari di conservazione	medidas suplementarias de conservación	medidas suplementares de conservação	supplerende beskyttelsesforanstaltninger
Cons. method	chemical protection	wood protection by chemical agents	protection chimique	chemischer Holzschutz	protezione chimica	protección química	protecção química	kemisk beskyttelse af træ (med insekt- og/eller svampemidler)
Cons. method	biological protection	wood protection by biological agents	protection biologique	biologischer Holzschutz	protezione biologica	protección biológica	protecção biológica	"biologisk træbeskyttelse" ved hjælp af bakterier, antagonistiske svampe eller lignende
Cons. method	physical protection	wood protection by physical measures (e.g. end-grain sealing)	protection physique	physikalischer Holzschutz	protezione con mezzi fisici	protección física	protecção física	fysisk beskyttelse f.eks. smearing af endflader
Processes	input	process of building up a log storage	mise en place	Einlagerung	inizio (del processo di stoccaggio dei tronchi)	montaje	entrada	opbygning af lageret
Processes	removal	process of extracting logs from a log storage	reprise	Auslagerung	interruzione (del processo di stoccaggio dei tronchi)	retirada	remoção dos troncos do armazenamento	tømning af lageret
Material	sprinkler	device to produce artificial rain	arroseur	Kreis-/Sektoregner	aspersore	aspersor	aspersor	sprinkler

Annexe 2: Exploitation forestière dans les chablis: glossaire et définitions

Category	Term	Definition	Synonyms	German	French
General terms	Harvesting	cutting, processing and extraction of timber		Holzernte	Exploitation forestière
General terms	harvesting method	combination of machines/manpower and order how to process the timber		Holzverfahren	Méthode d'exploitation
General terms	harvesting system	defined by the level of processing the timber (log,stem,tree)/ level of mechanisation		Holzertesystem	Système d'exploitation
Harvesting system	CTL (cut to length system)	stem is bucked into logs inside the stand on specific length/diameter combination		Kurzholzsystem	Coupe à longueur
Harvesting system	french log system	crosscutting to specific (user orientated) diameter		Ablängen/Trennschnitt (kundenorientiert)	Système Bois en longueurs spécifiques
Harvesting system	full tree system	stem with roots is extracted from the stand		Vollbaumverfahren	Système à culée noire
Harvesting system	shortwood system	bucking on fix lengths		Fixlängen	Système Bois en courtes longueurs
Harvesting system	stem system	stem without branches is extracted from the stand		Stammverfahren	Système Bois en grandes longueurs
Harvesting system	tree length system	stem (with/without branches/toped) is extracted without any bucking		Langholzsystem	Système Bois en grandes longueurs
Harvesting system	tree system	stem with branches is extracted from the stand		Baumverfahren	Système Bois en arbres entiers
Harvesting method	fully mechanized harvesting	all processing is made with machines		Voll mechanisierte Holzernte	Exploitation mécanisée
Harvesting method	manual harvesting	all processing is made without any powered tools		händische Holzernte	Exploitation manuelle
Harvesting method	motor manual harvesting	the cutting/delimiting/bucking is done by chainsaw, other processes mechanized		Motor-manuelle Holzernte	Exploitation semi-mécanisée
Harvesting method	partial mechanized harvesting	in minimum one process step is forced by manpower (for example chainsaw)		Teilmechanisierte Holzernte	Exploitation mécanisée partielle
Equipment	cable yarder	machine with a tower to fix and winches to operate the lines	tower yarder	Seilkran	Câble -mât
Equipment	chain saw	powered saw	power saw	Motorsäge	Scie à chaîne
Equipment	chipper			Hacker	Broyeur
Equipment	clam-bunk skidder	with standing grapple to put stems/trees with a loading crane into the grapple		Klemmbankschlepper	Débusqueur à pince
Equipment	debarker	machine removes the bark (minimizing pest risk)		Entindungsmaschine	Ecorceuse
Equipment	delimber, rotor	machine removes the branches by rotating tools		Entastungsmaschine, rotierend	Ebrancheur, machine
Equipment	delimber, strike boom	machine push the tree against fixed tools		Schubentaster	Ebrancheur, grue
Equipment	farm tractor	standard tractor logs/stems attached directly		Agrarschlepper	Tracteur agricole
Equipment	feller	machine to cut single trees mechanical		Feller	Abatteuse
Equipment	feller buncher	machine to cut and collect the trees		Feller Buncher	Abatteuse - empieuse
Equipment	forest tractor	adapted with process tools (winch, loader, grapple) and safety tools		Forstraktor	Tracteur forestier
Equipment	forester		harwarder	Kombinierte Holzente- und Rückemaschine	Combiné
Equipment	forwarder	wheeled/tracked machine to transport timber, free of ground, to the road		Rückefahrzeug	Porteur, débardeur
Equipment	grapple skidder	with hanging grapple to get the timber from the ground		Zangenschlepper	Débusqueur à grappin
Equipment	harvester, one-grip	wheeled/tracked machine with felling/processing aggregate on a crane		Eingriffharvester	Machine de bûcheronnage à une prise
Equipment	harvester, two grip	wheeled/tracked machine with felling aggregate on a crane and processing aggregate on the chassis		Zweigriffharvester	Machine de bûcheronnage à deux prises
Equipment	loader	wheeled/tracked machine to load and pile		Lader	Chargeur
Equipment	loading carrier	carrier to transport timber, free of ground, to the road		Hänger	Remorque
Equipment	processor, bank	machine which puts the stems/trees by crane to the processing unit (delimiting, bucking)		Bankprozessor	Tête d'abattage, ...
Equipment	processor, crane	processing head (delimiting, measurement, bucking) mounted on a crane		Kranprozessor	Tête d'abattage, grue ...
Equipment	skidder	specific tractor for timber extraction (timber touch the ground)		Knickschlepper	Débusqueur
Equipment	swing boom grapple			Krangreifer (mit Schwingkopf)	Grue articulée

Category	Term	Definition	Synonyms	German	French
Equipment	winch skidder	with winch for in hauling of logs/stems/trees		Windenschlepper	Débusqueur à câble
Work task	bucking	crosscutting the stem into merchantable length/diameter combinations	crosscutting	ablängen	Découpe
Work task	cutting	crosscut a tree on the bottom	felling	umschneiden	Abattage
Work task	debarking	removal of the bark, manual or mechanical		entrinden	Ecorçage
Work task	delimiting	removal of the branches, manual or mechanical		entasten	Ebranchage
Work task	forwarding	extraction of timber, timber don't touch the ground	logging	Rücken (mit Forwarder)	Débardage
Work task	hauling	pulling the timber to the skidder/yarder		zuziehen	Halage
Work task	logging	extraction of timber (yarding/skidding/forwarding)	hauling off	Hieb	Vidange des bois
Work task	piling	storing logs/stems in stable layers		stapeln	Empilage
Work task	separation	move stem/part of stem into a stable and safe position for further processing		entzerren	Séparation
Work task	skidding	extraction of timber with ground bases systems, timber touch the ground	logging	ausschleppen	débardage
Work task	toping	cutting off the not merchantable top of the tree		abzopfen	Ecimage
Work task	yarding	extraction of timber with cable systems	logging	ausseilen	Débardage par câble
Sylvicultural operation	afforestation	planting of young trees to establish a new stand (species, mixture)		Aufforstung	Plantation
Sylvicultural operation	clear cut	harvesting of each tree on a stand		Kahlschlag	Coupe rase
Sylvicultural operation	final cut	removal of the old trees after natural regeneration fulfills the needs		Endnutzung	Coupe finale
Sylvicultural operation	natural regeneration	establishing a new stand by seedlings of the former stand during the last years before the final cut happens		Naturverjüngung	Régénération naturelle
Sylvicultural operation	residual stand	remaining trees after a harvesting operation		verbleibender Bestand	Peuplement restand
Sylvicultural operation	thinning	removal of a part of the stand following silvicultural management principles		Durchforstung	Eclaircies
Traffic lines	cable line	lines / corridors for setup of cable cranes	cable comidor	Seillinie	Couloir de câble
Traffic lines	forest road	paved surface for trucks		Forststrasse	Route forestière
Traffic lines	secondary road	unpaved not for trucks connecting strip road/ skid trail to forest road		Forstweg	Piste forestière
Traffic lines	skid trail	temporary traffic lines inside the stand		Rückegasse	Voies de débardage
Traffic lines	strip road	permanent systems of traffic lines inside the stand (geometric / random)		Rückeweg	Cloisonnements
	leaning			lehnenend	Inclinaison
	log	merchantable diameter/length combination		Bloch	Grume
	site restoration			Flächenvorbereitung	Restauration
	solid volume			dem Konoid entsprechendes Volumen	Volume bois rond
	stump			Stock	souche
	top end diameter volume			Volumen des dem Zapfdurchmesser entsprechenden Zylinders	Volume calculé à partir du diamètre petit bout
	volume			Volumen des dem Mittendurchmesser entsprechenden Zylinders	Volume calculé à partir du diamètre médian
	broken/blowdown/fallen			Bruch/Sturmwurf/Wurf	Cassé, chablis, tombé
	protokoll terms			Definitionen	Terme de protocole
	transport			Transport	Transport



Un arbre percute un bûcheron à la tête et le tue

LE CONTEXTE :

En début de matinée, 4 bûcherons exploitent une parcelle d'épicéas et de hêtres déracinés et/ou cassés par la tempête de décembre 1999. La parcelle ne présente pas de pente et les conditions météorologiques sont satisfaisantes. En revanche la progression est rendue très difficile par l'enchevêtrement d'arbres et de branches.

LES PERSONNES :

Les bûcherons sont répartis en 2 équipes de 2 personnes. Ils ne portent pas les équipements de protection individuelle. L'homme accidenté a 29 ans. C'est un ouvrier forestier possédant 3 ans d'ancienneté en bûcheronnage et n'ayant pas suivi de formation spécifique à cette activité. Son collègue est en contrat de qualification au sein de l'entreprise. Aucun des deux n'a reçu de formation particulière à l'exploitation des chablis.



L'ACCIDENT :

La victime ébranche une grume couchée sur le sol. Son collègue, situé à une douzaine de mètres en retrait, sépare la souche du tronc d'un bois chablis.



La souche de l'arbre coupé retombe à sa place vers l'arrière.



Ce faisant, un arbre déraciné mais encore debout, et qui était maintenu par la souche de l'arbre en partie déraciné, tombe, n'ayant plus de contre-poids. Cet arbre d'une quinzaine de mètres de long percute la victime au visage.

LES BLESSURES OCCASIONNEES :

Ses collègues préviennent immédiatement le SAMU et la gendarmerie. Mais le bûcheron décède sur le coup.

POUR EVITER CE TYPE D'ACCIDENT :

- Respecter une distance de sécurité entre deux bûcherons égale au moins à deux fois la hauteur moyenne des arbres du peuplement, même lorsque les arbres sont à terre.
- Dans les peuplements chablis, exploiter en premier lieu les arbres situés au-dessus et en particulier ceux qui penchent.
- Sécuriser le travail des bûcherons en utilisant un engin de débardage (tracteur ou skidder).
- Porter les équipements de protection individuelle.



Ecrasement de la main d'un bûcheron contre une souche



LE CONTEXTE :

En milieu de matinée, un bûcheron façonne un gros épicea, déraciné par la tempête. Le terrain est plat et les conditions climatiques ne présentent pas de difficultés particulières.

LES PERSONNES :

La victime est âgée de 22 ans. Elle n'a pas reçu de formation particulière et son expérience en exploitation forestière n'est que d'un an. Elle travaille en équipe avec son patron, bûcheron confirmé, et un autre salarié ébrancheur peu qualifié. Lors de l'accident, la victime se trouve à 50 mètres de ses deux collègues.

L'ACCIDENT :

L'accident se produit en désolidarisant le tronc de la souche d'un épicea de 80 cm de diamètre. La tronçonneuse, en bon état, est équipée d'un guide de 75 cm.

L'épicea est couché entre deux arbres sur pied. Le tronc est cintré au pied car la cime non ébranchée est sous forte tension, remontant fortement à son sommet. De plus, la souche penche légèrement côté tronc et est en appui sur un brin de hêtre sur pied.

Le bûcheron est positionné au-dessus du trou créé par le soulèvement de la souche, un pied en appui sur une racine. La victime commence son tronçonnage du côté comprimé du tronc pour finir ensuite la découpe à l'opposé. La grume se sépare de sa souche qui bouge. La racine, sur laquelle s'appuie le bûcheron, casse soudainement. Il tombe debout au fond du trou et a juste le temps de retirer sa tronçonneuse. Il prend appui de sa main gauche sur la souche, toujours calée par le brin de hêtre. La grume de l'épicea sous tension revient taper sur la souche, en écrasant la main du bûcheron.



LES BLESSURES OCCASIONNEES :

Le bûcheron a la main écrasée entre la souche et la culée. Il ne perd pas connaissance et ses collègues l'emmènent immédiatement à l'hôpital. Il est en arrêt de travail pour 15 jours.

POUR EVITER CE TYPE D'ACCIDENT :

- Sécuriser la zone de travail ainsi que le chemin de repli. Si le repli n'est pas possible à proximité de la souche, sacrifier une partie de la culée et commencer le façonnage à 1 mètre de la souche. Eviter surtout de travailler dans le trou de la souche.
- Eliminer toutes les sources de tension. Dans ce cas, le bûcheron a bien agi en tronçonnant en premier lieu le côté comprimé de la culée. En revanche, la cime de l'arbre présentait aussi des tensions qu'il aurait peut-être pu éliminer en la façonnant (à condition qu'elle soit accessible) avant de séparer la souche.
- Prévoir et anticiper les mouvements de l'arbre et de la souche.
- Stabiliser la grume à l'aide d'un câble afin d'éviter les déplacements inattendus.



Un arbre tombe sur un bûcheron et le tue



LE CONTEXTE :

En cours de journée, une abatteuse travaille en collaboration avec un bûcheron dans un peuplement d'épicéa renversé par la tempête de décembre 1999. Les épicéas font 30 cm de diamètre en moyenne et environ 25 m de haut.

LES PERSONNES :

Le chauffeur de l'abatteuse est âgé d'une vingtaine d'années. Il n'a pas suivi de formation à la conduite d'engins forestiers. L'abatteuse est composée d'une pelle mécanique et d'une tête d'abattage.

Le bûcheron est un entrepreneur de travaux forestiers d'une trentaine d'années. Il porte ses équipements de protection individuelle. Il travaille depuis peu de temps avec le chauffeur de l'abatteuse.



L'ACCIDENT :

Le bûcheron est situé à une vingtaine de mètres de l'abatteuse. Il la devance pour séparer les troncs des souches des arbres chablis.

Entre l'abatteuse et le bûcheron, subsistent deux épicéas encore debout : l'un est intact, l'autre est en partie déraciné, encroué dans le premier.

L'abatteuse tronçonne en premier l'arbre intact. Au moment où cet arbre est coupé, l'épicéa encroué qui n'est plus retenu bascule. Il tombe sur le bûcheron et vient le percuter à la tête. Le bûcheron, concentré sur son travail, n'a rien vu venir et n'a pas bougé.



LES BLESSURES OCCASIONNEES :

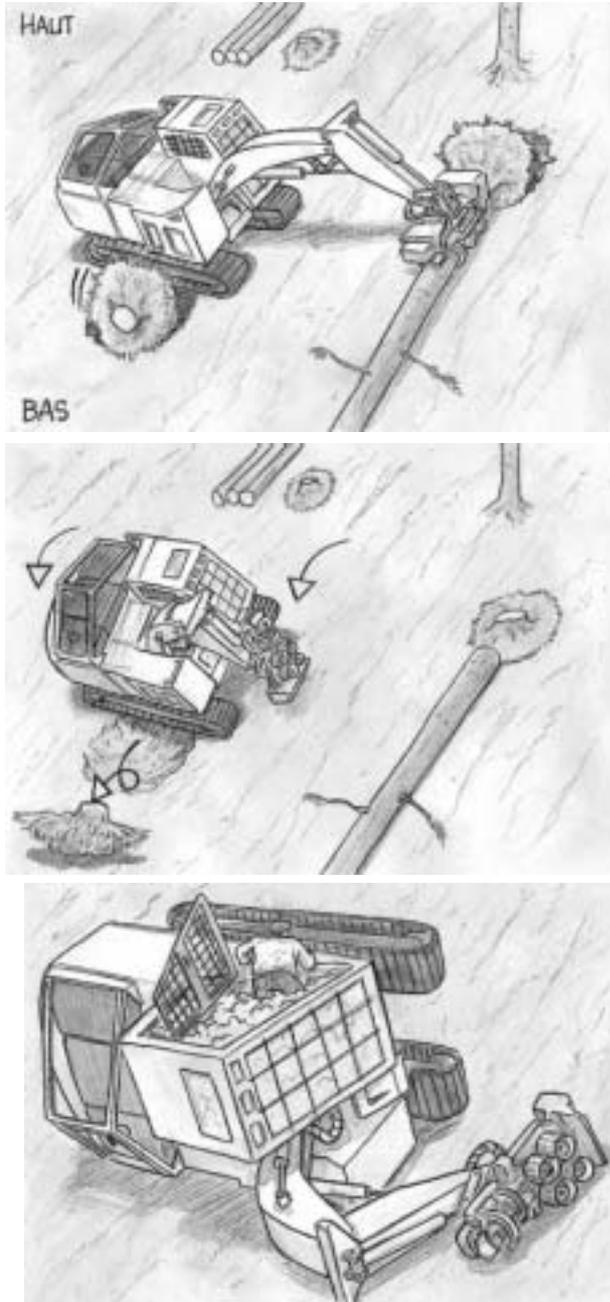
Les secours sont immédiatement prévenus par le chauffeur de l'abatteuse. Mais le bûcheron est décédé sur le coup.

POUR EVITER CE TYPE D'ACCIDENT :

- **Respecter les distances de sécurité : au minimum longueur de l'arbre plus portée de la grue, soit plusieurs dizaines de mètres.** Ne pénétrer dans cette zone que lorsque l'abatteuse est arrêtée. Cette consigne s'applique évidemment au bûcheron qui fait équipe avec la machine.
- **Sur un chantier chablis, commencer l'abattage par les arbres dangereux,** notamment les arbres encroués. Terminer l'abattage par les chandelles ou les arbres encore debout.
- **Faire intervenir des personnes formées** au travail qu'elles exécutent, surtout lors de l'exploitation des peuplements chablis.
- Lorsque deux entreprises travaillent sur un même chantier, établir un plan de prévention pour mettre en évidence les dangers potentiels et les solutions à mettre en œuvre pour les éviter.



Une abatteuse se renverse dans la pente



LE CONTEXTE :

Une abatteuse travaille sur une parcelle en pente. Le peuplement dans lequel elle travaille est chablis, renversé dans le sens de la pente.

LES PERSONNES :

Le chauffeur de l'abatteuse est embauché depuis 6 mois dans l'entreprise qui l'emploie. Auparavant, il a suivi une formation par alternance pendant 1 an pour apprendre à se servir de cette machine. L'abatteuse est une pelle mécanique sur laquelle est montée une tête d'abattage. Un porteur et le gestionnaire de la forêt sont également présents sur la coupe.

L'ACCIDENT :

Au début de sa journée de travail, le chauffeur de l'abatteuse va terminer le façonnage de quelques arbres entamés par un bûcheron.

L'abatteuse se place en dévers, la chenille du bas en appui sur une souche déracinée et déjà coupée. Le chauffeur commence à couper un arbre chablis devant lui. Il sent alors bouger la souche sur laquelle les chenilles s'appuient. Il lâche l'arbre en cours d'abattage et ramène le bras de l'abatteuse vers la cabine pour retrouver un équilibre.

Tout le poids de l'abatteuse porte alors sur la souche. Ainsi déstabilisées, les dernières racines de la souche cassent et elle roule dans la pente. L'abatteuse qui n'a plus ses appuis se couche sur le côté.

Dans la chute, l'extincteur à poudre de la cabine se décroche et se déclenche en répandant son produit. Aveuglé et sur le point d'étouffer, le chauffeur a du mal à trouver la poignée de la porte, mais il arrive enfin à sortir.

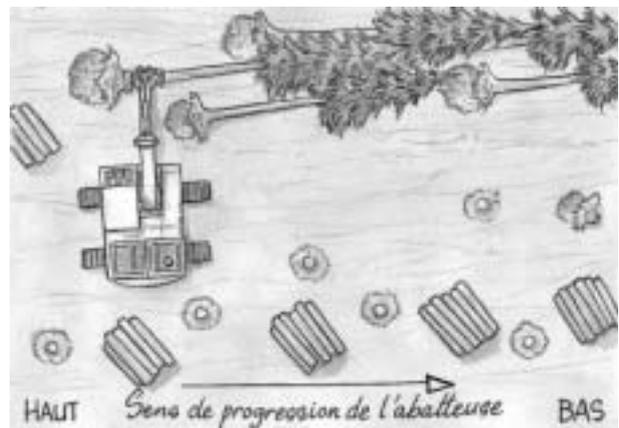
LES BLESSURES OCCASIONNEES :

Le chauffeur est en état de choc et a ingéré une grande quantité de poudre de l'extincteur. Par sécurité, il passe 24 H en observation à l'hôpital. Heureusement, l'ingestion du produit se révèle inoffensive.

Le redressement de l'abatteuse, couchée dans la pente, nécessite l'intervention de 2 skidders et d'un bulldozer. Le moteur et plusieurs vérins ont subi des dommages lors du renversement.

POUR ÉVITER CE TYPE D'ACCIDENT :

- Ne pas travailler en dévers.
- Avec ce type d'engin, jusqu'à 20-25 % de pente, l'abatteuse peut évoluer sur coupe mais dans le sens de la pente.
- L'extincteur à poudre pour les feux de moteur doit être fixé à l'extérieur de la cabine. Un petit extincteur au CO₂ est conseillé dans la cabine si celle-ci est bien ventilée.
- Tous les objets (extincteur, caisse à outils...) présents dans la cabine d'une abatteuse ou engin de débardage doivent être solidement attachés, en cas de retournement.



Annexe 4: Modèle de Contrat

M. _____ CONTRAT N°. _____
Adresse : _____
Téléphone: _____

En qualité de propriétaire de la zone de coupe: _____

Ou directeur des propriétaires de groupe de propriété forestière: _____

Autre (spécifier): _____

VEND LE BOIS NON PREPARE SUIVANT, PAR UNITE DE PRODUIT:

- ◆ Localité
- ◆ Références cadastrales
- ◆ Bornes
- ◆ Zone approximative
- ◆ Essence concernée (spécifier)
- ◆ Exigences concernant la découpe du bois d'œuvre (spécifier par essence)
- ◆ Exigences concernant la découpe du bois industriel (spécifier par essence)
- ◆ Exigences concernant la découpe du bois de chauffage (essence concernée):
- ◆ Lieu du premier site de façonnage - stockage :

A M. _____ Adresse: _____
Téléphone: _____

L'entrepreneur forestier: _____

Autre (spécifier): _____

- ◆ Le présent contrat entrera en vigueur à compter du (date): _____
- ◆ Il expirera à la date d'achèvement intégral de l'abattage et du débardage, pas plus tard que : _____
- ◆ Pénalité de retard pour le dégagement: OUI _____ NON _____
- ◆ Si OUI, préciser : _____

L'acheteur, M. _____ s'engage à prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer le respect par les travailleurs forestiers et les ouvriers chargés du débusquage des conditions d'exploitation spécifiées et contresignées à la page x du présent contrat.

Dans le cas où une mise en demeure envoyée par lettre recommandée avec accusé de réception ne serait suivie d'aucun effet dans un délai de 10 jours, la résiliation du présent contrat par le vendeur pour des motifs tels que la non-exécution, l'abandon du site ou le non-respect des dispositions du contrat, deviendra effective automatiquement et sans aucune formalité légale. Dans ce cas, le vendeur aura le droit de conclure un contrat avec un autre acheteur et les montants déjà versés par l'acheteur seront retenus en tant que dommages et intérêts contractuels.

En cas de non-exécution des obligations du vendeur, la résiliation du contrat par l'acheteur deviendra effective automatiquement, sans aucune formalité légale, après la remise par lettre recommandée avec accusé de réception d'une mise en demeure qui ne serait suivie d'aucun effet dans un délai de 10 jours.

Le vendeur devra mettre à la disposition de l'acheteur les zones de façonnage et de stockage nécessaires pour la coupe.

Les conditions de vente (prix, réception des chargements, modalités de paiement) seront celles stipulées au verso.

Les conditions de prix (par unité de produit) pour du bois non préparé d'une zone de chablis sont les suivantes:

Essence	BOIS D'ŒUVRE		BOIS INDUSTRIEL	
	Diamètre (sur écorce)	Prix hors taxe / m3 (sur et sous écorce) (1)	Diamètre et longueur	Prix hors taxe / stère Prix hors taxe / tonne

Le vendeur est responsable de la TVA : _____ No _____ Taux : 5,5%

Coordonnées bancaires de l'acheteur: _____

Date limite du paiement après la réception du bois d'œuvre bord de route (spécifier le nombre de jours)
(1): _____

Mode de paiement (chèque de banque, lettre de change, effet de banque à banque) (1): _____

Une facture sera éditée par le vendeur

- ◆ après l'embarquement de chaque chargement de camion (1)
- ◆ après la réception bord de route (1)

La pénalité pour un retard de paiement sera de 1 % par mois.

Les volumes embarqués et facturés seront ceux enregistrés par le vendeur ou son agent (voir clause 11 ci-dessous). Pour chaque chargement embarqué, le vendeur et l'acheteur devront être informés de :

- ◆ La date de chargement par la route
- ◆ Le nom du transporteur
- ◆ Le numéro d'immatriculation du camion
- ◆ La destination
- ◆ L'essence concernée
- ◆ Le type de bois (grumes de sciage ou de déroulage, bois industriel, grumes ou stères) (2)
- ◆ La liste des numéros d'identification des arbres
- ◆ Le volume individuel de la grume correspondant à chaque plaque d'identification
- ◆ Le volume par camion sortant (m3, stères, tonnes)

Signature du vendeur

Signature de l'acheteur,
précédée de la mention manuscrite
"Lu et approuvé"

Etabli en deux exemplaires

A: _____

Date: _____

(1) Rayer la mention inutile

(2) En cas de bois vendu par stère ou par tonne, spécifier le nombre de stères ou le tonnage

- Clause 1: Les grumes doivent être coupées professionnellement afin d'éviter de déchiqueter la patte des chablis quand ils sont séparés de la souche. Par conséquent, l'acheteur devra s'assurer que les bûcherons, qui doivent couper les souches avec un diamètre de base supérieur à 40 cm, utilisent tous une scie à chaîne de 8-10 CV équipée d'un guide-chaîne de 60 cm ou plus. Ils devront commencer la séparation des souches en faisant une entaille jusqu'au cœur et en coupant aussi bas que possible et de chaque côté de la souche. La partie supérieure de la souche ne sera coupée qu'au dernier moment, juste avant que la souche ne soit remise dans son trou. Le bûcheron devra s'assurer que les racines sous les billes de pied soient parfaitement coupées afin d'éviter d'avoir à le faire pendant le débusquage.
- Clause 2: L'acheteur devra s'assurer que les souches coupées trop haut soient immédiatement ramenées au niveau du sol.
- Clause 3: Les arbres qui ont été coupés seront tous ébranchés au-delà de la hauteur marchande du tronc à un diamètre fin bout de 8 cm ou moins, selon le cas. A cette fin, les acheteurs devront s'assurer que le bûcheron ait l'assistance d'un débusqueur si nécessaire, l'absence prolongée du débusqueur entraînant l'arrêt de travail des bûcherons.
- Clause 4: Tout le bois mentionné ci-dessus sera débardé en grande longueur jusqu'à un diamètre fin bout de 8 cm jusqu'à la zone de façonnage - stockage bord de route.
- Clause 5: Les produits - arbres cassés y compris - seront transformés et débardés dans l'ordre où ils arrivent.
- Clause 6: La coupe à longueur marchande, l'estimation du volume commercial et la fixation de la plaque d'identification sur les grumes seront effectuées bord de route avec l'assistance du vendeur ou de son agent. Même si l'acheteur de feuillus insiste pour que la découpe se fasse sur le lieu d'abattage, la découpe se fera tout de même bord de route, après le débusquage en grande longueur.
- Clause 7: Le façonnage des houppiers devra être effectué bord de route conformément aux exigences des acheteurs de bois industriel (des lieux de façonnage en forêt pourront être créés quand le débusquage des houppiers deviendra trop difficile).
- Clause 8: Les houppiers de feuillus destinés au bois de chauffage devront être façonnés par les acheteurs et le bois sera débardé quand l'état du sol le permettra.
- Clause 9: le bois ne sera pas débardé sur un sol trop mou ; si le débusquage était arrêté, la date limite pour l'achèvement des opérations sera différée.
- Clause 10: Le vendeur devra mettre à disposition de l'acheteur une ou plusieurs zones de façonnage et de stockage de taille suffisante et accessibles aux camions.
- Clause 11: A chaque départ de camion, le vendeur ou son agent doit noter les numéros de plaquettes de chaque grume et doit être en possession de l'original ou de la copie de l'acte de vente des bois. Il doit aussi relever le nombre de stères enlevé pour chaque camion de bois d'industrie.
- Clause 12: Quelle que soit la propriété, l'acheteur ne doit pas commencer le travail dans une nouvelle parcelle sans autorisation préalable du vendeur tant que toute la précédente parcelle n'est pas exploitée et débardée.
- Clause 13: Lorsque les conditions sont humides, les opérations doivent commencer en zones chablis sur lesquelles le sol est encore ferme mais qui sont susceptibles de devenir inaccessible si les conditions climatiques se poursuivent. Les zones les plus accessibles doivent être gardées pour les périodes les plus difficiles.

Annexe 5: Détails des coûts pour la méthode d'aspersion en pile compacte

□ Investissements préliminaires

Infrastructure

- De 0 à 5500 €/ha pour un site partiellement ou complètement préparé (en termes d'accessibilité au transport).
- De 7000 à 9500 €/ha pour un site où beaucoup de travaux de renforcement des routes doivent être entrepris.
- De 13500 à 19000 €/ha pour un site où presque tout est à faire.

Équipement nécessaire pour l'aspersion des grumes

- 1,8 €/m³ pour un stockage compact/efficace.
- Jusqu'à 2,6 €/m³ pour un stockage épars (piles éparses).

Câblage électrique

- De 0,3 à 1 €/m³ selon la distance du site à la source électrique.

Main-d'œuvre nécessaire à la mise en place du site

- 0,3 €/m³.

Pour illustrer ces chiffres, les prix moyens, minimums et maximums sont résumés ci-dessous pour 15 sites en Aquitaine (France) après la tempête de décembre 1999:

	Moyenne (euro/m ³)	Min (euro/m ³)	Max (euro/m ³)
Infrastructure	7,65	1,42	24,2
Câblage électrique	0,61	0,25	1,07
Équipement d'arrosage	2,24	0,81	3,09
Divers	2,62	0,46	6,86
TOTAL	13,13	5,93	33,76

□ Coûts de fonctionnement

Location ou achat du terrain: 0,07 €/m³/an

Consommation électrique: de 0,37 à 0,55 €/m³

Consommation d'eau: 0,1 €/m³

Maintenance: 0,1 €/m³

Assurance: 0,1 €/m³

Surveillance journalière: de 0,91 à 1,31 €/m³ selon la distance entre le site de stockage et l'entreprise en charge de la surveillance.

Installation / désinstallation des équipements: 0,1 €/m³

De manière générale, les coûts de fonctionnement sont compris entre 1,43 et 2,2 €/m³

□ Coûts post-conservation

Reprise des grumes: de 0 à 2,3 €/m³

Restauration du site: de 0,1 à 0,76 €/m³

Transport des grumes: de 2 à 8,5 €/m³ selon la distance entre le site et la scierie.

Annexe 6: Réglementations

□ Allemagne

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Stockage sous eau	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Rahmengesetz des Bundes
	Wassergesetze der Länder	Wasserwirtschaftsämter
	Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (WPBV)	
Aspersion	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Rahmengesetz des Bundes
	Wassergesetze der Länder	Wasserwirtschaftsämter
	Abwasserabgabegesetz	Bbbbbb
Stockage à l'air (sec)	Baugenehmigung	Landesbauordnung

□ Autriche

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Sécurité du travail	Forstgesetz (1975)	Bundesgesetz
	Land- und forstwirtschaftliche Unfallverhütungsverordnung	Landesgesetz (OÖ)
	Land- und forstwirtschaftliche Dienstnehmerschutzverordnung	Landesgesetz (Salzburg, Burgenland)
	NÖ Landarbeitsordnung 1973	Landesgesetz (Niederösterreich, Wien)
	Steiermärkische land- und forstwirtschaftliche Dienstnehmerschutzverordnung	Landesgesetz (Steiermark)
Traitement des eaux usées	Land- und forstwirtschaftliche Sicherheits- und Gesundheitsschutz- Verordnung	Landesgesetz (Tirol)
	Wasserrechtsgesetz (1959)	Bundesgesetz
	AEV Pflanzenschutzmittel Allgemeine Abwasseremissionsverordnung	Bundesgesetz Bundesgesetz
Transport	Ein- und Durchfuhr von Nadelholz mit Rinde	BGBI.Nr. 536/1988
	Kraftfahrgesetz Abschnitt II Straßenverkehrsordnung §42,45,61,71	BGBI.Nr. 267/1967 zuletzt geändert durch BGBI. I Nr. 60/2003 BGBI.Nr. 159/1960 idgF
Stockage sous aspersion d'eau	Wasserrechtsgesetz (1959)	Bundesgesetz
Traitement	Forstschutzverordnung	BGBI. II Nr. 19/2003

□ **Danemark**

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Transport routier	Færdselsloven, LBK 712 af 02/082001	Excessive loads: Rigspolitichefen
Sécurité du travail	Lov om arbejdsmiljø LBK 784 af 11/10/1999	Arbejdstilsynet
Stockage en général	Lov om planlægning LBK 763 af 11/09/2002 Lov om naturbeskyttelse LBK 577 af 04/02/2002	Amtskommunen Skov- og Naturstyrelsen
Stockage humide	Lov om miljøbeskyttelse LBK 753 af 25/08/2001 Lov om vandløb LBK 632 af 23/06/2001	Amtskommunen Amtskommunen

□ **Espagne**

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Travail	Ley 45/1999 de desplazamientos de trabajadores en el marco de una prestación de servicios transnacional Ley del estatuto de los trabajadores. R.D legislativo 1/1995	- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Agustin de Bethencourt 4. Tf: 91 363 00 00 http://www.mtas.es/
Transport	Ley 16/87 30-7 de Ordenación de transportes terrestres	- Dirección General de Transportes por carretera. Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana 67. Tf: 91 597 70 03 http://www.mfom.es/
Transport ferrovière	Ley 39/2003 del sector ferroviario	- Subdirección general de planes y proyectos de infraestructuras ferroviarias - Subdirección general de construcción de infraestructuras ferroviarias Plaza de Sagrados Corazones 7. 28071 Madrid. Tf: 91 597 70 00 - RENFE Avda. Pio XII 110. Edificio Caracorlas (Chamartín). Madrid Tf: 91 733 91 62 - FEVE C/General Rodrigo 6. 28003 Madrid. Tf: 91 453 38 00
Transport maritime	Ley 27/1992 de puertos y de la marina mercante	Dirección General de la Marina Mercante. Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana 67. Tf: 91 597 70 03 http://www.mfom.es/ Puertos del estado Avda. del Partenón 10. Campo de las naciones. 28071 Madrid Tf: 91 524 55 00
Santé et sécurité	Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales R.D. 39/1997 Reglamento de servicios de prevención	- INSH Torrelaguna 73. 28027 Madrid Tf: 91 363 41 00 http://www.mtas.es/insht/index.htm - Fundación F4 Apto. Correos 2212. 3180 Pamplona http://www.fundacionf4.com

□ **France**

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Stockage sous eau	- Installation du site : Arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1531	- Service du préfet
	- Prélèvement dans un cours d'eau : Décret n°94-354	- Direction départementale de l'agriculture et de la forêt - Police de l'eau
	- Collecte et analyse des rejets d'eau : Arrêté n°1531	- Inspection des installations classées
Traitement chimique	- Traitement insecticides des grumes : Info – Santé – Forêts, note technique n°1	- Département de la santé des forêts
Santé et sécurité		- Ministère de l'agriculture: DGFAR / Département du travail et de la santé

□ **Italie**

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Sécurité	Legge n.225 del 24.02.1992 "Calamità nazionali"	ASL
	D.Lgs. n. 277 del 15.08.1991 "Protezione dei lavoratori contro il rischio di esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici"	
	D.Lgs. n. 626 of 19.09.1994 "Linee guida sulla sicurezza nei luoghi di lavoro"	ASL
Transport	Dlg. 30.04.1992 n. 285, articoli 10,61,62 del Codice della strada	

□ **Norvège**

Agreement between forest related employers and workers associations 2002 – 2004	4.4 Safety routines
Transport regulations	Norwegian Pollution Control Authority
Road transport regulations	Public Road Administration

□ Portugal

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable:
Sécurité du travail	<p>Decreto-Lei nº 141/95 de 14 de Junho e Portaria nº 1456-A/95, de 11 de Dezembro Estabelece os sistemas e os princípios de sinalização de segurança Define a posição e o uso de sinalização.</p> <p>Decretos-Leis nºs 26/94 de 1 de Fevereiro, 7/95 de 29 de Março e 109/2000, de 30 de Junho Define os serviços de saúde, higiene e segurança no trabalho. Estabelece as medidas de segurança, higiene e saúde no local de trabalho.</p> <p>Decreto-Lei nº 349/93, de 1 de Outubro e Portaria nº988/93, de 6 de Outubro Estabelece os equipamentos de protecção individual que poderão ser utilizados pelos trabalhadores.</p> <p>Decreto-Lei nº 347/93 de 1 de Outubro e Portaria nº 987/93 de 6 Outubro Estabelece a organização do trabalho e regulamentação geral do trabalho</p> <p>Decreto-Lei nº 330/93 de 25 de Setembro Estabelecimento de regras na movimentação manual de cargas.</p> <p>Decreto-Lei nº 72/92 de 28 Abril e Portaria nº 9/92 de 28 de Abril Estabelecimento de protecções correctas ao nível do ruído, no local de trabalho.</p> <p>Decreto-Lei nº 441/91 de 14 de Novembro Estabelecer o enquadramento da saúde, higiene e segurança no trabalho.</p>	<p>Todas as portarias e os decretos de leis são válidos somente para Portugal. A legislação é estabelecida pelo Ministério do Trabalho</p>
Descarga de águas	<p>Portaria nº 429/99 Estabelecimento do limite da descarga das águas residuais, nos leitos de água ou no solo.</p> <p>Decreto-Lei nº 236/98 Estabelecimento de normas, critérios e objectivos para a protecção dos recursos hídricos e para melhorar a qualidade da água. (Este decreto revogou o decreto-lei nº 74/90 de 7 de Março)</p>	<p>A legislação é estabelecida pelo: - Ministério de Economia; - Ministério da Saúde; Ministério do Ambiente.</p>
Armazenamento de águas paradas	<p>Em Portugal não existe legislação específica sobre este assunto.</p>	<p>Direcção-Geral da Viação (DGV), no qual é a instituição responsável por efectuar os regulamentos relacionados com os veículos e as suas cargas (www.dgv.pt)</p>
Transport	<p>Portaria nº 960/2000 de 9 de Outubro Altera a portaria nº 1029/97, no qual regula os limites de pesos e dimensões dos veículos.</p> <p>Despacho nº 14339/2000 de 14 Julho Averbamento do peso bruto</p> <p>Decreto-Lei nº 72/2000 de 6 de Maio Aprova o regulamento da CE de modelo de automóveis e reboques, seus sistemas, componentes e unidades técnicas.</p> <p>Portaria n. 1092/97 de 3 Novembro Regulamenta os limites de peso e dimensão dos veículos. Revoga a portaria nº 850/94, de 22 de Setembro.</p> <p>Despacho da Direcção-Geral da Viação nº 45/96 de 24 de Março O valor máximo da largura das caixas dos veículos.</p> <p>Portaria nº 682/96 de 21 de Novembro Define os limites dimensionais dos veículos.</p> <p>Portaria nº 855/94 of 23 September Define as categorias de modelos de veículos.</p>	<p>Esta legislação é estabelecida pela Direcção Geral de Viação</p>

□ Suisse

Domaine	Nom de la Loi / réglementation	Autorité responsable
Protection chimique	- Verordnung über umweltgefährdende Stoffe - Verordnung über den Wald	Anwendungsbewilligung: kantonale Forstdienste
Stockage sous eau	- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer - Bundesgesetz über die Fischerei - Bundesgesetz über die Binnenschifffahrt	Wasserentnahme ab Bach: Kantonale Fachstelle für Wasserwirtschaft oder Gewässerschutz, evtl. kantonale Fischereiverwaltung (bei Fischgewässern) Wasserentnahme ab Hydrant: Wasserwerk der Gemeinde Lagerung in stehenden Gewässern: Kantonaies Verkehrs- und Schifffahrtsamt Wasserableitung in Gewässer: Kantonale Fachstelle für Wasserwirtschaft oder Gewässerschutz, evtl. kantonale Fischereiverwaltung (bei Fischgewässern) (je nach Kanton ist nicht immer die gleiche Fachstelle zuständig!)
Sécurité du travail	- Verordnung über umweltgefährdende Stoffe - Verhaltensregeln Arbeitshygiene - Signalisationsverordnung	Information erhältlich bei SUVA Luzern

Annexe 7: Réglementation des transports routiers: poids et tailles requis

Poids maximum (tonnes)

	Allemagne	Autriche	Belgique	Danemark	Espagne	Finlande	France	Grèce	Irlande	Italie	Luxembourg	Norvège	Hollande	Portugal	Royaume Uni	Suède	Suisse
Poids par essieu porteur	10	10	10	10	10	10	13	10	10	12	10	10	10	10	*	10	10
Poids par essieu directionnel	11,5	11,5	12	11,5	11,5	11,5	13	11,5	10,5	12	12	11,5	11,5	12	10,5	11,5	12
Camion à quatre essieux rigides	36	38	39	32	36	38	38	36	35	40	-	-	40	37	32	-	34
Cinq essieux (et plus) camion + remorque	40	40	44	48	40	60	40	40	40	44	44	50	50	40	44 **	60	34
Cinq essieux (et plus) camion articulé	40	40	44	48	40	48	40	40	40	44	44	47	50	40	44 **	60	34

Taille maximum (mètres)

Hauteur	4	4	4	4	4	4,20	n.d.	4	4,25	4	4	n.d.	4	4	n.o.	n.d.	4
Largeur	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,60	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,60	2,55
Longueur	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	25,25	18,75	18,75	18,35	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	24	18,75
Longueur pour camion articulé	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	17	16,50	16,50	16,50	24	16,50

n.d. : non défini - n.o. : non obligatoire

* variable - dépendant du type de véhicule, nombre d'essieux et leur configuration, type de suspension

** Le nombre d'essieux est de 6 ou plus et le tracteur est équipé d'un moteur aux normes d'émission Euro II et Euro III

Annexe 8: Contacts nationaux pour les réglementations de santé et de sécurité

PAYS	Organisation (Nom + courte description)	Adresse	Tél. / Fax / email
ALLEMAGNE	Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung	10117 Berlin, Wilhelmstr. 49	Tel.: 0049(30) 20 07-0
	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	Friedrich-Henkel-Weg 1-25 D-44149 Dortmund	Tel.: 0049-231-90 71 0 Fax.: 0049-231-90 71 2454 Email: poststelle@bua.bund.de
AUTRICHE	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt	Adalbert-Stifter-Straße 65, 1200 Wien	Tel: +43 1 33111-0 www.auva.at
	Sozialversicherungsanstalt der Bauern	Ghegastraße 1 1031 Wien Postfach 313	Tel.: +43(1) 797 06 Fax.: +43(1) 797 06-1300 www.svb.at
DANEMARK	Arbejdstilsynet Service Danois pour l'environnement du travail	Landskronagade 33 DK-2100 København Ø	Tel: +45 – 70 12 12 88 Fax +45 – 70 12 12 89 e-mail: at@at.dk
ESPAGNE	Ministère du travail et des conditions sociales • Institut Nationale pour la sécurité et l'hygiène du travail	Torrelaguna 73. 28027 Madrid	Tf: +34 91 363 41 00 Fax +34 913 634 327 webmasterinsht@mtas.es http://www.mtas.es/insht/index.htm
FRANCE	Ministère de l'Agriculture DGFAR • Département du travail et de l'emploi Bureau des réglementations et de la sécurité du travail	19 av du Maine 75732 PARIS cedex 15 07 SP	Tel : 33-(0)1-49-55-51-51 or 33-(0)1-49-55-82-17
GRANDE BRETAGNE	Health and safety Executive – Forestry sector (Département forestier pour la santé et la sécurité)– Centre National de l'Agriculture	Stoneleigh Kenilworth Warwickshire CV8 2LG	Tel: + 44 (0) 247 6698350 email: hseinformation services@natbrit.com
ITALIE	Ministère de la Santé • Institut Nationale pour la prévention et la Sécurité des Professionnels	Via Alessandria 220/E - 00198 ROMA	tel.: 06 4425 0648 fax: 06 4425 0972 E-mail: doc@ispe.it
NORVEGE	Autorité norvégienne de l'inspection du travail, Arbejdstilsynet	Postboks 8103 Dep. N-0032 Oslo Norway	Tel: (+47) 22 95 70 00 Fax: (+47) 22 17 63 73 E-mail: direktoratet@arbejdstilsynet.dep.no

PAYS	Organisation (Nom + courte description)	Adresse	Tél. / Fax / email
PORTUGAL	Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche - Sous-département: Direcção Geral das Florestas	Av. João Crisóstomo 28, 1069-040 Lisboa	Tel: +351 213 124 800 Fax: +351 213 124 989 E-mail: info@dgf.min-agricultura.pt Web page: http:// www.dgf.min-agricultura.pt
	Ministère du Travail Sous-département: Secretaria de Estado do Trabalho Activities: - Législation du travail	Praça de Londres, 2-15º 1049-056 Lisboa	E-mail: gsetrab@msst.gov.pt Web page: http://www.msst.gov.pt
	IDICT – Institut pour le développement et l'inspection des conditions de travail Missions: - Améliorer les conditions de travail - Promouvoir le développement	Praça de Alvalade, 1 1749-073 Lisboa	Tel: +351 217 924 500 Fax: +351 217 924 597 E-mail: idict@idict.gov.pt
SUISSE	SUVA Mutuelle Nationale Suisse pour les accidents (SNAIF)	Fluhmattstrasse 1 6005 Luzern	Tel: +41 - (0)41 419-51-11 www.suva.ch

Annexe 9: Contact nationaux pour la documentation et les informations pratiques disponibles pour la formation et la sécurité

PAYS	Organisation (Nom + courte description)	Adresse	Tél. / Fax / email
ALLEMAGNE	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit	Scharnhorststrasse 34-37 D-10115 Berlin	Tel.: 0049(30) 20 14-9 Fax.: 0049(30) 20 14-70.10 email: info@bmwa.bund.de
AUTRICHE	Bundesamt und Forschungszentrum für Wald	A-1131 Wien, Seckendorff-Gudent-Weg 8 (Wien Schönbrunn)	Tel. +43-1-87838-1123 http://bfw.ac.at/
	Forstliche Ausbildungsstätte Ort/Gmunden	Johann Orth-Allee 16 A-4810 Gmunden	Tel.: +43-(0)7612-64419-0 Fax: +43-(0)7612-64419-34 www.fastort.at
	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach	Ossiach 21 A-9570 Ossiach	Tel.: +43-(0)4243-2245-0 Fax: +43-(0)4243-2245-55 http://www.fastossiach.at
	Forstliche Ausbildungsstätte Pichl	Rittisstraße 1 8662 Mitterdorf	Tel.: 03858/2201-0 Fax: 03858/2201-7251 www.fastpichl.at
	Forstliche Kursstätte Hohenlehen	Garnberg 8, 3343 Hollenstein	Tel.: 07445/ 225 Fax: 07445/ 232
	Ausbildungsstätte Drosendorf	Wienerstraße 64, 3100 St. Pölten	Tel.: 02915/ 2321 Fax: 02915/ 2340
	Landesberufsschule und Forstliche Ausbildungsstätte Rotholz	6200 Rotholz 46	Tel.: 05244/ 621610 Fax: 05244/ 6216150 www.rotholz.at
DANEMARK	Centre for Skov & Landskab	Nødebovej 77A DK-3480 Fredensborg	Tel. +45 - 35 28 15 05 FAX +45 - 35 28 15 10
ESPAGNE	Fundación F4	Apto. Correos 2212. 3180 Pamplona	presidente@fundacionf4.com www.fundacionf4.com
FRANCE	CCMSA (Mutuelle Sociale Agricole)	Les Mercuriales 40 rue Jean Jaurès 93547 BAGNOLET cedex	Tel : 33-(0)1-41-63-77-77 Fax : 33-(0)1-41-63-72-66
	AFOCEL	Domaine de l'Etançon 77370 NANGIS	Tel : 33-(0)1-60-67-00-34 Fax : 33-(0)1-60-67-00-27 email : dir@afocel.fr
	CTBA	10 av de St Mandé 75012 PARIS	Tel : 33-(0)1-40-19-49-19 Fax : 33-(0)1-43-40-85-65

PAYS	Organisation (Nom + courte description)	Adresse	Tél. / Fax / email
GRANDE BRETAGNE	Health and safety Executive – Forestry sector (Département forestier pour la santé et la sécurité)	National Agriculture Centre Stoneleigh Kenilworth Warwickshire CV8 2LG	Tel: + 44 (0) 247 6698350 email: hseinformation services@natbrit.com
	National Proficiency Test Council (Conseil National de validation des acquis) (NPTC)	National Agriculture Centre Stoneleigh Warwickshire CV8 2LG	Tel: + 44 (0) 24 7685 7300 email: information@nptc. org.uk
	LANTRA	Lantra house Stoneleigh Park Nr Coventry Warwickshire CV8 2LG	Tel: + 44 (0) 24 7669 6996 email: connect@ lantra.co.uk
ITALIE	MINISTÈRE DU BIEN PUBLIC Sécurité sur site Division VII	Via Fornovo, 8 – Pal B - 00192 Roma	Tel. +39 06 36754917 Fax +39 06 36754886 e-mail: Div07RapportiLavoro@we lfare.gov.it
	Service forestier régional pour la formation (i.e. for the North-East: CESFAM)	via Roma, 40 33026 Paluzza (UD)	Tel. : +39 0433 775648 Fax :+39 0433 775921 cesfam@regione.fvg.it
NORVEGE	Autorité norvégienne de l'inspection du travail, Arbeidstilsynet	Postboks 8103 Dep. N-0032 Oslo Norway	Tel: (+47) 22 95 70 00 Fax: (+47) 22 17 63 73 E-mail: direktoratet@ arbeidstilsynet.dep.no
PORTUGAL	ANEFA – Associação Nacional de Empresas Florestais, Agrícolas e do Ambiente (Association nationale des entrepreneurs forestiers, agricole et pour l'environnement)	Estrada de Benfica, 552 -3.º Dto. Ap. 40079 1500-106 Lisboa	Tel: +351 217 110 261 Fax:+351 217 110 269 E-mail: anefa@ip.pt
	COTF - Centro de Operações e Técnicas Florestais (Centre des travaux techniques et forestiers)	Chã de Freixo 3200 Lousã	Tel: +351 239 990 981 Fax: +351 239 990 989 E-mail: joao.fernandes@dgf.min- agricultura.pt
	CBE . Centro da Biomassa para a Energia (Centre de la Biomasse pour l'énergie)	Zona Ind. Valfeijão Ap. 49 3220-119 Miranda do Corvo	Tel: +351 239 532 436/ 488 Fax: +351 239 532 452 E-mail: cbe@mail.telepac.pt
	Aliança Florestal – Sociedade para o Desenvolvimento Agro – Florestal, SA (Société pour le développement du secteur agricole)	Rua Joaquim António de Aguiar, 3 – 1º 1070-149 Lisboa	Tel: +351 213 824 320 Fax: +351 213 824 349 E-mail: info@alflorestal.pt Home page: www.alflorestal.pt
	StoraEnso – Celulose Beira Industrial (Celbi), SA	Leirosa 3081-851 Figueira da Foz	Tel: +351 233 955 600 Fax: +351 233 950 648 Web page: www.storaenso.com
SUISSE	Suva Mutuelle Nationale Suisse pour les accidents (SNAIF)	Fluhmattstrasse 1 6005 Luzern	Tel: +41 - (0)41 419-51-11 www.suva.ch