

Annule et remplace ED 758

→ P. Lamoureux,  
Département Ingénierie  
des équipements de travail,  
Unité Prévention Technique  
des Machines, Centre de Lorraine,  
INRS, Neuves-Maisons

# Écorceuses stationnaires à rotor ou à fraise

## TECHNICAL SAFETY DATA SHEET

NON-PORTABLE ROTOR OR ROSSER  
DEBARKING MACHINES

Designed for anyone concerned by prevention in the woodworking sector, this technical safety data sheet examines the risks linked to debarkers and the means to prevent them.

Contents: function; description; main features. Conditions of acquisition, reception and installation of a debarker. Conditions of use of machines in service; start-up and user instructions, maintenance.

● debarker ● woodworking machine  
● safety

**D**estinée à toute personne concernée par la prévention dans le secteur du bois, cette fiche technique de sécurité examine les risques du poste de travail sur les écorceuses, ainsi que les moyens de les prévenir.

**Au sommaire : fonction ; description ; caractéristiques principales. Conditions d'acquisition, de réception, d'implantation et d'installation d'une écorceuse. Conditions d'utilisation des machines en service ; conseils pour la mise en œuvre, l'utilisation, la maintenance de l'écorceuse.**

● écorceuse ● machine à bois ● sécurité

**L**es écorceuses sont soumises à la procédure d'autocertification CE applicable à toute machine neuve mise sur le marché dans les pays membres de l'Union européenne et à tout matériel d'occasion importé d'un pays n'appartenant pas à l'UE, en vue de sa réutilisation. Les vérifications et la certification de conformité aux exigences de sécurité et de santé applicables sont effectuées par le constructeur ou l'importateur, ou tout autre cédant qui s'engage à ne mettre sur le marché communautaire que les matériels répondant aux prescriptions fixées par la directive européenne n° 98/37/CE du 22 juin 1998.

Hormis cette précision, l'aspect réglementaire concernant ces machines ne sera pas abordé.

Cette fiche technique de sécurité n'est pas un « cahier des charges » utilisable par les constructeurs. Réservée essentiellement aux utilisateurs et aux préventeurs, elle devrait leur permettre en particulier, de procéder à la vérification du matériel et de son installation, de les faire modifier par du personnel compétent si cela s'avérait nécessaire, de les aider à trouver des solutions d'amélioration à mettre en œuvre.

Les références aux normes qui sont données dans cette fiche ne s'appliquent qu'à la conception de matériels neufs. Nous estimons cependant que les informations techniques qu'elles contiennent peuvent aider utilement les personnes en charge de l'amélioration de la sécurité des machines en service.

# 1. Généralités

## 1.1. Fonction

Les écorceuses stationnaires, à rotor ou à fraise, sont équipées d'outils tournants destinés à retirer l'écorce des grumes ou des billons issus des troncs de toute nature et de toute provenance : résineux ou feuillus, indigènes ou exotiques.

Selon l'action mécanique des outils s'exerçant essentiellement par pression pour les écorceuses à rotor ou annulaire et par chocs répétés pour celles à fraise, l'écorce est plutôt décollée ou arrachée par fragments qu'usinée.

Ces écorceuses sont utilisées dans presque tous les secteurs appartenant à la première transformation du bois (industries du sciage, du placage, du panneau, du papier) pour éliminer un matériau n'entrant pas dans les fabrications de l'entreprise et supprimer les cailloux, le sable, la boue, les graviers fréquemment incrustés dans l'écorce des grumes traînées pendant le débardage. Cela évite d'endommager les outils de coupe (lames de scie, couteau de dérouleuse...) nécessaires pour façonner ensuite les produits écorcés.

## 1.2. Description

Les deux types d'écorceuses fonctionnent suivant deux principes tout à fait différents.

Dans le cas de l'écorceuse à fraise, le bois - grume ou billon - et la fraise sont toujours animés de leur propre mouvement de rotation. Deux possibilités :

- le bois demeure fixe en translation, la fraise est alors mobile, ou
- le bois est mobile et la fraise demeure fixe en translation.

Dans le cas de l'écorceuse à rotor ou annulaire, le bois, immobilisé en rotation, défile au milieu du porte-outils. Le rotor tourne autour de lui, d'où l'appellation annulaire.

Dans les deux configurations, l'écorce est donc enlevée suivant un mouvement en hélice.

Ces deux types de machines sont toutes indissociables de mécanisations assurant en amont l'aménagement des bois, puis en aval leur évacuation soit vers une zone de stockage, soit vers une autre machine ; de même, un dispositif d'évacuation des écorces au fur et à mesure de leur pro-

duction est toujours mis en place. L'ensemble constitue une ligne d'écorçage qui est soit entièrement automatique, soit conduite par un opérateur ; il peut être complété par un poste de tronçonnage, de tri, un dispositif de cubage, un détecteur d'inclusions métalliques.

Cette fiche technique de sécurité concerne uniquement les deux types d'écorceuses et leurs mécanisations de proximité, sans lesquelles elles ne pourraient assurer leur fonction.

### 1.2.1. L'écorceuse à fraise

Elle est constituée essentiellement des éléments suivants : la fraise, son support, le dispositif de mise en rotation de la grume, celui de translation de la grume ou de la fraise, un système d'éjection après écorçage et des composants communs aux deux machines.

#### a) La fraise

Elle comprend un corps cylindrique ou sphérique, le porte-outils, dans lequel sont usinées des rainures droites parallèles à l'axe de rotation (*fig. 1*) ou hélicoïdales (*fig. 2*), qui reçoivent des outils interchangeables fixés mécaniquement. Un moteur électrique entraîne la fraise en rotation par l'intermédiaire d'une transmission à courroie, à une vitesse comprise entre 950 et 2500 tours/min. Un dispositif intégré à la tête de fraisage permet de régler la « profondeur de passe » pour enlever la totalité de l'écorce sans mordre dans le bois.

#### b) Le support de la fraise

Il est constitué par un bras, réalisé en tôles mécano-soudées, articulé en rotation sur un bâti de même technologie. La fraise fixée à son extrémité suit le contour de la grume, quel que soit le mouvement relatif de translation, et se relève en fin d'écorçage pour permettre l'éjection du bois et le transfert de la grume suivante.

Le bras est actionné par un vérin pneumatique ou hydraulique.

#### c) Le dispositif de mise en rotation du bois

Pour être écorcé sur toute sa périphérie, le billon ou la grume doit tourner sur lui-même. Trois technologies permettent cette mise en rotation.

■ Comme sur un tour parallèle ou une dérouleuse, le billon est pris entre une pointe motrice et une pointe folle, la contre-pointe, après centrage (*fig. 3*). D'ailleurs certains bâtis de dérouleuse sont reconvertis dans cette fonction.

■ Le billon est centré par gravité entre deux rangées de roues crantées disposées en vis-à-vis sur deux arbres de transmission parallèles montés dans un chariot mobile (*fig. 4*) ou dans un berceau fixe.

■ Deux rouleaux à picots dont l'axe de l'un n'est pas parallèle à l'axe longitudinal de la grume, entraînent celle-ci en rotation et en translation au-dessus de la fraise (*fig. 5*).

#### d) Le dispositif de translation

Le dispositif de translation dépend du mode d'entraînement en rotation de la grume. On rencontre respectivement :

■ Contre-pointe : la fraise montée sur son bras basculant est déplacée parallèlement à l'axe longitudinal du billon. Le plus souvent le support du bras, guidé sur un ou deux rails, est animé d'un mouvement alternatif dont la vitesse est réglable pendant l'écorçage, notamment en fonction du diamètre du billon, avec une vitesse de retour maximale bras relevé ;

■ Roues crantées : soit la solution précédente est mise en place, soit les deux rangées de roues crantées sont fixées sur un chariot mobile guidé sur deux rails parallèles à l'axe longitudinal de la fraise. Les vitesses de déplacement du chariot ou du bras porte fraise sont réglables entre 10 et 30 m/min.

■ Rouleaux à picots : ils assurent la rotation et la translation de la grume ; la variation de vitesse d'écorçage est obtenue par modification de l'angle d'inclinaison du rouleau orientable.

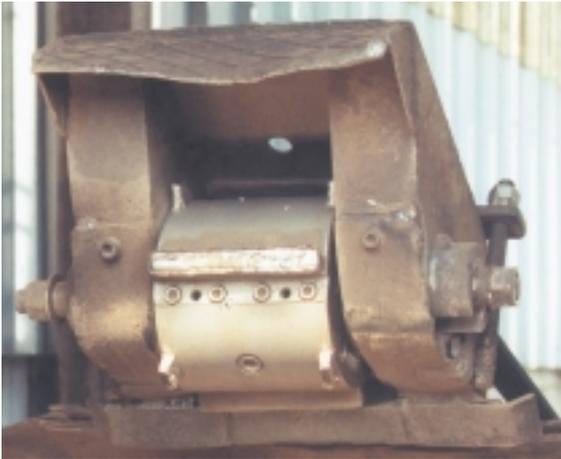
#### e) Le système d'éjection

Les écorceuses à fraise avec aménagement par rouleaux à picots en sont dépourvues, compte tenu de leur mode d'alimentation continu. C'est en bout de ligne d'écorçage que, le plus souvent, un éjecteur pneumatique automatique bascule les billons sur les chaînes à taquets pour constituer, par exemple, un stock tampon.

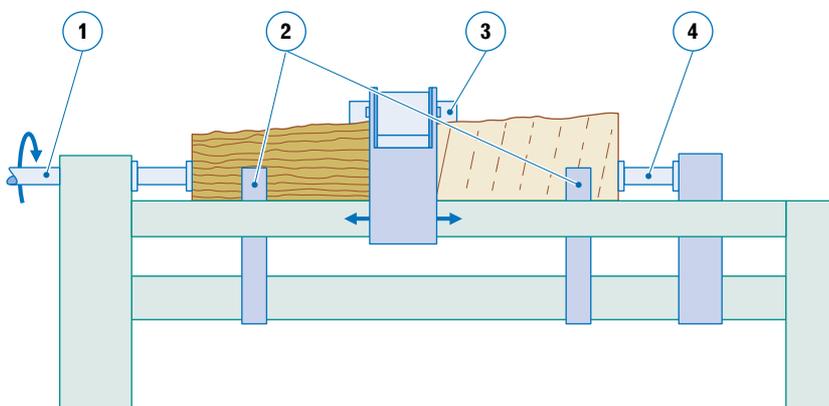
Quand le billon est pris entre pointes, des vés escamotables, généralement, supportent le billon pendant le dégriffage et l'évacuent sur une rampe inclinée.

Dans le dernier cas, grume ou billon centrés par des roues crantées fixes en translation, le bois est seulement entraîné en rotation ; le berceau supportant les roues est équipé de rouleaux en forme de diabolos crantés et escamotables qui sou-

**Fig. 1. Fraise à outils droits**  
- Straight-toothed rosserhead



**Fig. 2. Fraise à outils hélicoïdaux**  
- Helical-toothed rosserhead



**Fig. 3. Schéma de principe d'une écorceuse à fraise à contre-pointe**

- ① Pointe motrice
- ② Fraise
- ③ Dispositif de centrage et d'éjection
- ④ Contre-pointe

- Schematic diagram of a rosserhead debarker with head pivot. 1 – Drive shaft; 2 – Cutter; 3 – Centring and kicker device; 4 – head pivot



**Fig. 4. Ecorceuse à fraise à chariot**  
- Carriage-mounted rosserhead debarker

**Fig. 5. Ecorceuse à fraise avec rouleaux à picots**  
(cliché Sté CERPIC)

- Rosserhead debarker with spiked feed rollers



lèvent le bois et l'évacuent longitudinalement ; si les roues crantées sont montées sur un chariot, ce dernier est équipé en général de bras éjecteurs pneumatiques basculant le billon à gauche ou à droite sur un transfert.

### 1.2.2 L'écorceuse à rotor ou annulaire

Cette machine est principalement constituée d'un rotor, de dispositifs d'alimentation et de sortie, d'un système de centrage et des composants communs aux deux machines.

#### a) Le rotor

C'est le porte-outils (de 3 à 8 suivant les machines). Il est constitué par une couronne à la périphérie de laquelle sont fixés les outils (fig. 6). Cet ensemble, guidé par roulement à billes, est entraîné par un train de courroies ou des roues caoutchoutées tangentielles, à une vitesse d'environ 250 tr/min. Chaque outil, monté en porte-à-faux et articulé en rotation est doté d'une rampe latérale pour que, sous la poussée du bois, son extrémité affûtée puisse passer du centre du rotor à la périphérie de la grume et ainsi arracher l'écorce. La pression exercée par les couteaux est réglable pour éliminer totalement l'écorce sans mordre dans le bois, en tenant compte notamment de l'essence écorcée, de la température de la grume (les bois gelés sont plus difficiles à écorcer), de l'usure des outils...

Le plus souvent, deux types d'outils équipent un rotor : de un à quatre outils traceurs sont intercalés entre deux à quatre outils racleurs. Les premiers incisent l'écorce, les seconds l'arrachent.

#### b) Le dispositif d'alimentation

Trois types de dispositifs solidaires du bâti de la machine sont aujourd'hui prévus pour assurer cette fonction.

■ Le premier type est constitué de trois rouleaux mécanisés et dotés de picots (fig. 7). Ils sont montés en porte-à-faux sur des bras oscillants à rappel automatique vers le centre du rotor et disposés à 120° l'un de l'autre. Sous la poussée du bois, ils s'écartent, entraînent le bois, condamnent sa rotation et le maintiennent au centre du rotor.

■ Le deuxième type comprend en partie basse une chenille crantée ou une chaîne à picots disposés en V, qui circule dans une goulotte. A l'aplomb, horizontalement, sont fixés un ou deux rouleaux

fous en forme de diabolo (fig. 8). Ce dernier système, réglable en hauteur et mû par un vérin pneumatique, descend et plaque le bois sur la chaîne. Les trois fonctions : entraînement, condamnation en rotation et maintien du billon (ou de la grume) sont ainsi assurées.

■ Le troisième mécanisme, assurant dans ces mêmes conditions le passage du bois au travers du rotor, est constitué d'au moins une paire de roues à axes horizontaux (une au-dessus de la grume et une en dessous), en forme de diabolo et dotées de chevrons (fig. 9).

#### c) Le dispositif de sortie

Il est généralement symétrique du dispositif d'alimentation. Dans les autres cas, soit quatre roues mécanisées, montées en tandems superposés et ayant le profil déjà décrit, soit deux chaînes à taquets en V, montées à l'aplomb l'une de l'autre, tirent le bois sortant du rotor.

L'ensemble de ces dispositifs, alimentation et sortie, autorise des vitesses d'écorçage comprises entre 25 et 80 m/min.

#### d) Le dispositif de centrage

Deux technologies sont mises en oeuvre pour aligner l'extrémité de la grume avec le centre du rotor.

■ La position de l'axe du rotor est fixe : le billon ou la grume est saisi(e) en bout d'un convoyeur longitudinal entre des mécanismes analogues à ceux déjà décrits (donc diabolos, chaînes et taquets en V ou diabolos et chaîne à taquets superposés). Tous ces dispositifs sont mécanisés et assurent l'engagement de l'extrémité du bois au centre du rotor, avec reprise intermédiaire par le dispositif d'alimentation solidaire de l'écorceuse. Le réglage en hauteur est effectué au moyen de vérins pneumatiques ou hydrauliques après détection, soit du diamètre, soit de la masse du billon.

■ Le rotor est mobile, verticalement, et la grume ou le billon, acheminé(e) par un transfert mécanisé (chaîne à taquet, train de rouleaux...), est toujours présenté(e) à la même hauteur. Quand un billon coupe le faisceau de la cellule photo-électrique placé à l'extrémité de l'amenage, celle-ci déclenche la descente du presseur vertical qui vient plaquer le bois contre la chenille crantée. Sa position est détectée mécaniquement ou électroniquement, ainsi que celle du rotor. Un vérin assure alors l'alignement du centre du rotor avec celui du bois.

### 1.2.3. Les éléments communs aux écorceuses à fraise et à rotor

#### a) Les commandes

La quasi-totalité des installations d'écorçage commercialisées aujourd'hui et nécessitant la présence d'un opérateur, sont équipées de commandes centralisées sur un pupitre qui devrait être placé systématiquement dans une cabine. Sur les installations automatiques, l'opérateur qui gère, par exemple, le parc à grumes (commande de leur tronçonnage et tri des billons), assure aussi la surveillance de la ligne d'écorçage.

#### b) Le dispositif d'évacuation des écorces

Compte tenu notamment de la quantité et de la dimension des fragments d'écorce, ces derniers ne sont pas captés et aspirés, mais canalisés au moyen de déflecteurs dans des trémies et repris par des convoyeurs vibrants ou des tapis roulants à destination de l'unité de stockage.

#### c) Les protecteurs

Qu'ils soient destinés à condamner l'accès aux outils, rotor ou fraise, aux dispositifs d'alimentation, sortie et centrage du bois d'une part, aux éléments mobiles de transmission d'énergie et de mouvement d'autre part, ils font l'objet du *chapitre 3*.

### 1.2.4. Le mode opératoire

Il est propre à chaque type d'installation. Néanmoins, presque toutes les installations sont dotées d'une chaîne à taquets en V ou d'un train de rouleaux en forme de diabolos crantés, pour acheminer longitudinalement les grumes ou billons vers le poste d'écorçage ; ou bien de plusieurs chaînes à taquets (4 ou 5), pour les aménager en transversal. Dans les autres cas, une grue hydraulique mobile assure l'approvisionnement.

#### 1.2.4.1. L'écorceuse à fraise

Trois cas se présentent :

■ **1°** Le bois est pris entre pointes après centrage en bout des chaînes d'amenage et mis en rotation. La fraise, montée sur un bras basculant guidé parallèlement à l'axe longitudinal du billon, suit son contour et exécute l'écorçage. Le bois supporté par un dispositif, le plus souvent des V escamotables, est dégriffé puis éjecté sur un transfert.

**Fig. 6. Rotor à 5 outils racleurs à pastilles carbures fixées mécaniquement** (Cliché Sté SEGEM)  
- Rotor with five mechanically fixed carbide tipped cutters

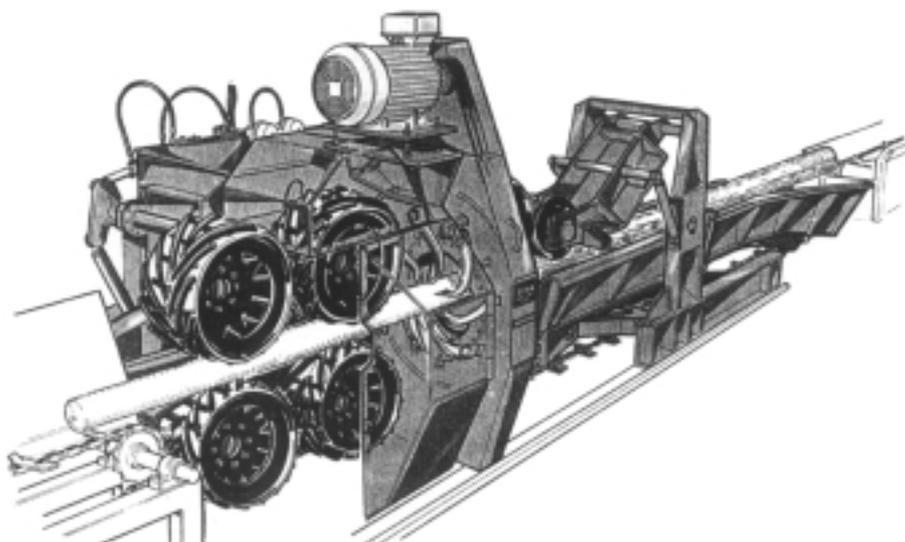


**Fig. 8. Écorceuse à rotor mobile verticalement et entraînement des bois par chenille crantée et diablo** (Cliché Sté ESTERER)  
- Debarker with vertically mobile rotor and wood feeding by bull wheel and buggy drive



**Fig. 7. Écorceuse à rotor à axe fixe avec entraînement et centrage des bois par rouleaux à picots** (Cliché Sté CIRIS)  
- Debarker with fixed-axis rotor and wood feeding and centring by feed rollers

**Fig. 9. Écorceuse à rotor à axe fixe avec entraînement et centrage des bois par roues crantées en chevrons** (Schéma Sté VELON KONE)  
- Debarker with fixed-axis rotor and wood feeding and centring by V-shaped feed rollers



■ ■ **2°/** Le bois est déposé ou éjecté en bout d'une chaîne d'aménagement pour se centrer entre les roues crantées d'un chariot porte-grume ou d'un berceau fixe, puis mis en rotation. Comme nous l'avons vu, deux configurations existent :

- la fraise, montée en bout d'un bras basculant, descend à une extrémité du billon qui défile d'un bout à l'autre, puis remonte. Le billon ainsi écorcé est alors éjecté à gauche ou à droite sur une ligne mécanisée ;

- le bois, fixe en translation, tourne sur lui-même, entraîné par les roues crantées. La fraise, toujours montée sur un bras basculant, est mobile en translation. En effet, le bâti support du bras est guidé parallèlement à l'axe longitudinal de la grume par un monorail ou une voie ferrée. La fraise descend sur le bois, épouse son contour sur toute sa longueur, puis remonte et revient en position de départ. Le bois ainsi écorcé est ensuite éjecté longitudinalement sur une chaîne à taquets ou un train de rouleaux crantés en forme de diabolo.

■ ■ **3°/** Le billon ou la grume, provenant de la ligne d'aménagement, est saisi par les deux rouleaux à picots qui l'entraînent en rotation et le font défiler sur la fraise. Il est ensuite repris et évacué par une chaîne à taquets ou un train de rouleaux crantés.

#### 1.2.4.2. L'écorceuse à rotor ou annulaire

En bout d'aménagement, le bois est saisi par le dispositif d'alimentation de l'écorceuse, le rotor se centre sur l'axe du billon. Celui-ci est poussé contre les couteaux qui s'écartent automatiquement et tournent autour. Le dispositif d'évacuation tire le bois, condamne sa rotation, l'évacue sur un transfert. A l'extrémité du billon écorcé, les couteaux se referment, dans l'attente du suivant.

Quand la position du rotor est fixe, le bois est centré à l'extrémité de la ligne d'aménagement, repris par le dispositif d'alimentation de l'écorceuse - rouleau à picots ou roues crantées - qui condamne sa rotation et le fait défiler au centre des couteaux.

Côté sortie de l'écorceuse, le dispositif d'évacuation - symétrique de celui d'alimentation - tire le billon, contribue aussi à condamner sa rotation et assure son passage sur un transfert mécanisé. Comme précédemment, les couteaux se referment.

## 2. Conditions d'acquisition, de réception, d'implantation et d'installation d'une écorceuse

### 2.1. Acquisition

L'acheteur d'une écorceuse neuve se fera remettre par le cédant la déclaration CE de conformité relative à ce matériel, une notice d'utilisation rédigée en français et comportant, notamment, les paragraphes suivants :

- les conditions de mise en œuvre : manutention, montage, démontage, réglage, maintenance ;
- les conditions d'utilisation ;
- les caractéristiques essentielles des outils ;
- les plans-schémas pour mise en service, entretien, examen, vérification du bon fonctionnement, réparations courantes ;
- les instructions en matière de sécurité.

L'acquéreur d'un matériel d'occasion se fera remettre un certificat de conformité.

Rappelons qu'une machine est d'occasion, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1993, à partir du moment où elle a été déjà utilisée dans tout Etat membre de l'Union européenne (UE) ; a contrario, une machine déjà utilisée dans un état hors UE, pénétrant sur le marché européen en vue d'une nouvelle utilisation, est considérée comme neuve.

### 2.2. Réception de la machine

Lors des opérations de déchargement, de montage et de mise en place, il est nécessaire de prendre le maximum de précautions tant sur le plan humain que sur le plan matériel.

- ■ Utiliser les dispositifs mis en place par construction pour le levage du matériel, qui doit :
  - soit être muni d'accessoires permettant la préhension par un moyen de levage,
  - soit être conçu de manière à permettre l'équipement de tels accessoires,
  - soit avoir une forme telle que les moyens de levage traditionnels puissent s'adapter facilement.

- ■ Vérifier les performances des engins de levage en tenant compte de la masse de la machine et de ses éléments, de la

hauteur du plateau du camion (pour les chariots élévateurs).

- ■ Vérifier que la charge maximale utile des élingues est compatible avec la masse de la machine.

- ■ Passer les élingues sous les parties fixes du matériel.

- ■ Mettre des chiffons de protection entre la machine et les élingues si elles sont métalliques.

- ■ Vérifier avant levage avec des élingues que celles-ci n'endommagent pas des parties saillantes : coffret électrique, levier de commande en particulier.

- ■ Ne pas tenir les élingues à proximité du crochet de levage ni dans les zones où celles-ci passent sous le matériel, pendant la phase de traction au moins.

- ■ Ne pas passer les mains sous la machine sans qu'elle soit positionnée sur des cales, en particulier pour retirer les boulons de fixation aux dés de transport.

- ■ Ne pas passer sous la machine élinguée.

- ■ Quand la machine ou l'un de ses éléments sont déplacés sur des rouleaux, tenir compte, pour la position des mains en particulier, de sa trajectoire et des obstacles : poteaux, murs.

### 2.3. Implantation

#### 2.3.1. Emplacement

Que la machine soit implantée en extérieur - en particulier, installations automatiques avec écorceuse à rotor ou annulaire - ou en intérieur, l'emplacement doit être prévu de telle manière que l'on puisse écorcer les grumes les plus longues compte tenu : des utilisations ultérieures (sciage, déroulage, tranchage), de la zone où est situé le parc à grumes, du mode d'alimentation (pont, portique, chaîne à taquets, grue...), des mécanisations éventuellement liées à l'écorceuse et aussi des structures déjà en place (murs, allées de circulation des opérateurs et des engins de levage...).

Dans tous les cas, le sol doit être plan, dégagé, tenu en état constant de propreté et exempt de trous, de saillies. Si la machine est destinée à être utilisée en extérieur, elle doit être conçue pour travailler dans ces conditions ou protégée en conséquence.

En outre, l'opérateur doit pouvoir évoluer sans gêne et sans risque (coupure, cisaillement, entraînement) autour des machines et des transferts mécanisés. Il convient donc de réserver des allées de passage dont la largeur ne doit en aucun cas être inférieure à 80 cm, comme l'impose le Code du travail.

Afin d'éviter les risques de chocs, de coincement..., liés au passage sous des transferts, ou les chutes dues à l'enjambement des trains de rouleaux, des chaînes à taquets en mouvement, il est indispensable de mettre en place des passerelles munies de rampes (fig. 10). La norme NF EN 15014122-3 [1] précise notamment que la hauteur minimale de ces dernières doit être de 1 100 mm.

Enfin, il convient de prendre en compte le niveau de bruit qu'engendre l'installation d'écorçage et donc des nuisances qu'elle peut apporter à l'opérateur éventuel, aux autres salariés de l'entreprise dont le poste de travail est proche, mais aussi à l'environnement de celle-ci, habitations en particulier situées à proximité (cf. chap. 5).

### 2.3.2. Fondations

La quasi-totalité des écorceuses nécessitent pour leur implantation la réalisation de fondations. Il convient donc de respecter scrupuleusement le dosage du béton, les plans de ferrailage ainsi que ceux définissant en particulier les décalages de niveaux, les surfaces minimales d'appui, le diamètre des broches de scellement et leur entraînes...

Dans le cas des installations d'écorçage encore trop fréquemment implantées à l'extérieur, pour éviter en particulier la formation de flaques d'eau, toujours gênantes et dangereuses par temps de gel, et pour ne pas inonder la fosse de récupération des écorces, il convient de canaliser les eaux de ruissellement et de les évacuer, voire de drainer le terrain.

Dans la mesure où la ligne d'écorçage jouxte des voies de circulation empruntées par des engins de manutention, il est nécessaire de protéger les bases des éléments de structure supportant les aménagements mécanisés en scellant, par exemple, des arceaux métalliques correctement dimensionnés autour ou en les noyant dans des massifs en béton.



**Fig. 10. Exemple de passerelle enjambant le transfert d'aménagement des billons**  
- Example of walkway over the balk transfer conveyor

### 2.3.3. Eclairage

Pour les écorceuses implantées en extérieur, tant qu'il fait jour, l'éclairage naturel est d'une manière générale suffisant.

Pour le travail d'hiver en début et fin de journée, ainsi que pour les installations situées à l'intérieur des bâtiments, il est nécessaire de compenser la baisse du niveau d'éclairage par un apport d'éclairage artificiel. Le seuil réglementaire est effectivement un minimum, la norme NF X 35-103 [2] indique à titre d'exemple que pour les industries du bois, les scieries en particulier, le niveau d'éclairage moyen est de 150 lux. Cette valeur a été adoptée, après concertation, par les associations d'éclairagistes européennes. Il convient donc de respecter cette valeur qui permet d'obtenir de meilleures conditions de travail en sécurité et rend aussi plus facile le travail de l'opérateur.

Dans tous les cas, éclairage naturel ou artificiel, lors de l'implantation du poste de commande, il est nécessaire d'éviter les zones d'éblouissement, ainsi que celles d'ombre trop marquées.

Si un complément d'éclairage naturel est assuré par le toit, se méfier des effets de contre-jour ou des éblouissements éventuels. Dans tous les cas, les postes de travail doivent être protégés du rayonnement solaire. En outre, nettoyer régulièrement les lanterneaux, la pluie n'étant pas toujours suffisante.

En dernier lieu, il est indispensable de pouvoir commander l'éclairage artificiel, en le dotant d'organes de commande d'accès facile depuis les zones de passage et de prévoir des conditions d'entretien ne générant pas de risques supplémentaires. A ce titre, il incombe au chef d'établissement de fixer les règles d'entretien périodique du matériel.

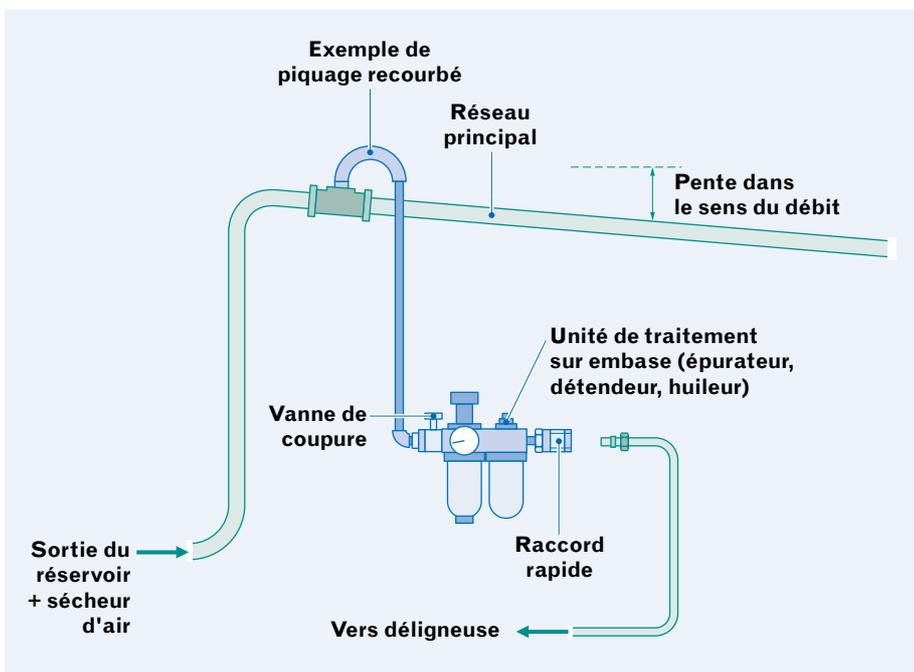
## 2.4. Installation

### 2.4.1. Alimentation électrique

Avant toute chose, vérifier que la tension du moteur correspond à la tension d'alimentation. Couper la ligne du réseau sur lequel on va intervenir. Compte tenu des puissances nécessaires au fonctionnement normal de telles installations, donc des intensités traversant les câbles d'alimentation, il convient de prévoir des conducteurs de section adaptée. La norme NF C 15-100 [3] permet de déterminer celle-ci en fonction de l'intensité, de la longueur, des conditions d'implantation de la ligne.

Pour l'alimentation du chariot équipé de roues crantées ou celle de l'équipage mobile supportant la fraise, assurée souvent par un « téléphérique », il est nécessaire d'employer un câble apte à résister aux fréquentes sollicitations mécaniques auxquelles il est soumis. Le type 'NF H 07' convient bien.

**Fig. 11. Exemple d'alimentation pneumatique**  
- Example of pneumatic power



Quant à l'alimentation de l'écorceuse et des sous-ensembles de mécanisation, train de rouleaux, chaîne à taquets, tapis roulant ou vibrant par exemple, il faut éviter tout branchement volant.

Dès l'instant où le raccordement est effectué par le sol, le câble d'alimentation doit être protégé ou acheminé dans des caniveaux adaptés (selon NF C 15-100 [3]).

S'il traverse des zones de circulation, cette protection doit demeurer efficace, notamment face aux risques d'écrasement, lors du passage d'engins de manutention.

Quant au raccordement proprement dit, il doit être effectué à l'aide de cosses adaptées, dûment repérées et sans omettre de relier le fil de terre (vert et jaune) à la borne prévue à cet effet, repérée par le symbole PE.

Enfin, il est indispensable de tenir compte des prescriptions formulées dans le décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 [15].

#### Remarques importantes

- Dans tous les cas, il y a lieu de faire appel à une personne compétente et habilitée à intervenir sur l'installation électrique.
- Lors de la première mise en route, vérifier le sens de rotation de tous les moteurs, en particulier celui de la pompe hydraulique.

#### 2.4.2. Alimentation pneumatique

La plupart des installations d'écorçage, à fraise ou à rotor, nécessite une alimentation en air comprimé dont la pression de service est comprise entre 6 et 8 bars (fig. 11). Le réseau d'alimentation doit être équipé, en tête, d'un dispositif de séparation avec purge automatique ou manuelle, permettant d'isoler l'écorceuse de sa source d'énergie pneumatique ; toutes les portions de tuyaux risquant d'être détériorées doivent être protégées par des gaines métalliques. Il est bon de rappeler que l'air distribué doit être propre, sec et huilé et qu'en conséquence :

- la prise d'air du (des) compresseur(s) doit s'effectuer dans une zone exempte de pollution ;
- le réseau doit être associé à un sécheur d'air, ce qui n'empêche pas de purger périodiquement les réservoirs d'air. Cet équipement évite en particulier le blocage des tiroirs de distributeur par temps de gel ;
- chaque machine doit être équipée d'une unité de traitement de l'air telle que : épurateur, détendeur, huileur.



**Fig. 12. Tapis d'évacuation des écorces avec protection grillagée**  
- Bark conveyor with net protection

### 2.4.3. Evacuation des déchets

Les écorceuses produisent non seulement des écorces, mais aussi des poussières.

Les déchets, certes valorisables, peuvent induire des risques non négligeables d'incendie et/ou porter atteinte à la santé des travailleurs. En effet, les affections professionnelles provoquées par le bois, telles que dermatite eczématiforme, syndrome respiratoire, fibrose pulmonaire, cancer primitif de l'éthmoïde et des sinus de la face, sont reconnues comme maladies professionnelles (voir tableau de maladies professionnelles n° 47) (1).

Le fonctionnement normal d'une écorceuse à rotor ou annulaire ou à fraise est assujéti à l'évacuation au fur et à mesure des morceaux d'écorce arrachés des grumes ou des billons.

Pour les écorceuses à rotor ou annulaires, qu'elles soient implantées en élévation ou partiellement enterrées, elles sont quasiment toutes prévues pour être équipées de trémies collectant les fragments d'écorce tombant par gravité. Celles-ci doivent donc être raccordées à un dispositif d'évacuation (fig. 12). Le plus souvent, c'est une bande transporteuse ou quelquefois, un convoyeur vibrant qui achemine les écorces vers un lieu de stockage. Lors de l'implantation de la machine, il convient de prévoir un accès pratique facilitant les opérations de nettoyage, voire de débouillage et d'entretien du dispositif de convoyage.

Quant aux poussières émises en particulier lors de l'écorçage de grumes ou billons secs et terreux, leurs captage et aspiration se révèlent plutôt difficiles. Une méthode relativement efficace pour lutter contre cette pollution consiste à mouiller abondamment les bois avant ou pendant l'écorçage, si l'équipement électrique l'autorise. Ce dernier doit être protégé contre les aspersion (d'après NF C 20-010 [4]).

Dans tous les cas, les eaux de ruissellement doivent être collectées et évacuées, qu'elles soient recyclées ou non.

En ce qui concerne les écorceuses à fraise, les fragments d'écorce sont projetés violemment. Le bras supportant la fraise doit donc être muni de déflecteurs les plus enveloppants possible, pour canaliser efficacement le flux de particules (morceaux d'écorce, graviers) vers le dispositif de convoyage. L'utilisateur doit le plus sou-

vent compléter le déflecteur solidaire du bras écorceur par un second de dimensions largement supérieures et fixé le plus près possible du dispositif de convoyage, pour canaliser en particulier les projections rebondissant sur les parties fixes : les concepteurs devraient mieux prendre en compte ce problème pratique.

## 3. Conditions d'utilisation de machines en service

L'objet de ce chapitre n'est pas comme déjà indiqué dans l'introduction, de rédiger un cahier des charges, mais de donner des conseils, formuler des recommandations, voire dégager des voies de solutions permettant d'améliorer le niveau de sécurité des machines en service. Il devrait permettre aux utilisateurs, par comparaison, de vérifier, compte tenu des propositions faites et de l'état de leurs machines, si ces dernières nécessitent ou non des modifications.

### 3.1. Caractéristiques générales des protecteurs

Chaque protecteur doit satisfaire aux prescriptions suivantes, quel que soit l'élément mobile protégé :

- être robuste et adapté aux conditions d'utilisation,
- ne pas occasionner de risques supplémentaires,
- ne pas être facilement démontable,
- être situé à une distance suffisante de la zone dangereuse,
- permettre de repérer parfaitement la zone dangereuse,
- ne pas limiter plus que nécessaire l'observation du cycle de travail,
- permettre les interventions indispensables d'entretien.

### 3.2. Protection

#### 3.2.1. Les éléments mobiles de transmission

On entend par éléments mobiles de transmission, tous les éléments mobiles des mécanismes qui ont comme seules fonctions la transmission ou la transformation du mouvement. L'accès à ces éléments mobiles peut générer des risques d'accident par coincement, écrasement, cisaillement, etc. Il doit donc être interdit

ou réduit au maximum en fonction de ce que l'état de la technique et du coût permettent de faire aujourd'hui, au moyen de protecteurs par exemple.

Ces protecteurs peuvent être fixes, c'est-à-dire que leur démontage ne peut se faire qu'à l'aide d'un outil ou d'une clé. Cette conception de carter n'est à retenir que si les interventions impliquant la dépose des carters sont peu fréquentes. Dans le cas contraire, les protecteurs sont mobiles et demeurent donc fixés sur la machine ; ils sont alors équipés de verrouillages électriques, voire d'interverrouillages [7].

Quand les protecteurs sont réalisés en tôle et forment une boîte percée d'un trou pour le passage de l'arbre récepteur et d'une lumière pour celui de l'axe moteur, il est nécessaire de ménager d'autres orifices pour assurer une libre circulation de l'air ventilé par les poulies et les courroies qui, sinon, s'échauffent, s'allongent et glissent sur les poulies qui patinent. Quelle que soit la solution retenue : perçage de trous, utilisation d'un grillage ou de métal déployé pour la réalisation de l'un des côtés du protecteur, l'accès par ces orifices aux pignons-chaînes, poulies, courroies, engrenages... ne doit pas être possible, même avec un doigt. Le tableau 4 de la norme NF EN 294 [5] fixe à ce sujet les distances de sécurité qu'il convient de respecter. Lors de l'acquisition d'une machine neuve, le cahier des charges devrait préciser cette prescription. Pour les machines d'occasion, lors de la mise en place et avant la mise en service, le reprenneur devrait tenir compte des précisions fournies par cette norme.

Enfin, il serait vivement souhaitable, tant sur les machines neuves que sur les machines en service, de rendre imperdables les dispositifs de fixation des carters, cela bien évidemment pour éviter qu'ils ne soient pas égarés - et le carter non remonté - mais aussi pour faciliter leur remise en place. Une solution simple consiste par exemple à enfile sur les vis passant au travers du protecteur un anneau élastique du type self-locking et si nécessaire, de le loger dans un évidement (lamage par exemple) pour éviter une surépaisseur.

(1) Cf. : *Les maladies professionnelles. Guide d'accès aux tableaux du Régime général et du Régime agricole de la Sécurité sociale.* Paris, INRS/MSA, 2000, ED 835, 2000, 340 p. (également consultable sur le site Web de l'INRS : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)) (ndlr).

### 3.2.2. Les dispositifs de mécanisation

Toute possibilité de coincement, de cisaillement doit être éliminée sur les éléments de transfert, les éjecteurs, les lignes de convoyage des grumes ou des écorces, réalisés au moyen de chaînes à taquets, de tapis, de train de rouleaux cylindriques lisses ou crantés ou bien en forme de diabolos (fig. 13). En particulier, tous les points rentrants, dont l'un des plus caractéristiques est constitué par une chaîne au moment où elle s'enroule sur son pignon, doivent être rendus inaccessibles par construction ou dûment protégés, pour interdire cet accès pendant le fonctionnement normal de l'installation.

### 3.3. La machine

Bien que les deux types d'écorceuses, à fraise ou à rotor, diffèrent technologiquement et ne travaillent pas de la même manière, la mise en place d'une enceinte de protection englobant non seulement la machine mais aussi les dispositifs de mécanisation indissociables, ainsi qu'une partie de la ligne d'amenage et d'évacuation des grumes, convient pour éviter l'accès à tous les éléments en mouvement. Quant à l'opérateur, dès l'instant où il conduit l'installation, il doit être placé dans une cabine

située hors zone dangereuse et regroupant tous les organes de commande.

Dans le cas des écorceuses à fraise, l'enceinte interdira l'accès direct au bras portefraise sur toute sa course, au dispositif assurant la rotation et la translation de la grume (fig. 14). Si ce dernier mouvement est assuré par un chariot guidé sur des rails, toute la trajectoire doit être inaccessible, y compris les butoirs d'extrémité de voie, qui doivent être parfaitement aptes à arrêter toute course intempestive du chariot quelle que soit sa vitesse. Pour les écorceuses à rotor ou annulaires (fig. 15), l'enceinte de protection doit inclure l'ensemble constitué par la machine, les dispositifs de pressage et de centrage, s'ils sont dissociés, ainsi qu'une portion de la ligne de convoyage des grumes, voire la totalité si elle n'est pas protégée par ailleurs.

#### 3.3.1. L'enceinte de protection

Pour remplir pleinement son rôle, l'enceinte doit répondre au moins aux conditions suivantes :

- la clôture ou la barrière interdisant l'accès aux zones dangereuses doit avoir une hauteur minimale de 1400 mm (valeur retenue par la norme NF E 61-120 [6]) ;
- la garde au sol nécessaire pour l'entre-

tien et le nettoyage ne devrait pas excéder 150 mm (valeur conseillée) ;

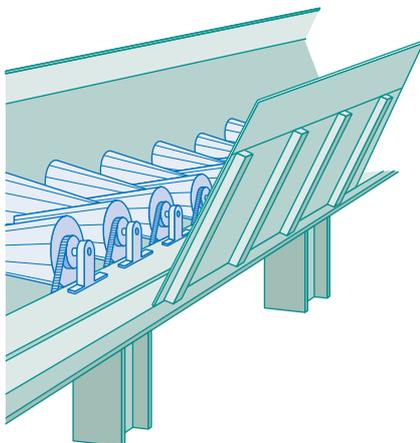
- pour éviter tout risque de coincement ou d'écrasement d'un opérateur entre un élément mobile et les éléments de protection, un espace libre d'au moins 600 mm doit être ménagé (selon NF E 61-120) [6].

Les protecteurs doivent être constitués de panneaux rigides construits avec du grillage, du métal déployé, du treillis ou des barreaux verticaux soudés sur des cadres. Leur structure ne doit pas en faciliter l'escalade. La distance d'implantation par rapport à la zone à protéger en fonction de la forme et de la dimension des orifices (mailles du treillis) par exemple doit tenir compte des prescriptions fixées par la norme NF EN 294 [5].

Dans le cas des écorceuses à fraise montée sur un bras mobile en translation, il est souvent possible de combiner les deux fonctions protection et canalisation des déchets en vissant solidement des déflecteurs (tôle d'acier par exemple) sur l'enceinte dans la zone balayée par la fraise. Pour ce type de machine, l'enceinte peut être constituée d'un bâtiment indépendant n'enfermant que cette installation (fig. 16). L'opérateur étant situé dans une cabine, ce type d'implantation permet de lutter globalement contre toutes les nuisances propres à l'écorceuse à fraise.

**Fig. 13. Exemple de protection d'un train de rouleaux en forme de diabolos crantés, qui évite de plus le basculement d'un billon**

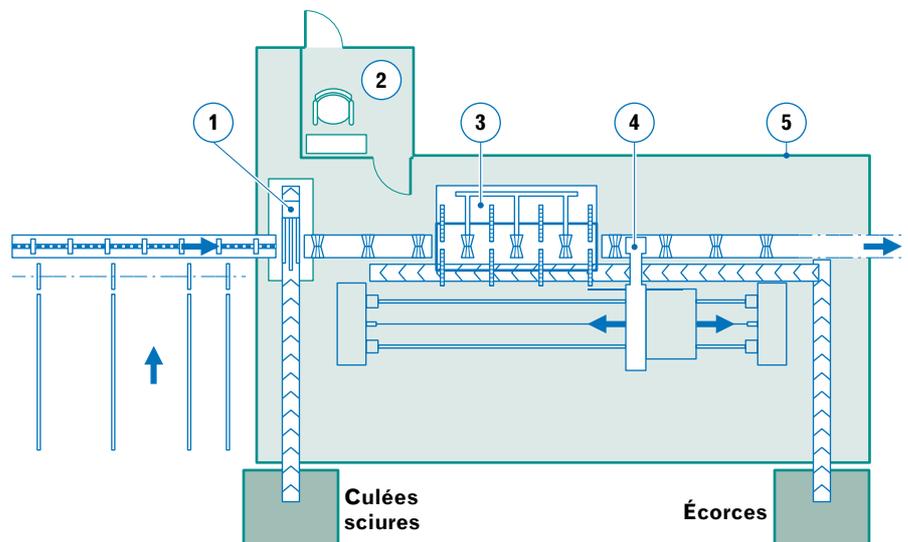
- Example of protection of a set of rollers in the form of a bull wheel and buggy system, which also prevents the bark falling off the conveyor

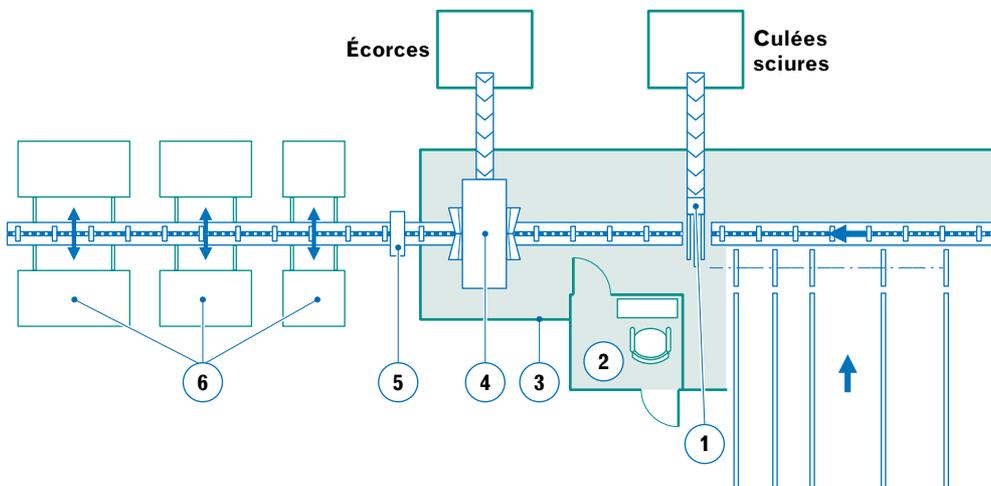


**Fig. 14. Exemple d'enceinte englobant une ligne d'écorçage à fraise**

① Tronçonneuse - ② Cabine de commande de l'installation  
③ Berceau supportant la grume - ④ Écorceuse à fraise mobile  
⑤ Enceinte de protection

- Example of a protective enclosure surrounding a rosser debarking line





**Fig. 15. Exemple d'enceinte englobant une ligne d'écorçage à rotor**

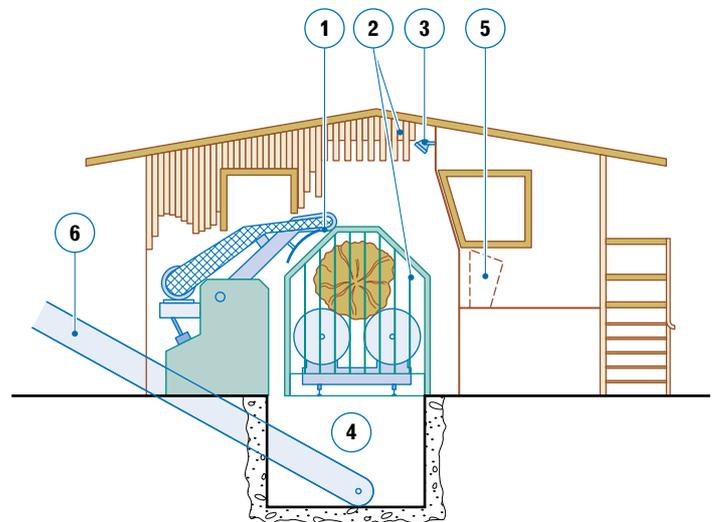
- ① Tronçonneuse
  - ② Cabine de commande de l'installation
  - ③ Enceinte de protection
  - ④ Écorceuse à rotor
  - ⑤ Mesurage
  - ⑥ Casiers de tri
- Example of an enclosure surrounding a rotor debarking line  
 1-Crosscut saw; 2-Control cab;  
 3-Protective enclosure  
 4-Rotor debarker; 5-Measurement;  
 6-Sorting bins

**Fig. 16. Exemple d'implantation d'écorceuse à fraise dans un bâtiment spécifique**

(d'après Sté HAWA)

- ① Ecorceuse à fraise
- ② Isolation thermique et acoustique
- ③ Eclairage d'appoint
- ④ Fosse avec trémie et évacuation des écorces
- ⑤ Cabine de commande
- ⑥ Tapis d'évacuation des écorces

- Example of the installation of a rosserhead debarker in a specific building



- Les éléments de protection doivent :
  - répondre à la nécessité de démontage et remontage rapides pour permettre des interventions lourdes, par exemple le remplacement de machines ou de pièces importantes. Ces opérations doivent nécessiter l'emploi d'outils ;
  - présenter une capacité d'adaptation à une évolution toujours possible, permanente ou temporaire, du site. Pour cela, une conception modulaire est souhaitable.

- Les armoires de commande et de puissance doivent être situées hors de l'enceinte de protection. Toutefois si, dûment fermées à clef, elles ne présentent aucun risque sur le plan mécanique et si leurs dimensions le permettent, elles peuvent être utilisées comme un élément de protection intégré à l'enceinte.

- L'enceinte en elle-même doit être dépourvue de parties saillantes, d'angles vifs, d'arêtes tranchantes ou rugueuses notamment ; son mode de fixation au sol doit être conçu de telle manière qu'en aucun cas, des éléments dépassant dans les zones de passage puissent engendrer des risques de chutes d'opérateurs.

- Au niveau des zones d'entrée et de sortie des grumes de l'enceinte qui ne pourraient pas être rendues inaccessibles, il convient de placer des panneaux d'avertissement indiquant que l'accès est interdit aux personnes non autorisées.

- L'ouverture aménagée pour le passage des bois ne doit en aucun cas être utilisée pour le passage des personnes.

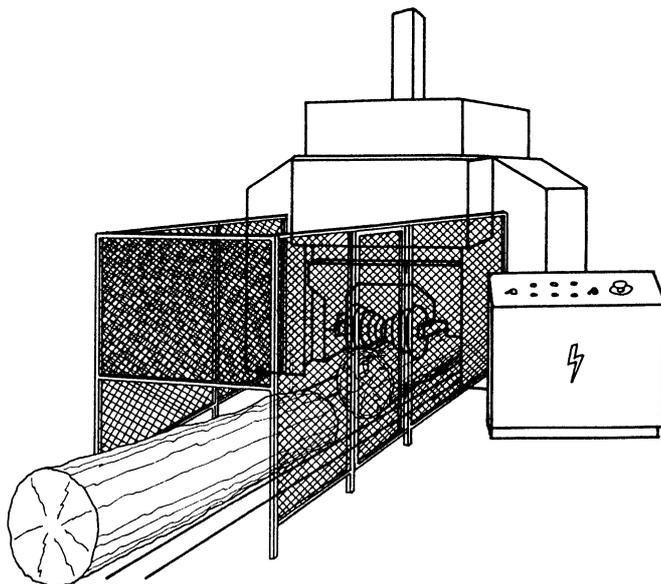
- Enfin, l'enceinte de protection doit être munie d'au moins un portillon d'accès à l'intérieur du site, répondant aux critères suivants :

- être doté d'un dispositif d'interverrouillage choisi conformément à la norme NF EN 1088 [7] ; en conséquence, son ouverture ne doit être possible que si tous les éléments mobiles situés dans l'enceinte sont effectivement à l'arrêt (*fig. 17, page suivante*) ;
- être stable en position ouverte, de telle manière que sa fermeture nécessite une action volontaire ;
- sa fermeture n'engendre aucune remise en marche mais simplement autoriser cette action en utilisant l'organe de commande approprié.



**Fig. 17. Porte interverrouillée permettant l'accès à l'intérieur du site protégé, une fois les éléments mobiles arrêtés**

(Cliché Sté SEGEM)  
- Interlocked door allowing access to the interior of the protected site once the moving parts have stopped



**Fig. 18. Exemple de protection « rapprochée » d'une écorceuse à rotor ou annulaire semi-enterrée**

- Example of a "cage-type guarding system" of a semi-embedded rotor or ring-type debarker

Pour les écorceuses à rotor (ou annulaires), l'interdiction d'accès aux éléments mobiles fixés à l'écorceuse ainsi qu'aux outils, peut être assurée par une protection « rapprochée » (figs. 18 et 19) et non plus par une enceinte englobant la quasi totalité de l'installation, en particulier si les transferts sont protégés par ailleurs.

La machine peut, en effet, être encoffrée avec ses éléments de passage-centrage. L'encoffrement peut être réalisé par des panneaux modulaires constitués de grillages en métal déployé, repris sur des cadres rigides ou mieux, par des panneaux pleins constitués de matériaux isolants aptes à réduire le bruit à la source. Dans les deux cas, suivant les besoins d'accès à la machine, au moins une porte interverrouillée doit être mise en place. L'entrée et la sortie des grumes doivent être aussi réduites que possible afin d'empêcher tout accès direct aux éléments mobiles.

### 3.3.2. La cabine et le poste de commande

Dès l'instant où la ligne d'écorçage nécessite un opérateur, ce dernier devrait être installé à l'intérieur d'une cabine, au sein de laquelle le pupitre regroupant tous les organes de commande nécessaires au fonctionnement normal de l'installation est implanté.

Cette cabine, pour assurer pleinement sa fonction protectrice, doit répondre aux principaux critères ci-après :

- Le poste de travail étant implanté dans une zone permettant une excellente visibilité de la ligne d'écorçage, la cabine ne doit surtout pas réduire cette visibilité : elle doit donc être largement vitrée. Si l'écorceuse n'est pas située à l'intérieur d'un bâtiment, il est nécessaire de mettre en place des pare-soleil pour éviter tout risque de reflets, d'éblouissements toujours gênants et susceptibles d'occulter momentanément une partie de la ligne d'écorçage.

- L'ensemble des panneaux, y compris les surfaces vitrées, doit être constitué, fixé et assemblé de manière à réaliser une cabine permettant de lutter efficacement contre le bruit (fig. 20). Pour cela, il est nécessaire qu'elle soit bien ventilée au moyen de chicanes anti-bruit, pour éviter l'ouverture de la porte. En ce qui concerne les écorceuses à fraise, si la cabine est implantée à proximité du bras porte-fraise pour assurer une bonne visibilité, les surfaces vitrées doivent être protégées contre

tout risque de projection, notamment de cailloux incrustés dans l'écorce, ou réalisées dans des matériaux prévus pour résister à ce type de contrainte : par exemples, verre feuilleté ou polycarbonate.

Si la cabine est en élévation, la plateforme sur laquelle elle est fixée doit être dotée de garde-corps tenant compte des prescriptions fixées par la norme NF EN 15014122-3 [1] ; en particulier, leur hauteur ne doit pas être inférieure à 1 100 mm. L'accès à la plateforme doit être assuré par un escalier, un second peut desservir éventuellement l'intérieur de la zone protégée. Dans tous les cas, la largeur de l'escalier est au moins égale au minimum obligatoire pour les allées de circulation, donc 80 cm, comme cela a déjà été indiqué. Par ailleurs les normes NF EN 15014122-1 [8] et NF P 01-012 [9] indiquent les paramètres auxquels les escaliers doivent satisfaire (notamment angle d'inclinaison, hauteur de rampe). Quant à la nature du matériau constituant les marches, pour des machines souvent implantées à l'extérieur ou nécessitant simplement des déplacements de l'opérateur entre l'extérieur et la cabine de commande, il est vivement conseillé de réaliser les marches en caillebotis pour limiter au maximum les risques de glissades, de chutes.

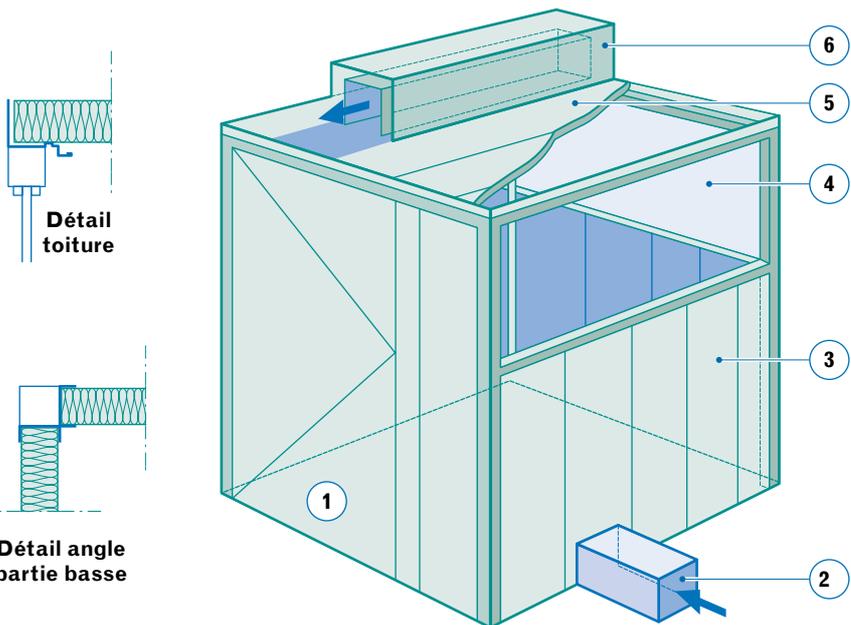
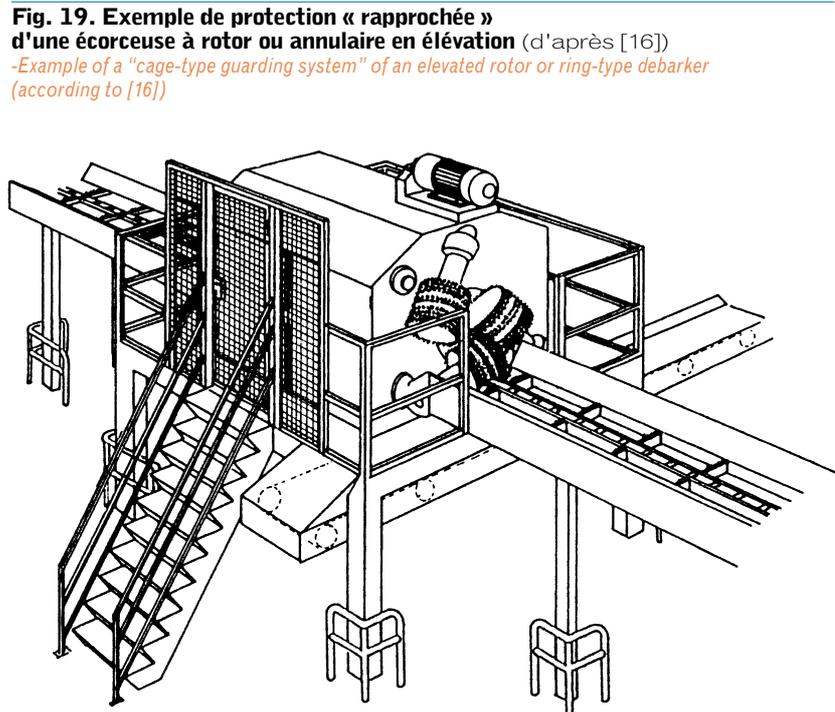
■ Enfin, la cabine doit être spacieuse et dotée d'un siège ou d'un tabouret permettant une posture assis-debout si la forme du pupitre n'a pas été prévue pour le passage des genoux en position assise. Le confort de l'opérateur est aussi un facteur contribuant à l'amélioration de sa sécurité.

### 3.4. Organes de service

#### 3.4.1. Signalisation

Les organes de service sont tous les éléments utiles à l'opérateur pour communiquer des ordres à la machine ou éventuellement pour en recevoir des informations. Il s'agit le plus généralement de boutons-poussoirs, leviers, pédales, volant, cadrans, compteurs, etc.

Les organes de service, dont la fonction n'apparaît pas de manière évidente, doivent être identifiés au moyen de pictogrammes normalisés, solution préférentielle, ou en clair en français. Les indications doivent être inscrites de manière indélébile.



**Fig. 20. Exemple de cabine de commande insonorisée comportant trois façades mixtes, allège pleine et châssis vitré fixe ; une façade retour et porte** (d'après Sté LANGLOIS-SOBRETI)

① Porte double peau ; ② Entrée d'air puisée dans une gaine, compatible avec l'isolement (air pris à l'extérieur) ;

③ Allège pleine en panneaux absorbants ; ④ Vitrage ;

⑤ Panneaux absorbants, toiture ; ⑥ Sortie d'air - silencieux

- Example of a soundproof control cab comprising three mixed walls, breast wall and fixed glazed sash; rear wall and door (from the company LANGLOIS-SOBRETI)

1-Double-skin door; 2-Make-up air inlet drawn from a duct compatible with the insulation (air taken from the exterior); 3-Breast wall made of absorbent panels; 4-Glazed panel; 5-Absorbent panels, roof; 6-Air outlet - silencer

Si nécessaire, lors d'opérations d'entretien ou de réparations, il convient de tenir compte des règles suivantes pour implanter des organes de service :

- les placer hors zones dangereuses,
- les choisir pour limiter au maximum les manœuvres non intentionnelles, par exemple, boutons à touches noyées.
- les disposer de façon à permettre une manœuvre sûre, rapide et sans équivoque.

Pour atteindre ce dernier objectif, choisir et positionner notamment les organes de service pour que leur sens de manœuvre soit le plus intuitif possible par rapport à l'effet obtenu. En plus, il est nécessaire de respecter les sens de manœuvre conventionnels. Par exemple : la rotation dans le sens horaire d'un volant devrait générer, soit un déplacement de la gauche vers la droite, soit du bas vers le haut.

Si cette disposition est applicable aux machines neuves, elle peut être modulée au cas où son application remettrait en cause la conception même de la machine en service.

En ce qui concerne les couleurs des principales fonctions d'une machine, celles à choisir de préférence sont les suivantes :

- blanc : mise en marche/mise sous tension,
- noir : arrêt/mise hors tension,
- rouge : arrêt d'urgence,
- jaune : suppression de conditions anormales.

Pour les voyants et signaux lumineux, les couleurs à retenir sont :

- vert : normal,
- jaune : anomalie/condition critique,
- rouge : danger.

Ces voyants, comme tout moyen de signalisation équipant une machine ou son pupitre de commande, doivent être parfaitement entretenus et nettoyés régulièrement.

### 3.4.2. Mise en marche

Exiger une action volontaire de l'opérateur, pour obtenir la mise en marche d'une machine en ayant agi sur un organe de service prévu à cet effet, est l'un des principes fondamentaux de prévention. Le non-respect de ce principe est à l'origine de nombreux accidents qui ont principalement pour cause la remise en marche inopinée d'une machine lors du rétablissement de l'alimentation électrique après une coupure accidentelle.

Pour atteindre cet objectif, il y a donc lieu d'équiper les machines qui seraient dépourvues d'un dispositif à « manque de tension » de composants à impulsion soit :

- à un contacteur auto-alimenté,
- à un relais ou à un dispositif électronique assurant la fonction d'auto-alimentation.

Dans le même esprit, toute manœuvre d'un dispositif ou d'un organe de service autre que celui normalement prévu pour commander la mise en marche à partir des éléments suivants doit être impérativement interdite :

- protecteur,
- sélecteur,
- bouton d'arrêt (lors de son déblocage),
- dispositif de protection contre les surintensités, surcharges (au réarmement).

### 3.4.3. Arrêt

Les écorceuses doivent être équipées d'un dispositif de commande d'arrêt général. Cette exigence implique la coupure de l'alimentation en énergie sur les actionneurs dans des conditions sûres, c'est-à-dire garantissant que la machine ne peut pas se remettre en marche de façon intempestive.

Quelle que soit la nature de l'organe de commande d'arrêt, l'ordre d'arrêt doit être prioritaire sur celui de mise en marche.

### 3.4.4. Dispositifs de séparation

L'obligation d'équiper toute machine de tels dispositifs vise à donner à l'utilisateur la possibilité de la séparer de sa (ses) source(s) d'alimentation en énergie(s) avant de procéder à des interventions telles que maintenance, entretien, réparation, vérification, etc. Ces dispositifs de séparation doivent, par ailleurs, être équipés pour permettre la dissipation des énergies accumulées et être verrouillables, par exemple au moyen d'un cadenas.

En ce qui concerne l'énergie électrique, la séparation peut être assurée par :

- un sectionneur à commande manuelle,
- un sectionneur équipé de contacts de précoupure,
- un interrupteur sectionneur,
- un disjoncteur possédant la fonction de sectionnement.

**A noter qu'un sectionneur à commande manuelle ne doit en aucun cas être manœuvré en charge.**

## 4. Équipement électrique

Les écorceuses à rotor ou annulaires ou à fraise neuves commercialisées aujourd'hui sont obligatoirement munies des éléments assurant notamment les fonctions suivantes :

■ ■ Séparation omnipolaire et verrouillable permettant d'isoler la machine de sa (ses) source(s) d'énergie ;

■ ■ Protection de toutes les pièces sous tension contre les contacts directs ;

■ ■ Protection contre tout risque résultant d'éventuelles surintensités (courts circuits et surcharges) ;

■ ■ Interdiction de redémarrage intempestif après coupure et rétablissement de l'alimentation électrique ;

■ ■ Commande de mise en marche du moteur ;

■ ■ Commande d'arrêt à chaque poste de travail (dès que nécessaire) ;

■ ■ Affranchissement des risques de contacts directs ou de marche intempestive de tout ou partie de la machine en cas de défauts d'isolement. Un transformateur à enroulements séparés d'alimentation des circuits de commande, protégé et installé comme représenté sur la *figure 21*, est le plus souvent utilisé ;

■ ■ Interconnexion de toutes les masses à la borne générale de mise à la terre. Elle doit être effectuée en parallèle au conducteur de protection (de couleur jaune-vert) et non en série. La prise de terre du bâtiment doit être réalisée suivant la norme NF C 15-100 [2]. Sa valeur doit être compatible avec le seuil des dispositifs existants. Dans le cas où des difficultés techniques ou économiques empêchent de réaliser une prise de terre efficace, ou si une incertitude existe quant à sa valeur, il est possible, et dans certains cas obligatoire, de mettre en place des dispositifs différentiels à haute sensibilité (inférieure à 30 mA). Dans les installations fixes, cette solution doit rester exceptionnelle ;

■ ■ Si l'installation est dotée d'un automate programmable standard (c'est à dire non dédié à la sécurité), les fonctions de sécurité directes, notamment l'arrêt général, l'interverrouillage de la porte d'accès ou du protecteur ne peuvent pas être trai-

tées par la seule logique programmable de la machine. Elles doivent l'être impérativement par des circuits logiques figés réalisés de préférence en technologie câblée : à relais (fig. 22).

Ces systèmes à processeur doivent en outre être protégés des perturbations et des parasites électriques industriels par construction [11] et résister aux contraintes d'environnement climatiques [12, 13] et mécaniques [14], afin d'éviter tout mouvement indésirable et intempestif d'élément de l'installation. On imagine facilement les conséquences de tels mouvements ou de soudaines modifications de séquence. Il convient donc, lors de l'acquisition de tels systèmes, d'obtenir de la part du constructeur la garantie que les mesures techniques ont été prises pour remédier à ces dysfonctionnements. Pour les installations en service, il est possible de mettre en place des filtres adaptés en tête de l'alimentation électrique de l'appareil à protéger.

■ Autorisation d'ouverture de la (des) porte(s) d'accès à l'intérieur de l'enceinte ou de l'encoffrement de la machine quand les outils sont effectivement à l'arrêt, ce qui nécessite :

- un contrôle de leur position en fermeture ;
- un dispositif de détection de vitesse nulle à deux canaux autocontrôlés vérifiant l'arrêt de l'arbre. Il est utilisé pour commander la manœuvre d'un verrou électromagnétique de sécurité, qui n'autorise l'ouverture de cette porte qu'après arrêt effectif des outils ;

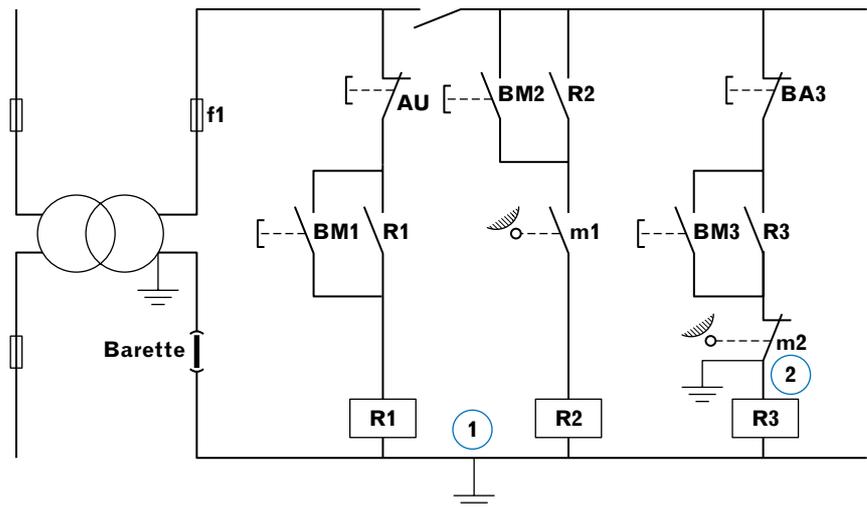
• *en annexe*, le schéma et sa nomenclature illustrent l'interverrouillage du fonctionnement de la machine et de la porte d'accès à la zone dangereuse au moyen d'un tel composant. Le schéma est issu de la fiche pratique INRS ED 39 (cf. *annexe et bibliographie*). Cet interverrouillage remplace celui anciennement réalisé au moyen de 2 relais temporisés et d'un contrôleur de discordance détectant l'éventuelle différence d'information donnée par chacun d'eux et qui condamnait l'ouverture de la porte dès que cette différence dépassait un seuil ne garantissant plus des conditions de travail en sécurité.

Dans tous les cas, il est obligatoire de faire vérifier tous les ans, par un organisme agréé ou une personne compétente en la matière, les installations électriques d'un établissement et des machines. Le rapport qui accompagne nécessairement ces vérifications est le meilleur outil dont puisse disposer l'entreprise pour connaître l'état

**Fig. 21. Mise à la masse de l'une des polarités du transformateur alimentant un circuit de commande (défaut créé intentionnellement)** (d'après ED 581)

les défauts accidentels affectant cette polarité (1) n'introduisent aucune anomalie. Les défauts affectant l'autre polarité (2) provoquent la coupure du circuit (fusion de f1) dès que l'on actionne la commande de démarrage du cycle. En aucun cas, on n'observera un fonctionnement intempestif.

- *Grounding of one of the polarities of a transformer supplying a control circuit (fault created intentionally) (according to ED 581)*



de ses installations électriques et notamment, la mise à la terre des machines en font partie. La suite logique à donner à ce rapport est de traiter les observations.

## 5. Niveau sonore

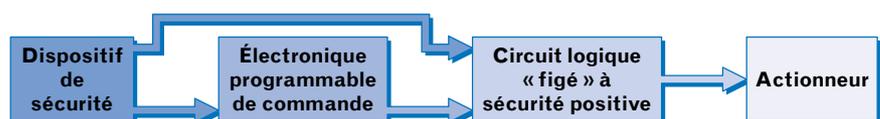
Parmi les possibilités habituellement recensées pour lutter contre le bruit, nous pouvons retenir les voies de solutions suivantes applicables au bruit émis par les écorceuses.

### 5.1. Réduction à la source

Solution préférentielle, elle consiste notamment à :

- remplir les corps creux du bâti de matériaux acoustiques tels que : mousse polyuréthane à pores ouverts ignifugée, laine minérale, etc.,
- mettre des joints sur les carters, les portes équipant la machine,
- utiliser des matériaux dont les qualités permettent de lutter contre la propagation du bruit (matériaux feuilletés, etc.),
- capoter les moteurs électriques.

>>>



**Fig. 22. Principe de traitement des fonctions de sécurité hors automate programmable** (d'après ND 1728)

## 5.2. Suspension antivibratile

Elle limite la propagation du bruit par le sol, pour les machines. Il convient de s'en-tourer d'avis compétents pour définir les bonnes solutions compte tenu des masses et des énergies mises en jeu.

## 5.3. Ecrans

Modifiant la directivité du bruit, les écrans permettent de réduire le niveau de bruit dans une zone limitée à leur voisinage immédiat. Leurs performances dépendent des caractéristiques acoustiques du local et sont la plupart du temps inférieures à 5 dB(A).

## 5.4. Traitement acoustique antiréverbérant des locaux

Si, dans le cadre de la construction ou de l'aménagement d'un atelier, les machines et appareils sont susceptibles de soumettre les travailleurs à un niveau d'exposition sonore quotidienne supérieur à 85 dB(A), la réverbération du local ne doit pas augmenter ce niveau de plus de 3 dB(A). Dans le cas contraire, le local doit recevoir une correction acoustique, dont les performances sont fixées par la réglementation.

## 5.5. Eloignement des machines

La contribution d'une machine donnée au bruit reçu par un travailleur décroît quand la distance augmente. Cette décroissance dépend de la géométrie du local et de ses caractéristiques acoustiques. A titre d'exemple, pour un grand local vide (supérieur à 4 600 m<sup>2</sup>), elle peut passer de 2 dB(A) par doublement de distance pour un local non traité acoustiquement, à 4 dB(A) par doublement de distance pour un local traité. Il y a donc lieu d'en tenir compte lors de toute nouvelle implantation de machine.

## 5.6. Protection individuelle

Le port d'équipements de protection individuelle (EPI) contre le bruit ne devrait constituer qu'un palliatif. Elle est obligatoire dès que :

$$L_{EX,d} > 90 \text{ dB(A)}$$

$$\text{et : } L_{pc} > 140 \text{ dB.}$$

## 5.7. Réduction du temps d'exposition

Le niveau d'exposition sonore quotidienne  $L_{EX,d}$  correspond au niveau d'énergie sonore reçue par le travailleur pendant une durée  $d$ , donc à une dose, produit du bruit par la durée d'exposition. Il est donc possible de réduire l'exposition sonore en réduisant le temps d'exposition, mais compte tenu de la présence de logarithmes dans la formulation mathématique de l'exposition, les correspondances ne sont pas immédiates. Le *tableau* ci-dessous présente quatre configurations, qui correspondent toutes à un niveau d'exposition sonore quotidienne de 90 dB(A), mais à des durées d'exposition et de niveau du bruit différents. Par exemple, un travailleur peut être soumis à un niveau de bruit de 96 dB(A) pendant 2 heures par jour, sans dépasser la limite réglementaire d'exposition sonore quotidienne de 90 dB(A).

| Niveau de pression acoustique [dB(A)] | Durée d'exposition [h] |
|---------------------------------------|------------------------|
| 90                                    | 8                      |
| 93                                    | 4                      |
| 96                                    | 2                      |
| 99                                    | 1                      |

Le niveau sonore du poste de travail peut être aussi abaissé grâce à :

- un bon entretien préventif du matériel, (roulement, graissage,...),
- une utilisation d'outils bien préparés,
- un équilibrage soigneux des pièces en rotation,
- une bonne tension des éléments de transmission (éviter les courroies qui sifflent),
- la pose de silencieux sur les échappements d'air comprimé,
- le remplacement chaque fois que possible des pignonneries métalliques par des organes en matériaux synthétiques (Rilsan®, Nylon®, Nylatron®...),
- la mise en place hors atelier des sources réputées pour leur bruit (compresseur, aspirateur...).

**Il est recommandé d'inclure une « clause bruit » dans le cahier des charges de l'acheteur d'une machine neuve, précisant que la notice d'instruction livrée avec la machine comprendra bien les niveaux de bruit émis par la machine.**

## 6. Conseils

Il n'est pas inutile de rappeler l'importance que revêt la lecture de la notice d'instruction fournie obligatoirement avec chaque machine neuve. Dans le cas d'une machine d'occasion qui en serait dépourvue, il est vivement conseillé de tenir compte des remarques suivantes, même si l'utilisateur est le plus souvent une personne qualifiée, car la maîtrise des risques professionnels ne dépend pas exclusivement de la compétence.

### 6.1. Poste de travail

- Laisser les protecteurs en place et les utiliser.
- Tenir propres et dégagés les abords de la machine. Le nettoyage est capital, tant sur le plan humain que sur le plan matériel.
- Eclairer correctement le poste de travail (voir § 2.3.3).
- Ne pas porter de vêtements flottants.
- Supprimer chaque fois que possible les outils de service, en remplaçant les vis, écrous, boulons par des poignées indexables ou fixes, des boutons, des clés violon et les rendre imperdables, c'est-à-dire solidaires de la pièce qu'ils maintiennent.
- Prévoir sur la machine un système de rangement, facile d'accès, des outils qui n'ont pas pu être supprimés.
- S'équiper d'EPI (équipements de protection individuelle) chaque fois que nécessaire : bouchons d'oreille, casque anti-bruit, chaussures de sécurité, gants lors des changements d'outils... L'INRS publie des guides destinés à faciliter les choix des utilisateurs.
- Pour les écorceuses à rotor ou annulaires, mettre en place, si ça ne l'est déjà par construction, un panneau clairement visible indiquant la longueur minimale des billons admissibles. Si le poste de tron-

çonnage est distinct de celui d'écorçage, mettre un second panneau rappelant cette valeur minimale.

■ Equipier les cellules photoélectriques des écorceuses à rotor ou annulaires de buses de soufflage d'air comprimé pour les nettoyer par intermittence (par exemple tous les 10 billons), afin d'éliminer toute intervention manuelle à proximité de la zone dangereuse et d'éviter au maximum tout risque de dysfonctionnement de la machine.

■ Placer, au niveau des transferts, des dispositifs anti-basculement des billons, notamment aux changements de direction à 90°.

## 6.2. Outil et montage

■ Signaler à l'affûteur, lors du changement d'outil, tout problème rencontré pour lui faciliter la tâche et pour qu'il corrige le défaut constaté voire mette au rebut l'outil en cause.

■ Changer régulièrement les outils, avant que l'écorçage ne soit de mauvaise qualité. La remise en état sera plus facile et les variations de production, par baisse de la vitesse d'aménagement, réduites au minimum.

■ Utiliser les outils de service fournis avec la machine et surtout pas de rallonge ou de marteau pour serrer les vis.

■ Vérifier que les lames sont bien affûtées et de même masse avant leurs mises en place.

■ Remplacer les vis de blocage présentant des têtes matées ou déformées.

■ Nettoyer les rainures du porte-outils.

## 6.3. Utilisation de la machine

■ Supprimer les gros nœuds trop saillants ainsi que les départs de petites branches parfois oubliés au façonnage en forêt et qui peuvent engendrer un mauvais écorçage, des risques de coincement, de basculement voire de chute des billons sur les lignes de transferts. Pour les écorceuses à rotor ou annulaires, un gros nœud mal arasé sur un billon peut présenter à ce niveau un diamètre incompatible avec la capacité maximale de la machine et entraîner des risques d'accidents lors des interventions de dégagement. Il convient donc de les éliminer.

■ De la même manière, il est préférable de réduire la patte des grumes. Cette opération facilite en particulier leur convoyage, ainsi que celui des dosses en scierie, élimine le problème de la variation de diamètre et diminue le temps de mise au rond en déroulage. Si les grumes ne sont pas « dépatées », il convient de se méfier de l'augmentation du diamètre et, dans le doute, il faut contrôler cette cote avant l'engagement du bois dans l'écorceuse.

■ Redresser au maximum par billonnage les grumes mal conformées, courbes notamment, avant de les écorcer, quel que soit le type d'écorceuse.

■ En ce qui concerne les écorceuses à rotor ou annulaires, il est impératif de respecter l'intervalle entre deux billons, fixé par construction, pour garantir un fonctionnement normal de la machine et en particulier, un passage efficace. Quand par nécessité technique, changement d'essence écorcée en particulier, il faut modifier la pression sur les couteaux écorceurs, ne pas omettre de modifier celle des presseurs pour éviter toute mise en rotation de la grume.

## 6.4. Entretien

■ *Le nettoyage est capital.* Il est impératif de maintenir les machines et l'atelier propres.

■ Un entretien régulier de tous les organes vitaux mécaniques, électriques, pneumatiques, hydrauliques, prolonge la durée de vie de la machine, assure le maintien de ses performances et constitue un facteur important de sécurité.

■ Tenir compte de la périodicité des opérations de graissage et de lubrification prescrites par les constructeurs. Remplacer les filtres (clé de voûte de tout circuit hydraulique). Utiliser pour cela les produits conseillés ou de stricts équivalents.

■ Avant toute opération de maintenance ou d'entretien, consigner la machine (sectionneur verrouillé sur 0), le signaler chaque fois que nécessaire par une pancarte, en particulier quand plusieurs opérateurs sont utilisateurs de cette machine. Purger le circuit d'air comprimé et éventuellement pour les machines concernées, isoler ou décharger les accumulateurs hydrauliques (équipant notamment les écorceuses à rotor ou annulaires) et mettre à la bâche le circuit. Si les presseurs doivent être maintenus écartés ou en position

haute, suivre les consignes prévues par le constructeur : pose de broches ou de sangles adaptées et légèrement tendues à leur mise en place.

■ Pour les interventions sur les circuits de commande, dans le cas de méconnaissance dans ce domaine, ne pas hésiter à faire appel à un spécialiste compétent.

■ Changer les deux roulements d'un arbre, même si un seul est défectueux.

■ Remplacer toutes les courroies d'une transmission et non seule la courroie détériorée ou cassée. Ne pas oublier de corriger la tension après quelques heures de fonctionnement.

■ Remettre impérativement en place les protecteurs fixes, après une opération ayant nécessité leur(s) dépose(s).

■ Vérifier périodiquement le bon fonctionnement des verrouillages ou des interverrouillages, les remettre impérativement en état si nécessaire.

■ Surveiller périodiquement (une fois par mois, par exemple) le ou les câbles de l'installation, les retendre si nécessaire et les changer au premier toron qui s'effiloche. La correction de tension est obligatoire après quelques jours d'utilisation d'un câble neuf.

■ Veiller après chaque opération d'entretien ou de réparation à ce que tous les outils soient bien récupérés avant de quitter la zone d'intervention (machine, chaîne d'aménagement, transfert...).

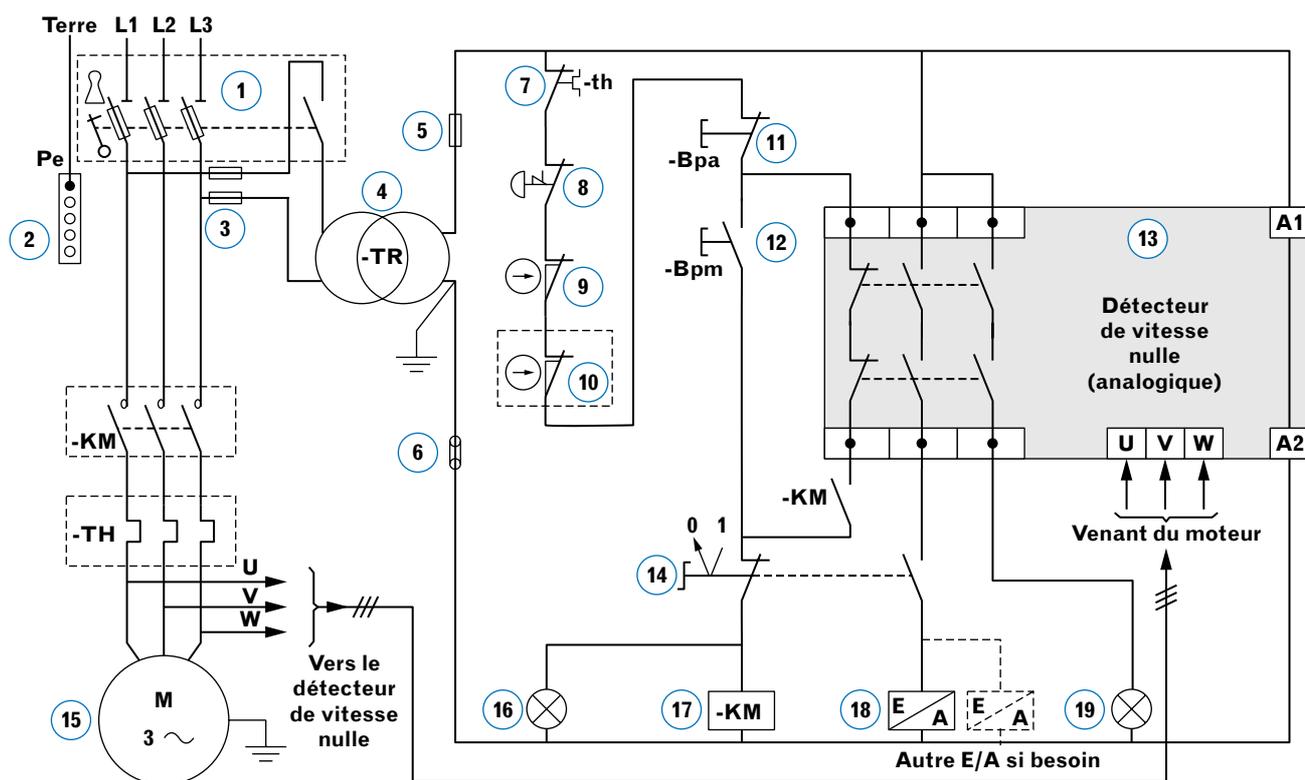
■ Un entretien quotidien, des réglages minutieux, des prouesses au niveau de l'affûtage ne pourront avoir de résultats tangibles que si la machine et son environnement répondent à des conditions d'installation, d'utilisation correctes et que si la formation du personnel est bien assurée, mise à jour pour une application optimale des nouvelles technologies.

*Annexe : voir p. suivante*

>>>

## ANNEXE

**EXTRAIT DE LA FICHE PRATIQUE ED 39 (INRS)**  
**Schéma électrique d'interverrouillage d'un protecteur mobile avec un verrou électromagnétique**  
**(moteur à démarrage direct)**



- 1 Sélecteur porte-fusible avec contact de précoupe.
- 2 Bornier de terre.
- 3 Fusibles de protection du circuit primaire du transformateur.
- 4 Transformateur à enroulements séparés.
- 5 Fusible de protection du circuit de commande.
- 6 Barrette.
- 7 Contact associé au relais thermique (TH).
- 8 Bouton d'arrêt type coup de poing.
- 9 Interrupteur de position à manœuvre positive d'ouverture associé au protecteur mobile à interverrouiller.
- 10 Interrupteur de position à manœuvre positive d'ouverture associé au verrou (détection de la position du pêne).
- 11 Bouton poussoir arrêt moteur.
- 12 Bouton poussoir de mise en marche moteur.
- 13 Détecteur de vitesse nulle à deux canaux autocontrôlés.
- 14 Commutateur de mise sous tension de l'électro aimant d'interverrouillage.
- 15 Moteur.
- 16 Voyant de mise sous tension moteur.
- 17 Bobine du contacteur de puissance du moteur (KM).
- 18 Bobine de l'électroaimant d'interverrouillage du protecteur.
- 19 Voyant indiquant la vitesse nulle (machine sous tension).

## BIBLIOGRAPHIE

## Normes - réglementation - règles techniques

- [1] NF EN 15014122-3 (idem E 85-003) - Sécurité des machines. Moyens permanents d'accès aux machines. Paris, AFNOR, août 2001, 17 p.
- [2] NF X 35-103 - Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail. Paris, AFNOR, oct. 1990, 35 p.
- [3] NF C 15-100 - Installations électriques à basse tension. Règles. Paris, AFNOR, déc. 1995, 704 p.
- [4] NF EN 60529 (C 20-010) - Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP). Paris, AFNOR, juin 2000, 52 p.
- [5] NF EN 294 (E 09-010) - Sécurité des machines. Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs. Paris, AFNOR, sept. 1992, 24 p.
- [6] NF E 61-120 - Robots manipulateurs industriels. Prévention des accidents d'origine mécanique. Techniques de protection par obstacles dans la conception des sites de production. Paris, AFNOR, mai 1993, 24 p.
- [7] NF EN 1088 (E 09-051) - Sécurité des machines. Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs. Principes de conception et de choix. Paris, AFNOR, juin 1996, 44 p.
- [8] NF EN 15014122-1 (idem 85-001) - Sécurité des machines. Moyens permanents d'accès aux machines. Paris, AFNOR, août 2001, 13 p.
- [9] NF P 01-012 - Dimensions des garde-corps. Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier. Paris, AFNOR, juil. 1998, 24 p.
- [10] NF EN 60204-1 (C 79-130) - Equipements électriques des machines industrielles. Paris, AFNOR, avr. 1998, 99 p.
- [11] NF EN 61000-6-2 (idem C 91-006-2) - Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 6-2 : Normes génériques. Immunité pour les environnements industriels. Paris, AFNOR, août 1999, 16 p.
- [12] NF EN 60068-2-1 - Essais d'environnement. Deuxième partie : essai à froid. Paris, AFNOR, juin 1995, 41 p.
- [13] NF EN 60068-2-2 - Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Deuxième partie : essais. Essais B : chaleur sèche. Paris, AFNOR, juin 1995, 51 p.
- [14] NF EN 60068-2-6 - Essais d'environnement. Partie 2 : essais - Essai Fc : vibrations (sinusoïdales). Paris, AFNOR, sept. 1995, 47 p.
- [15] Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 modifié relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques. Journal Officiel du 24 novembre 1988.
- [16] Sicherheitsregeln für Ortsfeste Entrindungs-maschinen. Holz-Berufsgenossenschaft Technischer Aufsichtsdienst, 1986, Fascicule ZH 1/3 17.

## Documents INRS

- Fiche pratique de sécurité - Interrupteurs de position à ouverture forcée. Paris, INRS, ED 15, 4 p.
- Fiche pratique de sécurité - Verrou électromagnétique avec contrôle intégré de position du pêne. Paris, INRS, ED 39, 4 p.
- Fiche pratique de sécurité - Réussir l'acquisition d'une machine ou d'un équipement de production. Paris, INRS, ED 103, 6 p.
- Schémas électriques des machines industrielles et sécurité. Paris, INRS, ED 581, 1993, 62 p.
- Machines et équipements de travail. Mise en conformité. Paris, INRS, ED 770, 1993, 36 p.
- Exposition des travailleurs au bruit. Méthode de mesurage. Paris, INRS, ED 772, 1994, 56 p.
- Réduire le bruit en entreprise. Paris, INRS, ED 808, 1997, 96 p.
- Les équipements de protection individuelle de l'ouïe. Choix et utilisation. Paris, INRS, ED 868, 2001, 40 p.
- Sécurité des machines et équipements de travail. Moyens de protection contre les risques mécaniques. Paris, INRS, ED 807, 2000, 104 p.
- Guide technique de sécurité - Sites robotisés. Paris, INRS, ND 1728, mise à jour 1998, 12 p.

## Adresses utiles

Les documents techniques ou relatifs à la prévention des accidents peuvent être obtenus auprès des organismes suivants.

## Normes :

Association Française de Normalisation - AFNOR  
17, avenue Francis-de-Pressensé,  
93571 Saint-Denis-La Plaine cedex.

## Documents techniques

ou relatifs à la prévention :

Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics - OPPBTP  
204, rond-point du Pont-de-Sèvres,  
Tour Amboise,  
92516 Boulogne-Billancourt cedex.

Centre Technique du Bois et de l'Ameublement - CTBA  
10, avenue de Saint-Mandé,  
75012 Paris.

Association Française de l'Eclairage - AFE  
52, boulevard Malesherbes,  
75008 Paris.

Les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et les Caisses générales de Sécurité sociale (CGSS) assurent également la diffusion de ces documents.

© INRS, 2003.

*Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause, est illicite.*

*Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du Code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de deux ans et d'une amende de 150 000 euros (article L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle).*

**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14**

Tiré à part de *Cahiers des notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail*, 2<sup>e</sup> trimestre 2003, n° 191 - ND 2188 - 1 500 ex.

N° CPPAP 804/AD/PC/DC du 14-03-85. Directeur de la publication : J.-L. MARIÉ. ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-1152-8

Imprimerie de Montligeon - 61400 La Chapelle Montligeon