

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les usines de pâte et de papier

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales¹, de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays. Les directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement avec les **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse suivante:

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

¹ C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performance qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans les installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs particuliers à chaque site et l'établissement d'un calendrier adapté pour leur réalisation.

Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments distinctifs du projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement, et d'autres facteurs propres au projet. La mise en oeuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur la base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires. Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, les normes les plus rigoureuses seront retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de

performance proposés permettent de protéger la santé de la population humaine et l'environnement.

Champ d'application

Les Directives EHS qui s'adressent à l'industrie de la pâte et du papier présentent des informations applicables aux ces établissements qui ont trait à la fabrication de pâtes chimique et mécanique à partir du bois, la réduction en pâte de fibres recyclées et la transformation en pâte de matières premières qui ne sont pas du bois comme la bagasse, la paille et le roseau. Elles ne traitent pas de la production ou de la collecte des matières premières qui sont examinées dans les directives EHS qui concernent ces sujets. L'annexe A présente une description des activités de ce secteur particulier.

Ce document se compose des sections ci-après :

- Section 1.0 — Description et gestion des impacts propres aux activités considérées
- Section 2.0 — Indicateurs de performance et suivi des résultats
- Section 3.0 — Bibliographie et sources d'information supplémentaires
- Annexe A — Description générale des activités
- Annexe B — Directives relatives aux effluents et aux émissions / Références pour l'utilisation des ressources

1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Cette section résume les questions d'ordre environnemental, sanitaire et sécuritaire liées à la fabrication de la pâte et du papier du verre qui se posent généralement au cours de la phase d'exploitation, et elle présente des recommandations sur la manière de les gérer. Les recommandations relatives à la gestion des questions communes à la plupart des grandes installations industrielles aux cours des phases de construction,

d'exploitation et de démantèlement figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

Les questions environnementales les plus importantes qui se posent aux usines de fabrication de pâte et de papier au cours de la phase d'exploitation portent sur les aspects suivants :

- Les eaux résiduaires
- Les émissions atmosphériques
- Les déchets
- Le bruit

Les eaux résiduaires

Les activités de fabrication de pâte et de papier peuvent produire des rejets d'eaux résiduaires de 10-250 mètres cubes par tonne métrique (m³/t) de pâte séchée à l'air (PSA)². Avant le traitement, les effluents des usines de pâte contiennent un nombre élevé de solides en suspension totaux (SST ; provenant principalement de la cuisson, du criblage, du processus de réduction en pâte, du lavage et du blanchiment et également des résidus d'écorçage et de la récupération chimique des substances inorganiques et des charges) ; une demande biochimique en oxygène importante (DBO ; résultant principalement de l'écorçage par voie humide ; du criblage, du lavage et du blanchiment) ; une demande chimique en oxygène substantielle (DCO) et de nombreux composés organiques dissous (dont la plupart résultent de l'écorçage par voie humide, de la cuisson/réduction en pâte, du criblage, du lavage, du blanchiment et des déversements de liqueurs de l'atelier de récupération chimique) qui peuvent contenir des dibenzodioxines polychlorés (PCDD, poly chlorinated dibenzodioxins) et des dibenzofuranes polychlorés (PCDF, poly

² La pâte séchée à l'air est une pâte qui est sèche à 90%.

chlorinated dibenzofurans) communément appelés dioxines et furanes chlorés. Lorsque des techniques de blanchiment libres de chlore élémentaire (LCE) ou totalement libres de chlore (TLC) sont utilisées, les concentrations de dioxines et de furanes dans les effluents sont inférieures aux limites de détection.³

Parmi les sources de composés d'azote et de phosphore qui sont relâchés dans les eaux résiduaires et contribuent potentiellement à l'eutrophisation des eaux réceptrices figure la matière première du bois qui est également une source d'acides résiniques. Les acides résiniques, en particulier ceux qui proviennent de la pâte de conifères, peuvent être toxiques pour les poissons et les invertébrés benthiques. Les phénols chlorés peuvent être produits par le blanchiment de la pâte à base de chlore élémentaire.

Les rejets des eaux résiduaires risquent de poser d'autres problèmes liés à la contamination des poissons, à leur couleur due à la teneur en DCO et aux rejets de liqueur noire, aux déversements de pâte de cuves débordantes et au ruissellement des parcs à rondins de bois. Cette dernière source peut contenir des produits chimiques toxiques (comme des tanins, des phénols, des résines et des acides gras) qui s'échappent du bois d'œuvre par percolation, de la terre et d'autres matières de l'écorce emportées par l'eau.

³ Parmi les produits chimiques énumérés dans l'annexe C de la Convention de Stockholm, seuls les PCDD et PCDF ont été identifiés comme étant produits lorsque du chlore élémentaire est utilisé pour fabriquer la pâte. Parmi les 17 congénères PCDD/PCDF contenant du chlore qui se classent en 2^e, 3^e, 7^e et 8^e positions, seulement deux congénères – soit 2,3,7,8-TCDD et 2,3,7,8-TCDF – ont été identifiés comme pouvant potentiellement être générés lorsque le blanchiment chimique de la pâte s'effectue avec du chlore. La formation des 2,3,7,8-TCDD et 2,3,7,8-TCDF intervient essentiellement au cours de l'étape C du blanchiment par le biais de la réaction du chlore avec les précurseurs du TCDD et du TCDF (PNUE, 2006).

Gestion des eaux résiduaires – Considérations générales

Des informations sur les stratégies de conservation de l'eau qui sont applicables à la plupart des établissements industriels et peuvent contribuer à réduire les flux d'eaux résiduaires sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les stratégies de prévention des eaux résiduaires propres à cette branche d'activité, potentiellement applicables à presque tous les processus de fabrication de pâte et de papier, sont indiquées ci-après. Les méthodes recommandées pour la prévention et le contrôle des eaux résiduaires englobent les mesures suivantes :

- Ecorcer le bois par voie sèche ;
- Disposer de systèmes de collecte et de recyclage des rejets temporaires et accidentels provenant des déversements d'eaux de fabrication ;
- Prévoir des cuves en nombre suffisant et contenant des volumes équilibrés pour l'entreposage de la pâte, l'entreposage du cassé de fabrication et l'entreposage de l'eau blanche pour éviter ou réduire les rejets d'eaux de fabrication ;
- Recycler les eaux résiduaires, avec ou sans récupération simultanée des fibres (en utilisant des filtres ou en installant des ateliers de flottation) ;
- Séparer les eaux résiduaires contaminées des eaux résiduaires non contaminées (propres) en veillant à collecter et réutiliser les eaux de refroidissement et les eaux de scellement sans contact ;
- Les eaux de ruissellement potentiellement contaminées proviennent du ruissellement en provenance des aires de manipulation des rondins et du bois, du matériel de traitement, des toits des bâtiments et des espaces situés immédiatement autour des aires de traitement de l'usine. Ces eaux doivent être combinées avec les effluents provenant des eaux de fabrication pour être traitées.

Les principes directeurs applicables à la gestion des eaux de refroidissement et des informations supplémentaires relatives aux eaux de ruissellement figurent dans les **Directives EHS générales**.

Gestion des eaux résiduaires – Usines de pâte Kraft et de pâte au sulfite

Les méthodes supplémentaires de prévention et de contrôle des eaux résiduaires pour les usines de pâte Kraft et de pâte au sulfite sont présentées ci-après :

- Dégénération à l'oxygène avant le passage dans l'atelier de blanchiment ;
- Lavage efficace de la pâte avant le blanchiment (usines de pâtes Kraft et au sulfite) ;
- Diminution ou élimination de la formation de 2,3,7,8-TCDD et 2,3,7,8-TCDF dans les processus de blanchiment du bois et des matières autres que le bois en prenant les mesures suivantes ⁴ :
 - Remplacer le blanchiment effectué avec du chlore élémentaire par du blanchiment libre de chlore élémentaire (LCE) ⁵ ou du blanchiment totalement libre de chlore (TLC) ;
 - Réduire l'application de chlore élémentaire en diminuant le multiple de chlore ou en augmentant la substitution de dioxyde de chlore pour le chlore moléculaire ;
 - Minimiser l'entrée de précurseurs comme le dibenzo-p-dioxine et le dibenzofurane dans l'atelier de blanchiment en utilisant des additifs sans précurseur et un lavage rigoureux ;
 - Maximiser le retrait des nœuds ;

⁴ PNUE, 2006.

⁵ Le blanchiment LCE requiert la fabrication de bioxyde de chlore (ClO₂) sur site. Il est nécessaire que le processus ClO₂ choisi ne produise qu'une faible quantité de chlore en tant que sous-produit de la fabrication de ClO₂.

- Éliminer la réduction en pâte de masses de particules contaminées par des phénols polychlorés ;
- Retrait des acides hexenuroniques par légère hydrolyse pour la pâte de bois de feuillus, en particulier de l'eucalyptus ;
- Collecte et recyclage des déversements de liqueurs de cuisson épuisées ;
- Retrait et réutilisation des condensats provenant de l'évaporation et des lessiveurs pour réduire les composés de soufre réduit total (SRT) qui sont à l'origine de mauvaises odeurs (usines de pâtes Kraft et au sulfite) ;
- Neutralisation de la liqueur de cuisson épuisée avant évaporation et réutilisation du condensat pour réduire les matières organiques dissoutes (usines de pâte au sulfite) ;
- Également, récupération chimique aussi bien dans les usines de pâte Kraft que dans les usines de pâte au sulfite.

Gestion des eaux résiduaires – Usines de pâte mécanique et de pâte mécano-chimique

Les méthodes supplémentaires de prévention et de contrôle des eaux résiduaires pour les usines de pâte mécanique et de pâte mécano-chimique consistent à :

- Minimiser les pertes occasionnées par les mises au rebut ;
- Maximiser la recirculation de l'eau dans le processus de réduction en pâte mécanique ;
- Appliquer des épaisseurs pour séparer efficacement les systèmes d'eau des usines de fabrication de pâte de ceux de usines de fabrication de papier ;
- Séparer les systèmes d'eau des usines de fabrication de pâte de ceux des usines de fabrication de papier et utiliser des systèmes d'eau à contre-courant, des usines de fabrication du papier vers les usines de fabrication de pâte,

pour réduire la consommation totale d'eau, les SST et les matières organiques dissoutes.

Gestion des eaux résiduaires – Usines de pâte et de papier intégrées

Les méthodes supplémentaires de prévention et de contrôle des eaux résiduaires pour les usines de pâte et de papier intégrées consistent à :

- Recycler l'eau blanche, en récupérant les fibres au moyen de filtres à disques, de filtres à tambour ou de dispositifs de microflottation, et minimiser le nombre de points de prélèvement d'eau douce sur le système de l'eau blanche ;
- Séparer le traitement des eaux résiduaires résultant des opérations de couchage du papier, p. ex., par ultrafiltration - en recyclant les produits chimiques de couchage ;
- Remplacer les produits chimiques de fabrication potentiellement toxiques par des alternatives moins nocives.

Traitement des eaux résiduaires

Les technologies de traitement des eaux résiduaires au point de rejet dépendent de plusieurs facteurs dont la composition des effluents, les exigences mesurables sur la qualité des effluents et le lieu de rejet (p. ex., rejet directement dans un cours d'eau ou prétraitement avant le rejet vers une usine de traitement des eaux résiduaires municipale ou autre). Le traitement des eaux résiduaires d'une usine de fabrication de pâte doit en général comporter un traitement primaire qui comprend la neutralisation, le criblage, la sédimentation (ou parfois la flottation/l'hydrocyclonage) pour retirer les matières solides en suspension, un traitement biologique/secondaire pour diminuer le contenu organique des eaux résiduaires et détruire les matières organiques toxiques et, moins fréquemment, un traitement tertiaire pour réduire davantage la toxicité, les

matières solides en suspension, les matières organiques et la couleur. Les processus de traitement des eaux résiduaires produisent des boues qui doivent être gérées en tant que déchets ou sous-produits.

Les technologies génériques pour le traitement des eaux résiduaires sont examinées dans les **Directives EHS générales**. Les applications recommandées propres et communes aux usines de pâte et aux usines de papier sont les suivantes :

- **Traitement mécanique primaire** : On a généralement recours à la décantation mécanique dans une lagune de clarification ou un bassin de décantation pour débarrasser les eaux résiduaires des fibres ou autres matières solides en suspension. Parfois, des agents de floculation chimique sont appliqués pour faciliter le retrait des matières solides en suspension ;
- **Traitement secondaire** : La plupart des opérations de fabrication de pâte et de papier subissent un traitement biologique qui résulte en des rejets relativement importants de polluants organiques, dont des composés toxiques comme les acides résiniques et les matières organiques chlorées. Les applications spécifiques comprennent une variété de types et de configurations de traitement biologique. Les systèmes les plus utilisés consistent en une combinaison (i) de boues activées ; (ii) d'étangs aérés ; (iii) de filtres biologiques de divers types, souvent en association avec d'autres méthodes ; (iv) d'un traitement anaérobie en tant que prétraitement et d'un traitement biologique aérobie ensuite ; et (v) d'autres formules combinant différentes méthodes lorsqu'il est nécessaire d'atteindre des niveaux d'efficacité élevés ;

- En outre, il est parfois nécessaire de prolonger le temps d'aération pour réduire les composés toxiques comme les acides résiniques et les acides gras ;
- Le prétraitement biologique anaérobie est préférable pour certains types d'effluents qui ont des DBO/DCO élevées et contiennent peu de substances toxiques, comme les condensats provenant de la fabrication de pâte au sulfite et les effluents générés par la production de pâte mécanique et les fibres cellulose de récupération (FCR), en veillant à réutiliser les condensats purifiés restants pour réduire la consommation totale d'eau et les volumes d'effluents.

Émissions atmosphériques

Les principales émissions atmosphériques causées par la production de pâte et de papier englobent les éléments suivants : gaz produits lors de la fabrication, différents selon le type de processus de réduction en pâte utilisé et pouvant comprendre des composés du soufre (avec les problèmes d'odeur nauséabonde que cela implique), matières particulaires, oxydes d'azote, composés organiques volatiles, chlore, dioxyde de carbone et méthane. Les autres sources d'émissions comprennent généralement les gaz d'évacuation des usines d'incinération et des unités de production de vapeur et d'énergie auxiliaires qui émettent des matières particulaires, des composés du soufre et des oxydes d'azote.

Gaz produits lors de la fabrication – Usines productrices de papier Kraft et de sulfates

Gaz malodorants (usines Kraft) – Les processus Kraft de réduction en pâte émettent généralement des composés de soufre réduit extrêmement malodorants, que l'on désigne sous le nom de soufre réduit total (SRT), et parmi lesquels figurent l'hydrogène sulfuré, le mercaptan méthylique, le sulfure de diméthyl et le bisulfure de diméthyl. Les usines de traitement

des eaux résiduaires peuvent parfois être la source de gaz nauséabonds, mais cette source joue généralement un rôle moins significatif que celle que représentent les activités de fabrication. Les stratégies recommandées pour la gestion des émissions de gaz malodorants consistent à procéder ainsi :

- Pour les usines de pâtes Kraft (au sulfate) blanchie ou non-blanchie, les gaz malodorants en provenance de tous les conduits d'aération lors du traitement de la liqueur noire, de la pâte non-blanchie marron non lavée, de la pâte non-blanchie marron partiellement lavée, de la pâte non-blanchie non-blanchie ainsi que les condensats doivent être collectés et incinérés pour oxyder entièrement tous les composés de soufre réduit ;
- Dans le cas de gaz très concentrés (qui proviennent en général des condensats et des conduits d'aération des lessiveurs), un système d'incinération d'appoint doit être prévu et conçu pour prendre la relève du système principal, en fonction des besoins, ce qui permet de minimiser les purges de gaz SRT dans l'atmosphère ;
- Dans le cas de situations délicates (p. ex., la proximité de zones résidentielles), il faut envisager l'utilisation d'un incinérateur d'appoint ou d'un autre lieu d'incinération pour les gaz SRT peu concentrés. Il est recommandé d'utiliser la chaudière de récupération comme lieu d'incinération à cet effet ;
- Dans la mesure du possible, le point de rejet dans l'atmosphère des conduits d'aération d'urgence qui sont indispensables doit consister en une cheminée haute et chaude, comme la chaudière de récupération ou de production d'énergie.
- Envisager de bloquer et de capturer les émissions gazeuses produites par l'usine de traitement des eaux

résiduaires pour ensuite les incinérer en cas de problèmes sérieux, ce qui est inhabituel.

L'incinération des gaz SRT peut s'effectuer dans le contexte du matériel de transformation, de préférence dans la chaudière de récupération où le soufre peut être récupéré, mais également dans la chaudière de production d'énergie. Pour les gaz concentrés, on peut citer comme autres options le four à chaux (bien que l'on doive prendre en compte la production de sulfate de calcium engendrée) ou un incinérateur externe séparé.

Chaudières de récupération (*usines de fabrication de pâtes Kraft et au sulfite*) – Les émissions provenant des chaudières de récupération se caractérisent généralement par la présence de matières particulaires et de dioxyde de soufre. Les autres principaux constituants comprennent les oxydes d'azote et, parfois, de l'hydrogène sulfuré dans les usines de production de papier Kraft. La récupération du dioxyde de soufre est considérée comme fondamentale dans les usines productrices de sulfates. Les stratégies primaires de gestion des émissions qui viennent d'être énumérées englobent les mesures suivantes :

- Oxydation de la liqueur noire avant évaporation par contact direct⁶;
- Réduction des émissions de soufre en concentrant la liqueur noire dans l'évaporateur (usines Kraft) pour atteindre plus de 75% de matières solides sèches avant l'incinération dans la chaudière de récupération ;
- Réduction des émissions de soufre en contrôlant les paramètres du processus de combustion dans la chaudière de récupération, en particulier, la température,

⁶ Applicable aux établissements existants car les évaporateurs par contact direct sont interdits dans les nouveaux établissements.

l'alimentation en air, la distribution de la liqueur noire dans le four et le chargement du four (usines Kraft) ;

- Réduction des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) en contrôlant les conditions de chauffage, comme l'excès d'air ;
- Collecte des émissions de SO₂ par absorption dans une solution alcaline pour générer une nouvelle liqueur de cuisson (usines de fabrication de pâte au sulfite).

La conception des cheminées doit se conformer à l'approche établie dans le cadre des bonnes pratiques internationales de fabrication (Good International Industry Practice, GIIP) qui figurent dans les **Directives EHS générales**.⁷

Fours à chaux (*usines Kraft*) – Le processus de réaction à la calcination a, pour résultat, de produire des émissions de NO_x, SO₂ et des matières particulaires. Des gaz SRT peuvent également être relâchés lorsque le sulfure de sodium (Na₂S) n'a pas été correctement éliminé de la boue de chaux. Les stratégies primaires de gestion des émissions indiquées reposent sur les mesures suivantes :

- Les émissions de SO₂ doivent être réduites en utilisant un combustible à faible teneur en soufre et en contrôlant l'excès d'oxygène ;
- Les émissions de NO_x doivent être diminuées en contrôlant les conditions de chauffage ;
- Les émissions d'hydrogène sulfuré doivent être réduites en faisant fonctionner le four de manière adéquate et en contrôlant les résidus de sulfure de sodium dans la boue de chaux. Cela est réalisable en lavant et en filtrant correctement la boue de chaux pour enlever le sulfure de

⁷ Pour les usines de pâte, il peut s'agir d'une seule cheminée haute, généralement d'une hauteur de plus de 100 mètres au-dessus du sol de l'aire immédiatement environnante ou telle que définie par la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques.

sodium et diminuer la teneur en eau (pour atteindre environ 20 à 30%), ce qui permet au sulfure résiduel de s'oxyder sur le filtre, au contact de l'air, avant que la boue séchée ne pénètre dans le four.

Les mesures secondaires recommandées pour le contrôle des émissions précitées consistent à :

- Utiliser des contrôles secondaires pour les émissions de particules, par exemple des précipitateurs électrostatiques dans les chaudières de récupération, les chaudières auxiliaires et les fours à chaux ;
- Utiliser des contrôles secondaires pour les émissions de SO₂, par exemple des épurateurs alcalins par voie humide pour enlever les gaz acides et les sous-produits provenant de l'incinération des gaz SRT.

Composés organiques volatiles (toutes les usines)⁸ – Les composés organiques volatiles (COV) sont émis dans l'atmosphère à partir de chaudières à usage général qui ont été mal conçues et qui brûlent des combustibles à base d'écorce et d'autres bois.

Dans les usines de fabrication de pâte mécanique, les principales sources d'émissions de COV englobent l'évacuation de l'air provenant du lavage des copeaux et de l'unité de condensation, où la vapeur produite par les processus de réduction en pâte mécanique, contaminée par les composantes volatiles du bois, est condensée. Les concentrations de COV dépendent de la teneur en résine du bois et des techniques particulières employées pour le défilage. Les substances émises comprennent des acides acétiques, des acides formiques, de l'éthanol, des pinènes et des terpènes. Les

mesures recommandées pour minimiser les émissions de COV sont les suivantes :

- Assurer que les émissions de COV provenant de la réduction en pâte mécanique du bois à forte teneur en produits d'extraction (résine) soient recueillies dans les unités de récupération de la chaleur et l'épurateur de démarrage (pour la vapeur de la réduction en pâte thermo-mécanique – thermo-mechanical pulping, PTM), et collecter et soumettre à un traitement supplémentaire les composés volatils. L'air évacué qui contient des COV peut être incinéré dans les chaudières existantes ou dans un four séparé. Les terpènes peuvent être récupérés à partir des condensats contaminés qui contiennent principalement des terpènes ;
- Faire fonctionner les chaudières à écorce en utilisant un excès d'oxygène suffisant pour empêcher les émissions de COV (et de CO) tout en minimisant la formation de NO_x. La technique du lit fluidisé est préférable pour les chaudières à déchets solides.

Sources de combustion

Les usines de fabrication de pâte et de papier consomment énormément d'énergie et de vapeur, ayant parfois recours à des chaudières auxiliaires (chaudières à écorce et chaudières à vapeur supplémentaires) pour produire de l'énergie à partir de la vapeur. Les émissions liées au fonctionnement de ces sources d'énergie à partir de la vapeur comprennent généralement les sous-produits de la combustion comme le NO_x, le SO_x, des matières particulaires (MP), des composés organiques volatils (COV) et des gaz à effet de serre. Les stratégies de gestion préconisées entrent dans le cadre d'une approche combinée qui fait appel à la réduction de la demande énergétique, l'utilisation de combustibles plus propres et l'application de contrôles des émissions là où cela est nécessaire. Dans les usines de

⁸ Cette section examine les COV autres que les composés malodorants qui ont été examinés précédemment.

fabrication de pâte non intégrées à bon rendement énergétique, la chaleur générée par la combustion de la liqueur noire et de l'écorce doit excéder les besoins énergétiques de tout le processus de production.

Des recommandations en matière de bon rendement énergétique figurent dans les **Directives EHS générales**. Parmi les recommandations supplémentaires propres aux activités de fabrication de pâte et de papier, il convient de :^{9, 10}

- Réduire les pertes de chaleur et la consommation de chaleur en augmentant la teneur en matières solides sèches de l'écorce ; améliorer l'efficacité des chaudières à vapeur (p. ex., en utilisant des économiseurs) ; rendre plus efficace le système de chauffage secondaire (p. ex., eau chaude à environ 85 °C) ; augmenter l'utilisation de la chaleur secondaire pour chauffer les bâtiments ; accroître la concentration de la pâte à un niveau élevé et maintenir également un système d'eau bien fermé et un atelier de blanchiment relativement bien fermé ;
- Réduire la consommation d'énergie électrique en maintenant une pâte aussi consistante que possible lors du criblage et du nettoyage ; contrôler la vitesse des gros moteurs ; utiliser des pompes à vide efficaces ; et dimensionner correctement les tuyaux, les pompes et les ventilateurs ;
- Maximiser la production d'énergie électrique en maintenant une pression élevée dans la chaudière ; veiller à ce que la pression de la vapeur sortante dans la turbine à contre-pression soit toujours la plus faible possible, dans la limite de ce qui est techniquement faisables ; utiliser une turbine à condensation pour produire de l'énergie à partir de

l'excès de vapeur et faire en sorte que la turbine fonctionne avec la plus grande efficacité ; et préchauffer l'air et le combustible qui sont mis dans les chaudières.

Les principes directeurs applicables à la gestion de faibles émissions qui proviennent de la combustion pour une capacité d'entrée de chaleur égale ou inférieure à 50 MW_{th}, y compris des conseils relatifs aux émissions d'échappement, sont présentés dans les **Directives EHS générales**. Les principes directeurs relatifs aux sources de combustion supérieures à 50 MW_{th} figurent dans les **Directives sur l'énergie thermique**.

Résidus et déchets

Les usines de fabrication de pâte et de papier génèrent généralement des quantités importantes de matières solides non-dangereuses mais très peu de déchets dangereux. Les déchets propres à cette branche d'activité sont constitués par l'écorce provenant de l'écorçage du bois, la moelle résiduelle provenant de la réduction en pâte de la bagasse, les boues inorganiques (p. ex., les boues de liqueur verte, les boues de chaux) résultant de la récupération chimique, les ordures ((p. ex., les plastiques) qui sont séparées du papier/carton dans les usines FCR (de fibres cellulosiques de récupération), les boues de fibres (c.-à-d., du clarificateur primaire) et les boues biologiques dues au traitement des eaux résiduaires. Une petite quantité de déchets dangereux est produite dans toutes les usines et comprend des résidus d'huile et de graisse, des rebuts de matériel électrique et des résidus chimiques qui représentent normalement environ 0,5-1kg/tonne de produit.

La classification des déchets solides en déchets solides dangereux et déchets solides non-dangereux doit être fondée sur les critères de réglementation locale. Les déchets dangereux et les déchets non-dangereux doivent être soigneusement séparés pour réduire le volume de déchets qui

⁹ EU BREF (2001).

¹⁰ Consulter également Williamson (1994) pour obtenir des informations supplémentaires sur les améliorations possibles en matière d'efficacité énergétique.

pourraient être contaminés par des matières dangereuses et, par conséquent, être classés comme dangereux. Les principes directeurs pour la gestion et l'élimination en toute sécurité des déchets industriels dangereux et des déchets industriels non-dangereux sont indiqués dans les **Directives EHS générales**. Les principes directeurs qui s'adressent au domaine particulier que représentent les usines de pâte et de papier prévoient de :

- Réduire les volumes de déchets solides autant que possible en réutilisant et en recyclant les matières sur site. À cet effet, on peut, par exemple :
 - Recycler les boues de fibres ;
 - Réintroduire les nœuds et les résidus du criblage dans le processus de digestion ;
 - Améliorer l'assèchement des boues pour pouvoir les brûler plus facilement (souvent dans des chaudières auxiliaires, en utilisant un combustible d'appoint) ;
 - Réduire la production de déchets organiques comme l'écorce en procédant à l'écorçage dans la forêt (laissant l'écorce sur place pour bonifier le sol) ;
 - Incinérer les déchets organiques comme l'écorce¹¹ dans des chaudières génératrices de vapeur pour réduire la consommation totale de combustible.
- Pour la gestion des déchets, il est également recommandé de :
 - Minimiser les déchets d'écorçage¹² en manipulant du bois propre puis en isolant la partie organique propre qui peut être utilisée comme combustible pour la production de vapeur et en mettant en décharge la partie restante ;

¹¹ « L'écorce » se réfère à la partie principale de l'écorce relativement propre qui est retirée des rondins et peut être utilisée comme combustible pour les chaudières à combustible solide.

¹² « Les déchets d'écorçage » représentent une partie plus petite de l'écorce, contaminée par de la terre et des graviers, qui risque de ne pas convenir en tant que combustible.

- Valoriser les cendres d'écorce, les cendres de bois et les autres cendres qui peuvent être utilisées comme matériaux de remblayage dans le bâtiment et la construction des routes et comme agent de bonification des sols ; sinon, les mettre en décharge ;
- Les boues de chaux (usines Kraft) sont normalement recyclées dans le cadre du système de récupération de l'usine, mais les boues en excès ont une valeur commerciale et peuvent servir à chauler les sols acides ; sinon, les mettre en décharge ;
- Les boues de liqueur verte (usines Kraft) peuvent être utilisées comme couverture journalière dans les décharges de déchets solides après avoir été davantage asséchées ou, moins fréquemment, comme engrais pour les forêts (sur la base d'une analyse des teneurs en éléments nutritifs et des impacts potentiels provenant de leur application sur les sols). Elles peuvent également être un agent de neutralisation pour les eaux résiduaires acides ;
- Les boues de désencrage (usines FCR) peuvent servir de charge pour d'autres qualités de papier ou être compostées avec d'autres matières organiques pour la préparation de produits destinés à être utilisés sur le sol ; sinon, les incinérer ;
- La moelle (usines de bagasse) peut être compostée avec d'autres matières organiques pour la préparation de produits qui seront employés sur le sol ; sinon, les incinérer ;
- Les boues de fibres peuvent être recyclées et remises dans le circuit de la production sur le site, vendues à d'autres usines ou envoyées hors site pour être utilisées avec d'autres produits. Elles peuvent également être incinérées ou servir de couverture quotidienne dans les décharges ;

- Les boues biologiques peuvent être incinérées dans la chaudière à écorce avec les boues de fibres ou, après évaporation, être incinérées dans le système de récupération des usines Kraft. On peut également les composter avec d'autres matières organiques pour la préparation de produits qui seront appliqués sur le sol ;
- Les boues du traitement tertiaire peuvent être mélangées à d'autres boues pour être brûlées dans la chaudière à écorce ou compostées avec d'autres matières organiques pour la préparation de produits destinés au sol.¹³

Bruit

Les usines de fabrication de pâte et de papier sont bruyantes en raison de leurs activités qui impliquent l'utilisation d'un grand nombre de matériel mécanique et de véhicules de transport, de nombreuses activités physiques et une grande quantité d'énergie produite principalement par les pompes à vide, les pompes liquides et les systèmes de génération de vapeur. Les principes directeurs pour la gestion du bruit sont présentés dans les **Directives EHS générales**.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

Les questions d'hygiène et de sécurité au travail doivent être examinées dans le contexte d'une évaluation complète des dangers et des risques, y compris, par exemple, une étude

¹³ L'applicabilité des méthodes de gestion des boues dépend de la qualité réelle des boues et du type de boues. Par exemple, l'incinération dans la chaudière de récupération n'est généralement applicable qu'aux boues biologiques dans les usines Kraft. L'incinération dans une chaudière à écorce ou un incinérateur séparé n'est réalisable que pour les boues avec des teneurs relativement élevées en matières organiques et des teneurs élevées en matières solides sèches. Le compostage n'est possible qu'avec des boues qui ont des teneurs élevées en matières organiques. Les boues en provenance d'une usine de traitement des eaux résiduaires doivent être évaluées au cas par cas pour déterminer si elles constituent des déchets dangereux ou des déchets non-dangereux et examiner les impacts potentiels dus à leur épandage.

d'identification des risques (hazard identification study [HAZID], une étude des risques et opérabilité (hazard and operability study [HAZOP]), ou d'autres études d'évaluation des risques. Les résultats doivent être pour établir une gestion adéquate des questions en matière d'hygiène et de sécurité, lors de la conception de l'établissement et des systèmes de travail sécuritaires ainsi que lors de la préparation et de la communication des procédures de travail sécuritaires.

Les mesures à caractère général liées à la conception et à l'exploitation des établissements et aux activités de suivi visant à gérer les risques principaux en matière d'hygiène et de sécurité au travail sont examinées dans les **Directives EHS générales**. Des principes directeurs généraux qui s'appliquent plus particulièrement aux activités de construction et de démantèlement sont également présentées ainsi que des conseils sur la formation à assurer en matière d'hygiène et de sécurité, l'équipement de protection individuelle (EPI) et la gestion des risques physiques, chimiques, biologiques et radiologiques, qui sont valables pour toutes les industries.

Les questions relatives à l'hygiène et la sécurité au travail dans les usines de pâte et de papier qui nécessitent une attention supplémentaire portent sur les aspects suivants :

- Les risques chimiques
- Les risques corporels
- La farine de bois
- Les agents biologiques
- La chaleur
- Les espaces confinés
- Le bruit
- La radiation

Risques chimiques

De nombreux produits chimiques sont utilisés et fabriqués dans les usines de pâte et de papier et ils peuvent avoir des impacts adverses sur la santé et la sécurité des travailleurs. Les produits chimiques en question sont les suivants :

Le gaz – comme les composés de soufre réduit (fabrication de pâte kraft), les composés des oxydes de soufre, principalement le dioxyde de soufre (fabrication de pâte kraft et de pâte au sulfite), le chlore, le dioxyde de chlore, les terpènes et autres composés organiques volatils, et l'oxygène ;

Les liquides – dont l'hydroxyde de sodium et d'autres produits caustiques, des acides comme l'acide sulfurique, les sous-produits de la cuisson comme la térébenthine, l'hypochlorite de sodium, la solution aqueuse de dioxyde de chlore, le dioxyde d'hydrogène, les biocides, les additifs utilisés pour la fabrication du papier, les solvants, les teintures et les encres ; et

Les solides – dont le chlorate de sodium, le sulfate de sodium, la chaux, le carbonate de calcium, les cendres et l'amiante (utilisée pour l'isolation).

Les mesures recommandées pour empêcher, minimiser et contrôler les impacts potentiels des produits chimiques sur la santé et la sécurité des travailleurs consiste à :

- Automatiser au maximum les opérations de réduction en pâte et de blanchiment pour que les opérateurs puissent assurer et contrôler le déroulement des processus à partir de salles de contrôle à l'abri de l'exposition potentielle aux produits chimiques et à d'autres risques pour l'hygiène et la sécurité. Le contrôle efficace des processus permet également de minimiser l'utilisation de produits de blanchiment et d'autres produits chimiques ;

- Prévoir des contrôle d'ingénierie, comme des vannes de blocage pour les lessiveurs automatiques ; une aspiration localisée à l'endroit des lessiveurs en discontinu et des réservoirs de décharge capables de purger l'air dès que les gaz se dégagent des récipients ; une pression négative dans les chaudières de recouvrement et les tours à lessive utilisant du dioxyde de sulfite et de soufre pour empêcher les fuites de gaz ; des enceintes ou semi-enceintes ventilées sur les récipients utilisés après le lessivage ; des convoyeurs, des ascenseurs et des réservoirs d'entreposage de la chaux fermés ou ventilés ; des enclos sous forme de marquises avec une ventilation aspirante propres à chaque tour de blanchiment et pile laveuse ; et des enceintes sur les séchoirs à feuilles ;¹⁴
- Installer des moniteurs de gaz en continu munis d'alarmes là où des fuites ou la production de gaz dangereux risquent de se produire, par exemple, au niveau de la récupération chimique, de l'espace d'entreposage du chlore, du générateur de dioxyde de chlore et des espaces de blanchiment, et fournir à tous les employés, les entrepreneurs et les visiteurs qui fréquentent ces lieux des respirateurs d'évacuation d'urgence ;
- Tenir à jour une base de données de tous les produits chimiques utilisés et fabriqués dans l'usine, y compris les données sur les risques, la toxicologie, les propriétés biologiques, etc. ;
- Identifier et empêcher les réactions chimiques susceptibles de résulter en la formation de gaz dangereux et d'autres substances (p. ex., la combinaison de la liqueur provenant de la production de pâte au sulfate et des acides dans le système des eaux résiduaires peut produire de l'hydrogène sulfuré). Il est nécessaire d'examiner tous les produits

¹⁴ Organisation internationale du travail, Encyclopédie de sécurité et de santé au travail, 4^e édition, Chapitre 72, L'industrie du papier et de la pâte à papier, Les risques professionnels et les moyens de prévention

chimiques utilisés ou fabriqués sur le site pour déterminer leur réactivité avec d'autres classes de produits chimiques utilisés dans l'établissement ;

- Étiqueter, marquer, emballer et entreposer tous les produits chimiques et les matières dangereuses conformément aux exigences et normes reconnues au niveau national et international ;
- Assurer que les employés des entrepreneurs, y compris les entrepreneurs qui assurent la maintenance lors de la période de démantèlement, ont reçu la formation nécessaire sur les procédures en matière de sécurité sur le site et appliquent ces procédures qui portent, entre autres, sur l'utilisation de l'équipement de protection individuel et la manipulation des produits chimiques ;
- Apprendre aux travailleurs comment manipuler le dioxyde de chlore et le chlorate de sodium. Passer de l'eau sur les déversements de chlorate de sodium et maintenir mouillé tout vêtement contaminé jusqu'à ce qu'il soit lessivé ;
- Éviter l'emploi de chlore élémentaire pour le blanchiment ;
- Utiliser des encres et des teintures à base d'eau (plutôt qu'à base de solvants) ;
- Veiller à ce que la poussière ne s'accumule pas dans les réservoirs d'entreposage du soufre ;
- Mettre en œuvre un programme d'inspection et de maintenance pour empêcher et identifier les fuites, les défaillances du matériel, etc.

Risques corporels

La défaillance des systèmes de verrouillage/étiquetage est souvent responsable des blessures les plus graves dans cette branche d'activité. C'est pourquoi, il est indispensable d'appliquer les procédures de verrouillage/étiquetage renforcées décrites dans les **Directives EHS générales**.

Risques corporels généraux

Parmi les mesures préconisées pour empêcher, minimiser et contrôler les risques corporels généraux (p. ex., les trébuchements, les chutes et les risques liés à la manipulation des matières), il faut :

- Installer sous les convoyeurs qui croisent des couloirs ou des routes des plateformes pour y recueillir ce qui pourrait s'en échapper ;
- Nettoyer rapidement les déversements ;
- Utiliser des surfaces antidérapantes qui permettent le drainage dans les endroits où l'on se déplace à pied ;
- Installer des garde-corps sur les passerelles qui sont proches des chaînes de production ou à même hauteur, et délimiter clairement les voies de circulation destinées aux véhicules et aux piétons ;
- Equiper le matériel mobile d'une protection anti-capotage ;
- Établir des routines pour assurer que les charges lourdes ne soient pas déplacées par des grues en la présence d'employés en dessous ;

Sécurité des machines

Les usines de pâte utilisent du matériel de transformation du bois et d'autres machines comme des écorceuses et des déchiqueteuses qui ont le potentiel d'exposer les travailleurs à de graves blessures.

Les recommandations visant à empêcher, minimiser et contrôler les blessures dues au matériel de déchiquetage et d'écorçage¹⁵

¹⁵ Les techniques destinées plus particulièrement à minimiser les blessures associées au matériel de découpage et d'écorçage sont présentées dans US OSHA (2003), à consulter à : http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/log_breakdown.html

consistent à :

- Installer sur le matériel qui comportent des parties mobiles (p. ex., les points de coincement par attraction entre les chaînes et les roues dentées des convoyeurs ; les tambours des convoyeurs, les courroies de transmission, les poulies et les axes de rotation ; les cylindres des machines à papier ; les rouleaux d'alimentation des déchiqueteuses ; etc.) des dispositifs de protection ou des verrouillages qui empêchent d'accéder aux parties mobiles ;
- Les machines doivent être arrêtées et verrouillées avant de procéder aux activités de maintenance et de nettoyage et aux réparations ;¹⁶
- Les travailleurs doivent recevoir une formation particulière sur l'utilisation sécuritaire du matériel d'écorçage et de déchiquetage et des autres machines ;
- Les postes de travail doivent être alignés pour minimiser le risque d'exposition des individus à des fragments provenant de cassures ;
- Le matériel doit être régulièrement inspecté et entretenu pour éviter les défaillances ;
- Tous les employés qui opèrent du matériel tranchant doivent utiliser une protection pour les yeux et d'autres dispositifs dans le cadre de l'EPI, en fonction des besoins.

Les activités de manipulation des rondins de bois

Les rondins de bois sont généralement déchargés à partir de wagons de chemin de fer ou de gros camions et sont empilés par des machines avant d'être déplacés vers les convoyeurs de rondins de bois et les tables d'alimentation pour billes pour être

¹⁶ Consulter, par exemple, la réglementation de U.S. Occupational Health Administration for Pulp, Paper, and Paperboard Mills, 29 Code of Federal Regulations (CFR) 1910.261(a), et les codes appropriés de l'Institut américain sur les normes nationales (American National Standards Institute) comme O1.1-2004: Woodworking Machinery Safety Requirements (exigences de sécurité concernant les machines à bois).

transformés dans l'usine de pâte. Les blessures dues au mouvement des véhicules dans les parcs à rondins peuvent être graves et s'ajoutent aux blessures qui peuvent intervenir lorsque des rondins roulent et tombent, s'échappent du matériel de manutention ou sont délogés des piles où l'on entasse les rondins de bois.

Les recommandations destinées à empêcher, minimiser et contrôler les blessures dans les parcs à rondins de bois sont les suivantes ¹⁷ :

- Établir des pratiques pour le déchargement des rondins de bois, du bois d'œuvre et des copeaux ;¹⁸
- Envisager de mécaniser entièrement les activités du parc à rondins pour éviter que les individus entrent en contact avec les rondins de bois pendant les activités de manutention et d'empilage ;
- Les routes de transport à l'intérieur des parcs à rondins doivent être clairement délimitées et le mouvement des véhicules surveillé de très près ;
- Les piles de rondins ne doivent pas dépasser la hauteur qui permet d'assurer qu'elles ne présentent aucun danger ; une évaluation des risques, qui doit prendre en compte les circonstances particulières du site dont les méthodes d'empilage utilisées, doit permettre de pouvoir définir la hauteur requise ;¹⁹
- L'accès aux parcs à rondins doit être réservé au personnel autorisé ;

¹⁷ Les techniques relatives à la réception et la manipulation des rondins sont disponibles auprès de US OSHA (2003) et peuvent être consultées à : <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/receive.html> et <http://www.osha-slc.gov/SLTC/etools/sawmills/convey.html>

¹⁸ Se référer, par exemple, à la réglementation de U.S. Occupational Health Administration for loading and unloading logs, 29 Code of Federal Regulations (CFR) 1910.266(h)(6), et Oregon Administrative Rule (OAR) 437-02-312.

¹⁹ Pour les opérations d'empilage manuel, la hauteur d'empilage est généralement limitée à 2 mètres, alors que pour l'empilage mécanique, on peut atteindre des hauteurs d'empilage plus élevées en toute sécurité.

- Les tables d'alimentation pour billes doivent comporter des dispositifs d'arrêt, des chaînes et d'autres systèmes de protection pour empêcher les rondins de bois de rouler et tomber des tables ;
- Les travailleurs doivent recevoir une formation sur les procédures de travail sécuritaires dans les endroits occupés par les piles de rondins et les tables d'alimentation pour billes, y compris sur la manière d'échapper à une chute de rondins de bois et sur la planification de chemins d'évacuation ;
- Des bottes avec embouts d'acier, des casques durs et des vestes haute-visibilité doivent être fournis aux travailleurs pour assurer leur sécurité ;
- Tout le matériel mobile doit être équipé d'un signal sonore de marche arrière.

Farine de bois

L'exposition à la farine de bois est potentiellement préoccupante dans les aires de manipulation du bois des usines de pâte (p. ex., dans les déchiqueteuses semi-mécanisées) et aux stades initiaux de la réduction en pâte. Les usines de papier présentent un risque d'exposition à la poussière de fibres. La poussière de fibres de papier peut également provoquer un incendie.

Les mesures recommandées pour empêcher, minimiser et contrôler la poussière sont indiquées ci-dessous :

- Renfermer/Mettre dans un local fermé et ventiler les scies, les déchiqueteuses, les dépoussiéurs et les convoyeurs de copeaux ;
- Prévoir une enceinte pour l'entreposage des copeaux ;
- Éviter d'utiliser de l'air comprimé pour enlever la farine de bois et les déchets de papier ;
- Renfermer/Mettre dans un local fermé et ventiler les espaces où des additifs secs et poussiéreux sont

déchargés, pesés et mélangés ou utiliser des additifs sous forme liquide ;

- Inspecter régulièrement et nettoyer les zones poussiéreuses pour minimiser le risque d'explosion de poussières.

Agents biologiques

Les agents biologiques englobent les microorganismes comme les bactéries, les champignons et les virus qui peuvent être des agents pathogènes. Les microorganismes se développent en particulier dans les systèmes en boucle fermée des machines à papier, les usines de traitement biologique des eaux résiduaires des usines et les tours de refroidissement de l'eau.

Il est recommandé d'adopter les mesures suivantes pour empêcher, minimiser et contrôler l'exposition aux agents biologiques :

- Concevoir des usines de traitement biologique pour minimiser le risque de développement d'organismes pathogènes ;
- Utiliser des biocides dans l'eau de refroidissement et dans les processus de fabrication de pâte et de papier pour éviter que les microorganismes ne se multiplient.

Chaleur

De nombreuses opérations associées à la réduction en pâte, dont la cuisson de la pâte de bois, la récupération chimique de la réduction en pâte, la production de chaux et le séchage du papier s'effectuent à des températures élevées et, dans certains cas, sous haute pression. Les mesures de protection contre la chaleur communes à la plupart des opérations industrielles de grande échelle sont examinées dans les **Directives EHS générales**. Les mesures supplémentaires visant à empêcher, minimiser et contrôler l'exposition à la chaleur dans le secteur

de la fabrication de pâte et de papier consistent à :

- Prévoir des pièces de contrôle climatisées, y compris dans les aires de préparation du bois, de réduction en pâte, de blanchiment et de fabrication du papier ;
- Programmer le travail dans les espaces où il faut chaud de manière à intégrer des périodes d'acclimatation et de repos ;
- Extirper automatiquement le magma d'éléments chimiques réduits de la chaudière de récupération chimique. Fournir des vêtements de protection renforcée aux travailleurs potentiellement exposés au magma d'éléments chimiques réduits en fusion ou à d'autres matières à haute température ;
- Appliquer des procédures de sécurité pour minimiser le potentiel d'explosion des éléments chimiques réduits/de l'eau. Le rythme auquel les éléments chimiques réduits sont transférés doit être contrôlé et les chaudières de récupération doivent être bien entretenues pour empêcher les fuites d'eau en provenance des tubes qui forment les murs de la chaudière. Les chaudières de récupération chimique en activité doivent être immédiatement arrêtées au premier signe d'une fuite ;
- Envisager d'utiliser du matériel mobile avec des cabines fermées et climatisées.

Espaces confinés

Au cours de l'exploitation des établissements et, en particulier, du travail de maintenance, il peut être nécessaire d'entrer dans des espaces confinés. À titre d'exemples d'espaces confinés, on peut citer : les chaudières, les sècheurs, les déshuileurs, les lessiveurs, les fosses de décharge, les fossés qui contiennent les conduites, les récipients utilisés pour les processus de

transformation et de réaction, les citernes et les cuves. Les impacts et les mesures d'atténuation associés à l'entrée dans des espaces confinés figurent dans les **Directives EHS générales**.

Bruit

Les deux principales sources de bruit sont l'écorçage du bois dans les usines de pâte et les machines de papier dans les usines de papier, bien que d'autres processus puissent également générer du bruit. L'utilisation de salles de contrôle, qui a été précédemment mentionnée, constitue une mesure d'ingénierie efficace pour la gestion du bruit. D'autres recommandations en la matière sont indiquées dans les **Directives EHS générales**.

Radiation

Un certain nombre d'appareils de mesure, en particulier dans les usines de papier, contiennent des matières radioactives. Ces unités sont généralement scellées, mais il subsiste toutefois un risque d'exposition à la radiation si les dispositifs qui contiennent les matières réactives sont endommagés ou dans le cadre de leur entretien. Il est nécessaire de concevoir et de faire fonctionner ces dispositifs conformément les exigences nationales applicables et les normes reconnues sur le plan international en matière d'exposition au travail²⁰ et/ou naturelle²¹ à la radiation ionisante comme les « Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements »²² et les trois guides de sûreté qui s'y rattachent. Des recommandations supplémentaires sur la gestion de l'exposition à la radiation sont données dans les **Directives EHS générales**.

²⁰ Les organisations qui traitent ou appliquent des substances radioactives dans le cadre, par exemple, de processus médicaux ou industriels, ou dans un but éducatif, de formation, de recherche, etc.

²¹ Les mines souterraines (autres que celles pour les minerais radioactifs), les stations thermales, les aires sujettes au radon, etc.

²² AIEA collection Sécurité n° 115

1.3 Santé et sécurité de la population

Les questions relatives à la santé et à la sécurité de la population pendant la construction et la fermeture des usines de fabrication de pâte et de papier sont identiques à celles de la plupart des grands établissements industriels et leur prévention et contrôle sont examinés dans les **Directives EHS générales**.

Les impacts sur la santé et la sécurité de la population se produisent principalement au cours de la phase d'exploitation des établissements de fabrication de pâte et de papier et ils englobent les aspects suivants :

- L'entreposage, l'utilisation et le transport des produits chimiques
- Les odeurs
- La circulation

Entreposage, utilisation et transport des produits chimiques

Des accidents importants risquant de causer des émanations, des incendies et des explosions peuvent se produire lors des opérations de réduction en pâte, de blanchiment, ou pendant la manipulation et le transport des produits à l'extérieur de l'établissement de transformation. Les principes directeurs relatifs à la gestion de ces questions sont présentés ci-après et dans les sections correspondantes des **Directives EHS générales**, notamment celles intitulées : Sécurité de la circulation ; Transport des matières dangereuses ; et Préparation et interventions en cas d'urgence

Odeurs

La réduction en pâte chimique, en particulier la fabrication de la pâte Kraft, produit des composés de soufre réduit malodorants qui peuvent incommoder les habitants qui vivent à proximité des établissements concernés. Les systèmes modernes de lutte

contre la pollution de l'air, qui sont examinés dans la section 1.1, permettent de supprimer les odeurs traditionnellement associées aux activités des usines de fabrication de pâte, bien que des émissions puissent tout de même se produire dans des conditions anormales. Par conséquent, les projets d'usines nouvelles doivent prendre en compte l'emplacement et la distance de l'établissement prévu par rapport aux zones résidentielles et autres espaces communautaires.

Circulation

Les usines de production de pâte et de papier nécessitent une grande quantité de bois, soit sous forme de rondins de bois ou de copeaux, et exportent un grand nombre de produits, et toutes ces matières sont souvent transportées par camion. Cela peut résulter en une augmentation significative du nombre de camions qui circulent dans les communes/collectivités. Les mesures de sécurité routière sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Les tableaux 1(a) à 1(l) présentent des directives en matière d'effluents et le tableau 2 des directives en matière d'émissions pour les usines productrices de pâtes et de papier. Ces directives sont supposées être réalisables, sous des conditions normales d'exploitation, et pour des établissements conçus et exploités de manière appropriée, c'est-à-dire en appliquant les techniques de prévention et de contrôle de la pollution examinées dans les sections précédentes du présent document.

Les directives en matière d'effluents représentent des valeurs annuelles moyennes²³ et sont applicables aux rejets directs des effluents traités dans les eaux de surface destinées à une utilisation générale. Les niveaux de rejets propres à un site donné peuvent être établis lorsqu'il existe des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées gérés par le secteur public, selon les conditions dans lesquelles ils sont utilisés, ou dans le cas de rejets directs dans les eaux de surface, selon la classification de l'utilisation des eaux réceptrices telle qu'elle est décrite dans les **Directives EHS générales**. Ces niveaux doivent être atteints, en toute rigueur, au moins 95% du temps pendant lequel l'usine ou l'unité fonctionne, à calculer en tant que proportion des heures annuelles d'exploitation. L'écart par rapport à ces niveaux pour tenir compte de conditions spécifiques et locales d'un projet doit être justifié dans

²³ Les moyennes quotidiennes ne doivent pas dépasser 2,5 fois les valeurs moyennes annuelles.

l'évaluation environnementale.²⁴

Les directives en matière d'émissions sont applicables aux émissions des activités de transformation. Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux activités de cogénération de centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 MW figurent dans les **Directives EHS générales** ; les émissions des centrales électriques de plus grande taille sont présentées dans les **Directives EHS pour l'électricité thermique**. Des informations sur les conditions ambiantes basées sur la charge totale des émissions sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Utilisation des ressources

Le tableau 3 présente des exemples d'utilisation d'énergie et de consommation d'eau pour l'industrie de la pâte et du papier. Ces exemples fournissent des indicateurs d'efficacité pour cette branche d'activité qui peuvent être utilisés pour suivre la performance au fil du temps. La véritable consommation d'énergie dépend de la configuration des processus, du matériel utilisé pour les processus et de l'efficacité des systèmes de contrôle des processus.

Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités susceptibles d'avoir des impacts environnementaux

²⁴ Les directives pour les effluents sont basées sur le taux de production (p. ex., émissions en tant que kg par tonne de pâte ou papier produit). Dans les usines de pâte et de papier séparées (non-intégrées), les données spécifiques (p. ex., « kg/tonne de pâte séchée à l'air » ou « kg/tonne de papier ») sont sans ambiguïté. Dans une usine intégrée, l'indicateur d'émission est généralement exprimé en tant que « kg par tonne de papier », ce qui doit inclure les émissions de l'usine de pâte et de papier. Si une usine intégrée vend à la fois du papier et de la pâte, l'indicateur le plus approprié doit être exprimé en « kg/tonne de pâte totale » où « pâte totale » représente approximativement la somme du papier produit et de la pâte commercialisée.

significatifs dans des conditions normales ou anormales d'exploitation. Les activités de suivi des impacts environnementaux doivent être basées sur des indicateurs directs ou indirects d'émissions, d'effluents, et d'utilisation des ressources applicables au projet considéré.

Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, suivant des procédures de suivi et de tenue des statistiques et utilisant des instruments correctement calibrés et entretenus. Les données fournies par les activités de suivi doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les **Directives EHS générales**.

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BELs®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH),²⁵ *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH),²⁶ les valeurs plafonds autorisées (PELs) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United

States (OSHA),²⁷ les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne,²⁸ ou d'autres sources similaires.

Fréquence des accidents mortels et non mortels

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Les chiffres enregistrés pour le projet concerné doivent être comparés à ceux d'installations de pays développés opérant dans la même branche d'activité présentés dans des publications statistiques (par exemple US Bureau of Labor Statistics et UK Health and Safety Executive)²⁹.

Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels liés aux conditions de travail spécifiques au projet considéré. Ces activités doivent être conçues et poursuivies par des experts agréés³⁰ dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des événements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les **Directives EHS générales**.

²⁷ Consulter: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDAR DS&p_id=9992

²⁸ Consulter: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oe/

²⁹ Consulter: <http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

³⁰ Les professionnels agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

²⁵ Consulter: <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

²⁶ Consulter: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

3.0 Bibliographie et sources d'information supplémentaires

Allan M. Springer, Ed.: Industrial Environmental Control – Pulp and Paper Industry, 3rd edition, Tappi Press, Atlanta, Ga., 2000

Environment Canada. 2004. Regulations Amending the Pulp and Paper Effluent Regulations [embedding the Environmental Effects Monitoring requirements under Schedule IV]. Published in Part II of the Canada Gazette on May 19, 2004.

European Commission. 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. December 2001.

Finnish Environment Institute, A Strategic Concept for Best Available Techniques in the Forest Industry, 2001, URL:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=10759&lan=en>

Finnish Environment Institute, Continuum - Rethinking BAT Emissions of the Pulp and Paper Industry in the European Union, 2007. URL:
<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=65130&lan=en>

International Labour Organization, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 4th Edition, Chapter 72, Pulp and Paper Industry, Occupational Hazards and Controls.

Oregon Administrative Rule (OAR) 437-02-312

Peter N. Williamson, Ed., Patti Turner, Techn. Ed.: Water Use and Reduction in the Pulp and Paper Industry – A Monograph, Canadian Pulp and Paper Association, 1994

Swedish Paper Industry's Council for Development of Occupational Health and Safety (2005).

United Nations Environment Programme (UNEP), 2006. Revised edited draft directives on best available techniques and guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Expert Group on Best Available Techniques and Best Environmental Practices.

US EPA: Final Pulp, Paper, and Paperboard "Cluster Rule".

U.S. Occupational Health Administration regulations for Pulp, Paper, and Paperboard Mills, 29 Code of Federal Regulations (CFR) 1910.261

U.S. EPA. 2002. Sector Notebook Project, Profile of the Pulp and Paper Industry, 2nd Edition. EPA/310-R-02-002. November 2002
<http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulp.html>

Annexe A : Description générale de la branche d'activité

Les principaux stades de fabrication de pâte et de papier sont les suivants : (a) préparation des matières premières (comme l'écorçage du bois et la réduction en copeaux), (b) fabrication de la pâte, (c) blanchiment de la pâte et (d) fabrication du papier, et ces diverses étapes sont décrites ci-après. Les usines de pâte et les usines de papier peuvent exister séparément ou en tant qu'opérations intégrées.

Préparation des matières premières³¹

Le bois est la source prédominante de fibres de cellulose pour les produits de papier, bien que d'autres sources de fibres comme la paille, la bagasse et le bambou soient utilisées dans les régions qui ont un accès limité aux ressources forestières, en particulier dans les pays en développement. Un certain nombre de plantes autres que le bois, par exemple l'abaca, le coton et le chanvre, sont utilisés comme sources de fibres pour des applications particulières.

Le bois qui sert à fabriquer la pâte peut arriver à l'usine sous diverses formes : rondins, copeaux et sciure. Dans le cas du bois rond (rondins), les rondins sont coupés en des dimensions maniables, puis écorcés. Dans les usines à pâte qui sont intégrées aux établissements d'exploitation forestière, le bois d'œuvre utilisable est retiré à ce stade. Dans ces établissements, le bois résiduel ou les déchets de bois provenant des activités de transformation du bois d'œuvre sont récupérés pour être réduits en copeaux ; le bois d'œuvre mis au rebut à l'intérieur de l'établissement peut être une source importante de bois dans ce type d'installations.

L'écorce des rondins non acceptables comme bois d'œuvre est retirée mécaniquement (dans une écorceuse à tambour) pour éviter de contaminer les opérations de réduction en pâte³². En fonction de la teneur en humidité de l'écorce, celle-ci peut être ensuite brûlée pour produire de l'énergie. Si elle n'est pas brûlée pour produire de l'énergie, l'écorce peut être utilisée comme paillis, couverture végétale ou pour fabriquer du charbon. Dans le cas de l'écorçage hydraulique, l'écorce est généralement collectée dans un caniveau hydraulique, déshydratée et pressée avant d'être brûlée. L'écorçage, en particulier l'écorçage hydraulique, produit des eaux résiduaires qui contiennent des substances nutritives, des fibres et des composés organiques consommateurs d'oxygène comme les acides résiniques, les acides gras, etc.

Certains processus mécaniques de réduction en pâte, comme pour la production de pâte de râperie, utilisent du bois rond ; cependant, la majorité des opérations de production de pâte nécessitent l'utilisation de copeaux de bois. Les copeaux doivent être de taille uniforme (généralement 20 mm de longueur dans le sens du grain et 4 mm d'épaisseur) pour assurer l'efficacité des processus et la qualité de la pâte. Les copeaux sont ensuite placés sur un ensemble de cribles vibrants qui rejettent ceux qui sont trop gros ou trop petits. Les gros copeaux restent sur les cribles du dessus et sont renvoyés dans le circuit pour être recoupés, tandis que les copeaux plus petits sont généralement brûlés avec l'écorce ou peuvent être vendus pour d'autres utilisations.

Les fibres qui ne proviennent pas du bois sont manipulées en fonction de leur composition, le but étant de minimiser la

³¹ Informations adaptées de U.S. EPA, Sector Notebook Project, Profile of the Pulp and Paper Industry, 2nd Edition, EPA/310-R-02-002, novembre 2002.

³² L'écorçage hydraulique qui utilise des jets d'eau très puissants est considéré comme dépassé et environnementalement indésirable en raison des niveaux élevés de DBO générés dans l'effluent.

dégradation des fibres et maximiser ainsi le rendement en pâte. Les matières premières autres que le bois sont généralement rassemblées en balles.

Processus de réduction en pâte

La matière végétale brute comprend essentiellement des fibres de cellulose, des polyoses de bois et de la lignine, liant naturel qui maintient ensemble les fibres de cellulose dans le bois ou les pédoncules des plantes. Dans le processus de réduction en pâte, la matière brute qui contient la cellulose (matière végétale brute ou papier recyclé) est décomposée en fibres individuelles que l'on appelle la pâte. Les processus de production de la pâte sont généralement répartis en deux catégories : le processus chimique et le processus mécanique. La production de pâte chimique repose principalement sur l'utilisation de réactifs chimiques et d'énergie calorifique pour assouplir et faire fondre la lignine dans les copeaux de bois qui sont ensuite soumis à un raffinage mécanique destiné à séparer les fibres. La production de pâte mécanique implique souvent que le bois soit prétraité avec de la vapeur chaude et/ou une solution chimique faiblement dosée, mais elle implique avant tout l'utilisation d'un matériel mécanique pour réduire le bois en une matière fibreuse par raffinage abrasif ou râpage. Les différents processus de réduction en pâte produisent des pâtes qui ont des propriétés différentes adaptées aux divers types d'utilisation.

Pâte chimique à base de bois

Les principaux processus chimiques utilisés pour produire de la pâte englobent le processus de réduction en pâte au sulfate alcalin (ou Kraft), au sulfite et la réduction en pâte mi-chimique. La réduction en pâte Kraft représente environ 80% de la production actuelle de pâte à l'échelon mondial et virtuellement toutes les nouvelles fabrications. Comparée à la pâte

mécanique, les pâtes Kraft et au sulfite ont généralement une meilleure valeur marchande et des coûts de production plus élevés en raison de leur qualité : leurs fibres sont plus uniformes, elles contiennent généralement moins de lignine ou d'autres constituants du bois et ont proportionnellement une plus grande quantité de fibres de cellulose et de fibres intactes. Il est plus facile de blanchir les pâtes Kraft et au sulfite pour obtenir un degré élevé de brillance et de blancheur, souhaitable pour beaucoup de produits de papier, et les pâtes Kraft produisent généralement des feuilles de papier ou de carton plus solides.

Pâtes Kraft

La pâte Kraft représente environ 80% de la production mondiale de pâte.³³ La réduction en pâte Kraft est devenu le processus de production de pâte chimique le plus utilisé en raison d'une meilleure solidité des fibres par rapport à la pâte au sulfite, de son applicabilité à toutes les espèces de bois et la possibilité de pouvoir recouvrer efficacement les produits chimiques utilisés.

Dans le processus de fabrication de pâte Kraft, les copeaux de bois sont combinés dans un lessiveur avec de la liqueur blanche, solution aqueuse composée principalement de sulfure de sodium (Na_2S) et d'hydroxyde de sodium (NOaH) qui décomposent la lignine et, dans une moindre mesure, de polyoses de bois, à une température élevée et une pression élevée, pour libérer les fibres de cellulose (pâte). Après le lessivage, la liqueur noire obtenue, qui contient des substances organiques dissoutes, est séparée de la pâte, appelée pâte brune. La pâte brune est traitée avec de l'oxygène, en la présence d'hydroxyde de sodium pour enlever une partie de la lignine résiduelle, au cours d'un processus que l'on appelle la

³³ Commission européenne, Prévention et réduction intégrée de la pollution (IPPC), Document de référence sur les Meilleures techniques disponibles dans l'industrie du papier et de la pâte à papier, décembre 2001

délicignification à l'oxygène. La pâte brune est ensuite blanchie, comme indiqué ci-après, pour obtenir la brillance, la solidité et la pureté recherchées pour le produit de pâte final.

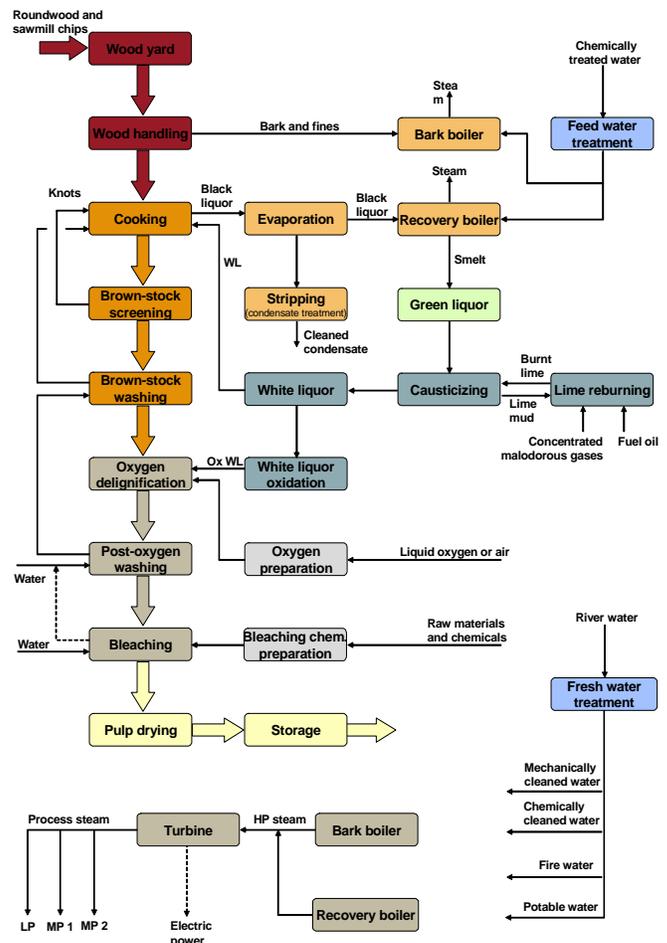
Les matières chimiques utilisées sont récupérées au cours d'une étape que l'on appelle le cycle de la liqueur.

Généralement, on concentre la liqueur noire en faisant évaporer l'eau, puis on la brûle dans un four de récupération, ce qui détruit les constituants organiques et génère de la chaleur que l'on transforme en vapeur destinée aux autres activités de l'établissement. Un magma, qui est un mélange de sels en fusion constitué principalement par du carbonate de sodium (Na_2CO_3) et du sulfure de sodium, se forme au fond de la chaudière de récupération ; on le dissout dans une solution aqueuse, ce qui donne la solution verte. Dans le caustificateur, on ajoute de la chaux (CaO) à la liqueur verte, ce qui reconvertit le carbonate de sodium en hydroxyde de sodium et forme la liqueur blanche, que l'on réutilise dans les lessiveurs. La boue de chaux, qui est essentiellement constituée par du carbonate de calcium (CaCO_3), est également produite dans le caustificateur. La boue de chaux est reconvertie en chaux par réchauffement dans le four à chaux.

Les flux liquides provenant du processus de production de pâte Kraft resservent essentiellement pour les opérations de réduction en pâte ou, dans le cas de la pâte blanchie, dans l'atelier de blanchiment. Les effluents liquides qui résultent de la préparation de la pâte brune se limitent généralement à de petites quantités de condensats et de déversements. Les émissions gazeuses englobent le dioxyde de soufre, le sulfure d'hydrogène et d'autres composés de soufre réduit, des oxydes d'azote et des matières particulaires.

La figure 1 suivante illustre le processus habituel de fabrication de pâte Kraft (y compris les processus de blanchiment examinés ci-après).

Figure 1. Processus de fabrication de pâte Kraft



Pâte au Sulfite

Le processus de cuisson au sulfite repose sur l'utilisation de dioxyde de soufre aqueux et d'une base. La base utilisée affecte les conditions du processus, la récupération chimique et

énergétique, l'utilisation d'eau et les propriétés de la pâte. Le calcium, le sodium, le magnésium et l'ammonium sont utilisés ; cependant, la pâte au sulfite est essentiellement fabriquée avec du sulfite de magnésium et le processus au sulfite de calcium est maintenant considéré comme inacceptable pour les nouvelles installations pour des raisons environnementales. L'utilisation de base de sodium et de base d'ammonium est largement abandonnée en raison de coûts élevés. Bien que le processus à base de calcium soit relativement économique, les produits chimiques de cuisson ne peuvent pas être recueillis et sont rejetés ; c'est la raison pour laquelle ce processus n'est généralement pas utilisé dans les nouvelles installations.

Les pâtes au sulfite sont plus faciles à blanchir que les pâtes Kraft, ce qui permet le blanchiment TLC (voir blanchiment ci-après) ; la réduction en pâte au sulfite produit également moins de gaz malodorants et permet d'obtenir un rendement de production plus élevé. Cependant, en raison de fibres plus fragiles et de techniques de récupération insatisfaisantes (mis à part la base au magnésium), le processus au sulfite n'est pas concurrentiel et résulte souvent en un plus grand nombre d'effluents d'eau. Les autres limites importantes de ce processus englobent sa consommation énergétique nette beaucoup plus élevée que le processus Kraft et des limites en matière d'utilisation de certaines espèces de bois (p. ex., le bois de pin), ce qui rétrécit l'éventail des matières premières utilisables. Pour ces raisons, le processus Kraft est celui qui attire la majorité des investissements les plus importants en matière de production de pâte chimique.

Pâte mi-chimique

Dans la fabrication de la pâte mi-chimique, les copeaux de bois sont partiellement lessivés pour amollir les liens entre les fibres ; les copeaux sont ensuite traités mécaniquement dans un raffineur qui utilise une action mécanique pour séparer les

fibres. La réduction en pâte semi-mécanique produit de la pâte qui a beaucoup de rigidité et qui est communément utilisée pour fabriquer le carton ondulé. Le processus mi-chimique de réduction en pâte le plus courant est le processus de fabrication de pâte mi-chimique au sulfite neutre (NSSC, neutral sulfite semi-chemical). D'autres processus de production de pâte mi-chimique englobent la cuisson alcaline avec une liqueur d'hydroxyde de sodium (cuisson à la soude) ou une liqueur au sulfate modifié.

Le rendement de la réduction en pâte mi-chimique se situe entre 55 et 90%, en fonction du processus utilisé ; cependant, la teneur en lignine résiduelle de la pâte est également élevée, de sorte que le blanchiment est plus difficile à effectuer que pour les pâtes chimiques Kraft et au sulfite. Étant donné que les processus n'exigent pas de conditions aussi strictes que pour les pâtes chimiques Kraft et au sulfite et que les pâtes mi-chimiques ne sont généralement pas blanchies, les processus sont relativement simples. En outre, la production de pâte mi-chimique nécessite de moins grandes quantités de produits chimiques que la production de pâtes chimiques Kraft et au sulfite.

Étant donné que les liqueurs de cuisson qui proviennent de la réduction en pâte mi-chimique contiennent de plus faibles concentrations de substances organiques que celles des processus Kraft et au sulfite, la récupération chimique est plus onéreuse ; c'est pourquoi, certaines usines de production de pâte mi-chimique traitent et rejettent la liqueur épuisée, sans récupérer les produits chimiques utilisés dans les processus de fabrication. En raison de la moindre efficacité du processus de récupération, les eaux résiduaires non-traitées des usines mi-chimiques ont tendance à être extrêmement plus concentrées que celles des usines Kraft.

Pâte mécanique à base de bois

Les processus mécaniques de réduction en pâte englobent la réduction en pâte thermo-mécanique (TMP, thermo-mechanical pulping), la réduction en pâte chimico-thermo-mécanique (CTMP, chemi-thermomechanical pulping) et la réduction en pâte à la meule, ainsi que d'autres variantes. Les processus TMP et CTMP consistent à réduire les copeaux de bois en pâte dans des raffineurs mécaniques munis de disques, généralement après avoir prétraité les copeaux avec de la vapeur et/ou des solutions chimiques faiblement dosées. Le processus plus ancien de meulage consiste à écraser des billes de bois (petits rondins) contre des meules en pierre pour fabriquer la pâte.

Les rendements de production de la réduction en pâte mécanique sont élevés, mais la désintégration mécanique nécessite de grandes quantités d'énergie électrique pour les processus de raffinage. Les pâtes mécaniques sont généralement utilisées pour le papier d'impression et le papier d'écriture pour lesquels il est nécessaire d'avoir une bonne opacité et une absorption d'encre satisfaisante, et pour quelques types de cartons pour lesquels les critères de sélection sont le bouffant et l'obtention d'une pâte moins chère. Le processus CTMP peut également être utilisé pour la fabrication de pâte pour ouate de cellulose (« tissu ») et de pâte défibrée.

Réduction en pâte thermo-mécanique (TMP)

Les copeaux de bois sont généralement lavés avant la réduction en pâte thermo-mécanique pour enlever les pierres, le sable, la ferraille ou autres débris durs susceptibles d'user ou d'endommager les plaques du raffineur. Après avoir été lavés et passés au crible, les copeaux sont préchauffés à la vapeur puis raffinés, soit en un seul stade sous une température et pression

élevées, ou dans un circuit de raffinage en deux étapes dans lequel le premier raffinage est suivi d'un second sous pression ou à la pression atmosphérique. La transformation en pâte des rejets du criblage est souvent réalisée dans la seconde étape du raffinage. L'application d'une plus grande quantité d'énergie mécanique pour remplacer la dissolution chimique résulte en une fragmentation plus prononcée des fibres et la formation de matières fines. La pâte TMP est principalement utilisée pour le papier journal.

Une grande partie de la quantité d'énergie électrique relativement importante requise pour la réduction en pâte mécanique en raffineurs est convertie en chaleur sous forme de vapeur issue de l'humidité du bois et de l'eau de dilution dans les raffineurs. En raison des conditions de pressurisation (les pressions excédentaires pouvant atteindre 5 bars), on peut récupérer une grande partie de la vapeur générée et l'utiliser pour produire de la vapeur propre pour les procédés de fabrication (p. ex., pouvant être utilisée pour le séchage du papier). Une partie de l'énergie peut également être récupérée comme eau chaude.

Il est préférable d'utiliser du bois frais comme matière première. Si le bois destiné à la réduction en pâte thermo-mécanique est stocké, il est généralement entreposé dans de l'eau ou aspergé d'eau pour éviter qu'il ne sèche. Il peut être alors nécessaire de mettre en place des systèmes de collecte des eaux dans le parc à bois pour éviter les rejets d'eau contenant des substances organiques. Une partie des substances organiques du bois sont dissoutes dans l'eau et rejetées dans le cadre du processus de réduction en pâte. Cependant, étant donné que la fabrication TMP n'occasionne qu'une perte minimale de bois et que la majeure partie du bois est transformée en pâte, la valeur calorifique des eaux résiduelles d'une usine TMP est trop faible pour être récupérée de la même manière que dans une fabrique

de pâte chimique (p. ex., liqueur noire). C'est pourquoi, le traitement des effluents est indispensable dans une usine TMP.

Réduction en pâte chimico-thermo-mécanique (CTMP)

Le processus CTMP combine le processus TMP avec l'imprégnation chimique des copeaux de bois. Après le lavage et l'épuration des copeaux, ceux-ci sont plongés dans une solution chimique alcaline dans une tour d'imprégnation. On utilise principalement du sulfite de sodium (Na_2SO_3) pour les bois de conifères et on utilise surtout du peroxyde alcalin pour les bois de feuillus. Après l'imprégnation chimique, les copeaux sont préchauffés et leur température continue d'augmenter au cours des premier et second stades du raffinage subséquent. Pour les mêmes raisons que pour celles de la fabrication de pâte TMP, la fabrication de pâte CTMP est souvent intégrée à une usine de papier ou de carton ; toutefois, on fabrique aussi de la pâte CTMP pour la commercialiser.

La combinaison de chaleur et de produits chimiques ramollit la lignine et facilite la libération des fibres de cellulose, ce qui résulte en une pâte qui a plus de résistance et de rigidité ; cependant, les rendements de production plus faibles génèrent une plus grande quantité de polluants que pour la fabrication de la pâte TMP. Comme pour la pâte TMP, les eaux de fabrication peuvent être récupérées pour un coût modique et les résidus rejetés une fois traités.

À l'origine, le processus CTMP était appliqué principalement sur le bois d'épinette mais, maintenant, on l'emploie également sur les bois de feuillus à faible densité comme le tremble. Le processus CTMP est utilisé pour fabriquer des pâtes pour l'ouate de cellulose, le papier carton et des pâtes défibrées, bien que les pâtes produites à partir du tremble soient également de plus en plus utilisées pour des qualités de papier d'impression

et de papier d'écriture dont le coût des fibres est moins élevé que pour les pâtes chimiques.

Réduction en pâte par meulage

Dans la réduction en pâte par meulage, le défilage initial a lieu dans des défibreurs dans lesquels les rondins sont soumis à l'action de meules en pierre rotatives conçus pour cette utilisation spécifique, les fibres du bois étant maintenues parallèles à l'axe de la meule. Presque toute l'énergie utilisée dans le processus de meulage est transformée en chaleur, ce qui permet de ramollir les liens de lignine et libérer les fibres de cellulose. De l'eau est aspergée sur les meules pour dissiper la chaleur, réduire la friction et transporter les fibres jusqu'aux étapes de fabrication suivantes.

Dans le processus du meulage sous pression (PGW, Pressure Grinding Process), le meulage s'effectue sous une surpression (jusqu'à environ 3 bars), ce qui permet d'utiliser ce processus à des températures plus élevées. Les températures élevées permettent de produire un ramollissement plus important de la lignine et une pâte de meilleure qualité (p. ex., meilleure résistance), mais les contraintes techniques et financières sont beaucoup plus élevées. De la vapeur basse pression est générée lorsque la pâte est dépressurisée. Cette vapeur basse pression récupérée sert principalement à la production d'eau de fabrication chaude.

Une méthode relativement économique pour améliorer la qualité de la pâte de bois de râperie est le processus de défilage thermique à la meule (TGW, thermogrinding process TGW). Dans ce processus, les pertes de chaleur résultant de l'évaporation dans la zone de défilage sont réduites et la température du processus de fabrication est optimisée, sans avoir recours à la surpression mais en faisant appel à des contrôleurs de stabilité.

Réduction en pâte de fibres cellulosiques de récupération (FCR)

Le papier de récupération est devenu une source de plus en plus importante de fibres pour la fabrication du papier. Actuellement, près de 50% de la matière première en fibres pour la fabrication de papier provient des fibres de récupération.³⁴ Dans le processus de recyclage, le papier ou carton recyclé est réhumidifié et réduit en pâte, essentiellement par des moyens mécaniques. On peut utiliser les procédés de désencrage et de séparation mécanique pour retirer les encres, les adhésifs et autres contaminants. Étant donné que les fibres du papier et du carton recyclés ont été entièrement séchées, puis réhumidifiées, elles ont généralement des propriétés physiques différentes de celles des fibres des pâtes de bois vierges. Dans certains cas, les usines qui se servent de papier recyclé, sans effectuer de désencrage, peuvent fonctionner sans avoir à rejeter des effluents, en raison de l'utilisation de cycles d'eau fermés et de petits systèmes de traitement biologique anaérobie ou aérobie destinés à retirer une certaine quantité de substances organiques dissoutes des eaux recyclées. Les processus à cycle fermé sont pratiques là où le produit peut tolérer un certain degré de saleté et de contamination, comme dans certaines qualités de papier utilisé pour l'emballage et la construction. Dans quelques usines de recyclage, environ 30 à 40% de la matière première transformée produisent des boues qui doivent être gérées en tant que déchets solides.

Sans désencrage

Le traitement du papier récupéré qui ne subit pas de désencrage est satisfaisant pour des applications qui ne

nécessitent pas beaucoup de brillance comme le carton ondulé, le carton plat et quelques ouates de cellulose.

Avec désencrage

On utilise des processus de désencrage pour enlever l'encre afin de rendre la pâte plus brillante et plus propre. Parfois, le désencrage est suivi d'un blanchiment. Les fibres recyclées et dont on a éliminé l'encre sont utilisées pour des applications qui nécessitent plus de brillance comme le papier journal, le papier à revue et l'ouate de cellulose.

Les eaux de fabrication sont semblables à celles des systèmes sans désencrage. Cependant, le désencrage résulte en des rendements de production inférieurs et nécessite un traitement interne additionnel. La production de pâte peut ne représenter que 60 à 70% du papier récupéré qui entre dans le processus ; par conséquent, jusqu'à 30 à 40% de la matière entrant peuvent rejoindre l'eau blanche et doivent être traités et retirés avant que les eaux résiduelles ne soient rejetées.

Pâte à base de matières premières qui ne sont pas du bois

À l'échelon mondial, les sources qui ne sont pas du bois représentent environ 6% de l'approvisionnement total en fibres pour la fabrication de papier. Les fibres autres que celles du bois proviennent de fibres agricoles comme la paille, de fibres d'autres plantes comme le bambou, la bagasse (résidu du raffinage de la canne à sucre) et de fibres de cultures annuelles comme le kenaf. Généralement, la collecte et la transformation des fibres de plantes autres que le bois reviennent plus chères que celles des fibres de bois là où les réserves en bois sont suffisantes : c'est pourquoi, dans la plupart des régions du globe, les fibres de bois sont quasi exclusivement utilisées pour produire la pâte. Toutefois, il y a aussi une production de quantités importantes de pâte non dérivées du bois, en

³⁴ U.S. EPA, Sector Notebook Project, Profile of the Pulp and Paper Industry, 2nd Edition, EPA/310-R-02-002, novembre 2002

particulier en Asie et en Afrique qui sont des régions dans lesquelles les fibres de bois sont relativement moins abondantes mais où l'on peut disposer de fibres non dérivées du bois.

Bagasse, paille, roseaux, etc.

La plupart des fibres non dérivées du bois sont relativement courtes, comme celles dérivées du bois de feuillus, et conviennent donc pour les mêmes applications, comme pour le papier d'écriture. Cependant, les fibres non dérivées du bois sont également souvent utilisées pour d'autres qualités de produit, comme le papier journal et le carton ondulé, tout simplement lorsqu'il n'y a pas de bois pour produire de la pâte, au niveau local.

Les espèces autres que le bois cuisent généralement plus facilement que les copeaux de bois. En outre, la cuisson Kraft est habituellement remplacée par une cuisson à la soude (hydroxyde de sodium uniquement) avec un apport moindre de produit chimique. Les liqueurs épuisées ont, en général, des concentrations plus faibles de substances organiques dissoutes et de produits chimiques utilisés pour la fabrication, par rapport à la production de pâte chimique du bois, ce qui augmente le coût de récupération chimique. De plus, étant souvent petites et produisant moins de 100,000 t/an de pâte, les usines de fabrication de pâte non dérivée du bois ne peuvent pas bénéficier des économies d'échelle qui rendent les investissements environnementaux économiques dans les fabriques de plus grande dimension. Il en résulte que de nombreux établissements qui n'utilisent pas le bois ne récupèrent pas les produits chimiques, ou n'en récupèrent qu'une faible partie, et ont des émissions de déchets par tonne de produit nettement plus élevées que les usines Kraft modernes.

Les plantes autres que le bois contiennent habituellement des quantités plus importantes d'oxyde de silicium que le bois. L'oxyde de silicium cause des problèmes au niveau de la récupération chimique et a également un effet adverse sur la qualité du papier. Plus précisément, l'oxyde de silicium augmente l'entartrage dans les évaporateurs de liqueurs et réduit l'efficacité de l'opération de caustification, tout comme la conversion des boues de chaux (carbonate de calcium) en oxyde de calcium (chaux calcinée) dans le four à chaux. Pour contrecarrer ces effets, les établissements qui produisent de la pâte qui ne provient pas du bois rejettent généralement davantage de boues de chaux et achètent de plus grandes quantités de chaux ou de pierre à chaux pour compenser.

Coton et autres fibres longues

Certaines fibres non dérivées du bois ont des propriétés particulières et précieuses pour certains produits spéciaux. Par exemple, les linters de coton et les fibres de chanvre, de lin et d'abaca sont longues et utiles pour des produits comme les papiers pour documents avec des filigranes, les papiers infalsifiables, le papier pour billets de banque, les papiers pour sachets de thé, etc. La production de ces articles spéciaux n'est pas très importante et n'est donc pas trop préoccupante en ce qui concerne ses éventuels impacts sur l'environnement.

Blanchiment

Le blanchiment consiste en un quelconque processus qui altère chimiquement la pâte pour accroître sa brillance. Les pâtes blanchies produisent des papiers qui sont plus blancs, plus brillants, plus doux et plus absorbants que les pâtes non-blanchies. Les pâtes blanchies sont utilisées pour les produits qui doivent être très purs et ne doivent pas jaunir (p. ex., les papiers d'impression et d'écriture). La pâte non-blanchie est

généralement utilisée pour fabriquer le carton pour boîtes, le carton doublure et les sacs d'épicerie.

Tous les types de pâte peuvent être blanchis, mais le/les type(s) de fibres et de processus de réduction en pâte utilisés, ainsi que les qualités recherchées et l'utilisation ultime du produit fini ont des effets importants sur le type et le degré de blanchiment réalisable. La teneur en lignine de la pâte est ce qui détermine principalement les possibilités de blanchiment. Il est difficile de blanchir totalement les pâtes à forte teneur en lignine (p. ex., mécaniques ou mi-mécaniques) et il est nécessaire d'y ajouter de lourdes charges de produits chimiques. Le blanchiment excessif des pâtes mécaniques et mi-chimiques résulte en une perte de rendement de la pâte en raison de la destruction des fibres. Les pâtes chimiques se prêtent mieux au blanchiment en raison de leur faible teneur en lignine (10%).

Alors que la délignification peut être effectuée à l'intérieur de systèmes d'eau fermés, les ateliers de blanchiment ont tendance à rejeter les effluents pour un traitement externe. Les effluents des ateliers de blanchiment ne peuvent pas être facilement remis dans le circuit de récupération des produits chimiques : la principale raison est qu'ils augmenteraient l'accumulation de chlorure et d'autres éléments inorganiques indésirables dans le système de récupération des produits chimiques, ce qui pourrait causer de la corrosion, de l'écaillage et d'autres problèmes.

Pâte chimique

Les produits chimiques les plus employés pour blanchir la pâte chimique sont le bioxyde de chlore, l'oxygène, l'ozone et le dioxyde d'hydrogène. Récemment, l'acide péracétique a été commercialisé pour être utilisé comme produit chimique de blanchiment. Depuis quelques années, le chlore et l'hypochlorite sont progressivement et presque totalement éliminés en tant

que principaux produits chimiques de blanchiment. De petites quantités de chlore se forment, comme sous-produit, dans la plupart des systèmes de génération de bioxyde de chlore et au moins une partie de ce chlore est présente quand on utilise du bioxyde de chlore pour le blanchiment. Le bioxyde de chlore et l'ozone doivent être produits sur site. Le peroxyde, l'oxygène et les alcalis peuvent être livrés aux usines. L'ozone est un agent de blanchiment très réactif, tandis que le bioxyde de chlore, l'oxygène et le peroxyde d'hydrogène sont moins réactifs.

L'introduction de la cuisson prolongée et de la délignification à l'oxygène ont résulté en la récupération plus efficace des substances organiques et ont permis de mettre au point et d'utiliser des produits chimiques autres que le chlore pour le blanchiment, réduisant ainsi de manière significative la quantité totale de composés organiques et la quantité totale de composés organiques chlorés générés pendant le blanchiment. Le traitement aux enzymes avant le blanchiment peut également accroître l'efficacité des produits chimiques de blanchiment utilisés mais il occasionne généralement une petite perte de rendement.

Un atelier de blanchiment se compose d'une séquence qui englobe habituellement quatre ou cinq stades de blanchiment distincts. Divers produits chimiques sont ajoutés à chaque étape, et les stades qui utilisent des acides et ceux qui utilisent des alcalis sont généralement alternés. Chaque étape de blanchiment comporte des dispositifs pour mélanger les produits chimiques et la pâte, un réacteur de blanchiment conçu pour permettre un temps de séjour suffisant pour les réactions chimiques et un matériel de lavage pour séparer les produits chimiques utilisés et retirer la lignine et d'autres matières dissoutes de la pâte.

Les deux principaux types de méthodes de blanchiment utilisés sont le blanchiment LCE (libre de chlore élémentaire – absence de dosage de chlore sous forme de molécule ou de gaz dans le blanchiment) et le blanchiment TLC (totalement libre de chlore). Le blanchiment LCE utilise du dioxyde de chlore et des alcalis pour extraire la lignine dissoute et du peroxyde et de l'oxygène pour renforcer les stades d'extraction. Le blanchiment TLC utilise de l'oxygène, de l'ozone ou de l'acide péracétique et du peroxyde avec des alcalis pour extraire la lignine. Ces deux types de blanchiment LCE et TLC sont utilisés dans les usines Kraft, bien que le blanchiment LCE soit plus fréquent.

Pâte mécanique

Le blanchiment de la pâte mécanique utilise des méthodes de préservation de la lignine et il est fondamentalement différent du blanchiment de la pâte chimique qui consiste à retirer la lignine. Le blanchiment de la pâte mécanique modifie les groupements chromophores pour leur donner une forme sans couleur. Le blanchiment de la pâte mécanique augmente donc principalement la brillance de la pâte, en occasionnant des pertes minimales de substances solides sèches et de rendement total de production. L'effet n'est pas permanent et le papier jaunit au fil du temps. Étant donné que la brillance n'est pas acquise de manière permanente, la pâte mécanique blanchie convient mieux pour le papier journal et le papier à revue que pour le papier d'édition et le papier de documents à archiver.

La préservation de la lignine comporte un ou deux stades, en fonction de la brillance finale requise pour la pâte. Les stades de blanchiment sont différenciés selon l'agent de blanchiment qui est appliqué.

Dans le blanchiment réducteur qui utilise du dithionite de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), les matières organiques ne sont pas

séparées de la pâte par dissolution, ce qui produit une réduction minimale de rendement. Le dithionite résiduel dans la pâte peut provoquer la corrosion des éléments métalliques en aval du processus. Dans la plupart des usines, on a recours à un agent de chélation des métaux (p. ex., EDTA, DTPA) pour empêcher la dégradation du dithionite.

Le blanchiment oxydant utilise du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2). Le blanchiment au peroxyde résulte en une perte de rendement d'environ 2%, principalement due à l'alcalinité du milieu pendant le blanchiment, ce qui provoque une dissolution partielle des substances organiques du bois (et un accroissement de la charge polluante). Le blanchiment au peroxyde améliore également la résistance de la pâte et sa capacité d'absorption de l'eau. Le processus de blanchiment résulte en une moindre brillance en la présence d'ions métalliques lourds ; c'est pourquoi on ajoute généralement des agents chélateurs (p. ex., EDTA, DTPA) avant cette opération pour former des complexes avec les métaux lourds (p. ex., Fe, Mn, Cu, Cr), ce qui empêche la décoloration de la pâte et la décomposition du peroxyde. Les agents EDTA et DTPA contiennent de l'azote que l'on retrouve dans les eaux résiduaires. L'introduction d'un stade de lavage entre la réduction en pâte et le blanchiment s'avère efficace pour réduire les métaux pouvant poser un problème et, par conséquent, peut réduire la quantité d'agent de chélation nécessaire et renforcer l'efficacité du peroxyde employé. La pâte blanchie est acidifiée au moyen d'acide sulfurique ou de dioxyde de soufre jusqu'à un pH de 5 à 6.

Fabrication du papier

Après la réduction en pâte (et le blanchiment, le cas échéant), la pâte finie est conditionnée pour être mise en stock et servir d'approvisionnement à la fabrication du papier. La pâte commerciale, qui doit être expédiée à l'extérieur du site dans les

usines de papier et de carton, est simplement séchée et mise en balles au cours de cette étape. Le conditionnement de la pâte dans les usines intégrées englobe le mélange de la pâte selon les spécifications du produit de papier désiré, la dispersion dans l'eau, le battage et le raffinage pour ajouter de la densité et de la résistance et l'addition des additifs requis par voie humide. Les additifs par voie humide sont utilisés pour créer des produits de papier aux propriétés particulières ou pour faciliter le processus de fabrication du papier. Les additifs par voie humide englobent les résines et les cires pour imperméabilisation ; les charges comme les argiles, les oxydes de silicium et le talc ; les teintures inorganiques et organiques pour la coloration ; et certains produits chimiques inorganiques (p. ex., le sulfate de calcium, le sulfure de zinc et le dioxyde de titane) pour améliorer la texture, la qualité de l'impression, l'opacité et la brillance.

On transforme la pâte conditionnée en un produit de papier en utilisant une machine de production de papier, et celle qui est le plus couramment utilisée est la machine à papier de Fourdrinier. Dans le système Fourdrinier, la pâte diluée est déposée sur un tapis mobile qui la transporte au travers des premiers stades du processus. L'eau est enlevée par gravité et au moyen de hottes aspirantes et de rouleaux aspirants. Cet excès d'eau est recyclé au niveau du stade de récupération des fibres car elle contient un grand nombre de fibres. La feuille continue est ensuite pressée entre une série de cylindres pour extraire davantage d'eau et compresser les fibres.

Après le pressage, la feuille entre dans une section de séchage où les fibres de papier commencent à se coller ensemble au fur et à mesure que des cylindres chauffés à la vapeur compressent les feuilles. Au cours du processus de calandrage, la feuille est pressée entre de puissants cylindres pour réduire l'épaisseur du papier et obtenir une surface lisse. À ce stade du

processus, des couches d'enduit peuvent être appliquées sur le papier pour améliorer le glaçage, la couleur, la précision de l'impression et la brillance. On applique les couches d'enduit minces alors que le papier est sur la machine, mais pour des couches plus épaisses, le travail s'effectue une fois que le papier a été retiré de la machine. Le produit de papier est ensuite enroulé sur des bobines et entreposé.

Annexe B – Directives pour les effluents et les émissions / Références pour l'utilisation des ressources

Tableau 1 (a) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte et de papier — Pâte Kraft blanchie, usine intégrée

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	50
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	1,5
DCO	kg/PSA	20
DBO ₅	kg/PSA	1
AOX	kg/PSA	0,25
Total N	kg/PSA	0,2 ^b
Total P	kg/PSA	0,03

Tableau 1 (b) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte et de papier — Pâte Kraft non-blanchie, usine intégrée

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	25
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	1,0
DCO	kg/PSA	10
DBO ₅	kg/PSA	0,7
Total N	kg/PSA	0,2
Total P	kg/PSA	0,02

Tableau 1 (c) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte au sulfite et de papier — Pâte au sulfite, usine intégrée et non intégrée

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	55 ^d
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	2,0
DCO	kg/PSA	30 ^c
DBO ₅	kg/PSA	2,0
AOX	kg/PSA	0,005
Total N	kg/PSA	0,5
Total P	kg/PSA	0,05

Tableau 1 (d) — Directives pour les effluents des établissements de pâte chimico-thermo-mécanique (CTMP)

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	20
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	1,0
DCO	kg/PSA	5
DBO ₅	kg/PSA	1,0
Total N	kg/PSA	0,2
Total P	kg/PSA	0,01

Tableau 1 (e) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte et de papier — Pâte mécanique, usine intégrée

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	20
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,5
DCO	kg/PSA	5,0
DBO ₅	kg/PSA	0,5
AOX	kg/PSA	0,01
N total	kg/PSA	0,1
P total	kg/PSA	0,01

Tableau 1(f) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte et de papier — Fibres recyclées, sans désencrage, usine intégrée

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	10
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,15
DCO	kg/PSA	1,5
DBO ₅	kg/PSA	0,15
AOX	kg/PSA	0,005
N total	kg/PSA	0,05
P total	kg/PSA	0,005

Tableau 1(g) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte et de papier — Fibres recyclées, sans désencrage, usine intégrée

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	15
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,3
DCO	kg/PSA	4,0
DBO ₅	kg/PSA	0,2
AOX	kg/PSA	0,005
N total	kg/PSA	0,1
P total	kg/PSA	0,01

Tableau 1 (h) — Directives pour les effluents des établissements de fabrication de pâte et de papier — Usines d'ouate de cellulose à partir de fibres recyclées

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	25
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,4
DCO	kg/PSA	4,0
DBO ₅	kg/PSA	0,5
AOX	kg/PSA	0,005
N total	kg/PSA	0,25
P total	kg/PSA	0,015

Tableau 1 (i) — Directives pour les effluents des usines de fabrication de pâte et de papier — Usines de papier fin sans enduit

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	15
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,4
DCO	kg/PSA	2,0
DBO ₅	kg/PSA	0,25
AOX	kg/PSA	0,005
N total	kg/PSA	0,2
P total	kg/PSA	0,01

Tableau 1 (j) — Directives pour les effluents des usines de fabrication de pâte et de papier — Usines de papier fin avec enduit

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	15
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,4
DCO	kg/PSA	1,5
DBO ₅	kg/PSA	0,25
AOX	kg/PSA	0,005
N total	kg/PSA	0,2
P total	kg/PSA	0,01

Tableau 1 (k) — Directives pour les effluents des usines de fabrication de pâte et de papier — Usines d'ouate de cellulose

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	25 k
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	0,4
DCO	kg/PSA	1,5
BOD ₅	kg/PSA	0,4
AOX	kg/PSA	0,01
N total	kg/PSA	0,25
P total	kg/PSA	0,015

Tableau 1 (l) — Directives pour les effluents des usines de fabrication de pâte et de papier — Préparation des fibres non dérivées du bois

Paramètre	Unités	Directive
Débit ^a	m ³ /PSA	50
pH		6 – 9
SST	kg/PSA	2,0
DCO	kg/PSA	30
BOD ₅	kg/PSA	2,0
N total	kg/PSA	0,5
P total	kg/PSA	0,05

Sources : Commission européenne. 2001. Prévention et réduction intégrée de la pollution (IPPC), Document de référence sur les Meilleures techniques disponibles dans l'industrie du papier et de la pâte à papier. Décembre 2001 ; et U.S. EPA Effluent Directives for the Pulp, Paper, and Paperboard Point Source Category, 40 CFR Part 430.

Notes :

kg/PSA = kilogrammes de polluant pour 1,000 kg de pâte séchée à l'air

a L'eau de refroidissement et les autres eaux propres sont rejetées séparément et ne sont pas incluses.

b Tout rejet d'azote associé à l'utilisation d'agents complexant doit être ajouté au nombre de tot-N.

c En raison de l'indice kappa plus élevé après la cuisson pour le processus magnéfite, le niveau MTD associé est 35 kg DCO/PSA.

d N'englobe pas l'eau de fabrication de l'usine de papier dans les établissements intégrés de pâte au sulfite et de papier

Tableau 2—Directives en matière d'émissions pour les usines de fabrication de pâte et de papier

Paramètre	Type d'usine	Unités	Valeur selon les directives
PST	Pâte Kraft, blanchie	kg/PSA	0,5
	Pâte Kraft, non-blanchie - Usine intégrée	kg/PSA	0,5
	Pâte au sulfite, usine intégrée et non-intégrée	kg/PSA	0,15
SO ₂ en tant que S	Pâte Kraft, blanchie	kg/PSA	0,4
	Pâte Kraft, non-blanchie - Usine intégrée	kg/PSA	0,4
	Pâte au sulfite, usine intégrée et non-intégrée	kg/PSA	1,0
NO, en tant que NO ₂	Pâte Kraft, blanchie	kg/PSA	1,5 pour la pâte de bois de feuillus 2,0 pour la pâte de bois de conifères
	Pâte Kraft, non-blanchie - Usine intégrée	kg/PSA	1,5 pour la pâte de bois de feuillus 2,0 pour la pâte de bois de conifères
	Pâte au sulfite, usine intégrée et non-intégrée	kg/PSA	2,0
SRT en tant que S	Pâte Kraft, blanchie	kg/PSA	0,2
	Pâte Kraft, non-blanchie - Usine intégrée	kg/PSA	0,2

Sources : Commission européenne. 2001. Prévention et réduction intégrée de la pollution (IPPC), Document de référence sur les Meilleures techniques disponibles dans l'industrie du papier et de la pâte à papier. Décembre 2001 ; et U.S. EPA National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants For Source Categories, 40 CFR Part 63.

Notes :

PST = particules en suspension totales

SO₂ = dioxyde de soufre

S = soufre

NO₂ = dioxyde d'azote

N = azote

SRT = composés de soufre réduit totaux

Kg/PSA = kilogrammes de polluant pour 1,000 kg de pâte séchée à l'air

Tableau 3 — Consommation d'énergie et d'eau

itaire et sécuritaires



Fourchettes de valeurs selon les statistiques

Type d'usine

Réduction en pâte Kraft blanche

Réduction au sulfite (base au

10 DECEMBRE 2007

C

2

4

Source : Commission européenne. 2001. Prévention et réduction intégrée de la pollution (IPPC), Document de référence sur les Meilleures techniques disponibles dans l'industrie du papier et de la pâte à papier. Décembre 2001

Notes :

- a. L'eau de refroidissement propre ne figure généralement pas dans la consommation d'eau.
- b. Des indications de quantités supérieures à environ 50 m3/t englobent probablement l'eau de refroidissement.
- c. Environ 20% de l'énergie peuvent être récupérés comme eau chaude.
- d. Environ 20% de l'énergie peuvent être récupérés comme eau chaude et environ 40 – 45% de l'énergie peuvent être récupérés comme vapeur.
- e. La consommation d'eau dans les usines d'ouate de cellulose dépend largement des conditions de processus (p. ex., la vitesse des machines) et du produit (p. ex., le grammage). En raison du grammage du produit, la consommation d'eau par tonne de produit peut être plus élevée que pour d'autres types d'usines de papier.
- f. Pour l'ouate de cellulose provenant de FCR ; englobe le traitement des FCR
- g. Peut inclure l'eau utilisée dans le traitement de la pâte
- h. Inclut l'eau utilisée dans le traitement de la pâte
- i. Les usines modernes de fabrication de pâte Kraft blanchie sont des exportateurs nets d'électricité, produisant généralement un surplus d'électricité d'environ 30% par rapport à leur consommation en brûlant la liqueur noire et l'écorce.