

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour la fabrication du sucre

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>

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans

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.

des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques à chaque site et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs.

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 spécifiques au 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 pour la fabrication du sucre contiennent des informations pertinentes pour les usines de fabrication du sucre. L'annexe A contient une description générale de cette branche d'activité. Le présent document ne couvre pas les activités agricoles et de terrain qui sont traitées dans les Directives EHS pour les cultures de plantation.

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
- Annexe A — Description générale des activités

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 du sucre qui peuvent se poser au cours de la phase d'exploitation et présente des recommandations quant à leur gestion. Les recommandations portant sur la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure au cours de leurs phases de construction et de démantèlement figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

Les questions environnementales liées aux projets relatifs à la fabrication du sucre portent principalement sur les aspects suivants :

- Les déchets solides et les sous-produits
- Les eaux usées
- Les émissions atmosphériques

Déchets solides et sous-produits

Les activités de l'industrie du sucre génèrent de grandes quantités de déchets solides et de sous-produits organiques (comme les feuilles de canne à sucre et de betteraves sucrières, la mélasse produite lors de la cristallisation finale, le gâteau de boues ou « cachaza », les fibres de bagasse de canne, la boue et la terre qui arrivent à l'usine avec les matières premières, et les particules solides de chaux qui résultent de l'épuration du jus). Résultant principalement du traitement primaire des matières premières, ces matières résiduelles peuvent également présenter un risque lié aux résidus de pesticides. La quantité de déchets produits dépend de la qualité des matières premières utilisées et du nettoyage initial effectué dans les champs.

La génération de déchets de qualité supérieure peut permettre le recyclage des matières premières qui seraient, sinon, éliminées, pour en faire des sous-produits viables sur le plan commercial (par ex., pour produire du papier et fabriquer des panneaux de particules). Les autres déchets solides qui proviennent du processus de fabrication du sucre comprennent les matières utilisées pour les filtres (par ex., le charbon actif, les résines résultant du processus d'échange d'ions, les acides que génère le nettoyage chimique du matériel, la vinasse qui est le résidu liquide produit par la distillation du jus fermenté mélasse-sucre et les cendres du générateur de vapeur).

Les techniques recommandées pour prévenir et maîtriser la production de déchets solides de la canne à sucre et des betteraves sucrières consistent, notamment, à :

- éviter de brûler les feuilles des cannes dans les champs avant la récolte. Les parties enlevées des cannes doivent être étalées dans le champ pour se biodégrader ;

- utiliser la bagasse (fibre résiduaire) de la canne comme combustible pour produire de la vapeur et de l'électricité. Selon la capacité de production et les volumes de matières premières qui entrent dans la fabrication du sucre, la bagasse employée comme combustible peut suffire à satisfaire les besoins énergétiques de l'usine, voire même générer de l'électricité supplémentaire qui peut être vendue ;
- valoriser la mélasse en l'utilisant comme matière première pour :
 - la fermentation et la fabrication de produits chimiques organiques
 - la production d'acide citrique et de levure,
 - les opérations de distillation,
 - la fabrication d'autres produits chimiques organiques (par ex., l'éthanol).
- utiliser les feuilles et les racines des betteraves (qui arrivent à l'usine avec les matières premières et qui s'accumulent pendant le processus de lavage) comme aliment énergétique (par ex., pour les ruminants) ;
- collecter les produits résiduaire (par ex., les parties supérieures des betteraves à la suite du processus de lavage) pour les utiliser dans des produits dérivés ou comme alimentation animale ;
- convertir la pulpe de betterave en aliment (par ex., pour le bétail). Durant la période de transformation, cette pulpe peut être chargée sur les camions qui, sinon, repartiraient vides après avoir livré leur chargement de betteraves ;
- épierres les betteraves durant le processus de lavage en vue de la réutilisation des pierres dans d'autres branches d'activité (par ex., pour la construction de routes et dans l'industrie du bâtiment) ;
- enlever des betteraves les particules de sol et de terre qui proviennent des champs, avant de les amener à l'usine pour réduire le risque de propagation des résidus de pesticide ;

- utiliser les matières organiques contenues dans les eaux usées et dans les résidus liquides de la distillation pour produire du biogaz ;
- utiliser les filtres et la chaux sèche provenant du processus d'épuration du jus pour fabriquer des produits servant à amender les sols utilisés à des fins agricoles ;
- composter les matières solides organiques générées par les gâteaux de boues (produits par le broyage de la canne) pour fabriquer du fumier organique de haute qualité pour la production agricole.

Traitement et élimination des boues

Les méthodes recommandées pour traiter les boues qui résultent du traitement des eaux usées consistent, notamment, à :

- procéder à une stabilisation aérobie ou à une digestion anaérobie. La stabilisation anaérobie améliore l'intérêt des boues dans le domaine agricole ;
- procéder à un épaissement gravitaire ;
- assécher les boues sur des lits de séchage pour les établissements de petite taille et au moyen de presses à courroie et de centrifugeuses de décantation pour les établissements de moyenne et de grande taille ;
- utiliser les boues du jus de sucre concentré avant l'évaporation et la cristallisation (que l'on appelle gâteau de boues ou cachaza) pour produire du fumier organique et des produits pour modifier les sols utilisés à des fins agricoles.

Eaux usées

Eaux usées industrielles

Les eaux usées qui proviennent de la fabrication du sucre ont une teneur élevée en matières organiques et, de ce fait, une

demande biochimique en oxygène (DBO) élevée², en raison essentiellement des sucres et des matières organiques qui proviennent de la betterave et de la canne. Les eaux usées résultant du lavage des matières premières peuvent également contenir des parasites agricoles, des résidus de pesticides et des pathogènes. Les stratégies recommandées pour gérer les eaux usées consistent, notamment, à :

- séparer les flux d'eaux usées non contaminées des flux d'eaux contaminés ;
- réduire la charge organique des eaux usées en empêchant les déchets solides et les liquides concentrés d'entrer dans les eaux usées :
 - procéder à un pré-nettoyage par voie sèche des matières premières, des matériels et des aires de production avant de les laver par voie humide ;
 - laisser les betteraves sécher dans les champs, si possible, et éviter de les briser pendant leur collecte et leur transport en utilisant des tapis de caoutchouc et des conteneurs capitonnés. Utiliser des techniques par voie sèche pour décharger les betteraves ;
 - installer et utiliser des systèmes d'évacuation au sol et des canaux de collecte munis de grilles et de filtres ou des collecteurs pour réduire la quantité de matières solides (par ex., des morceaux de betterave) qui entrent dans les eaux usées ;
 - prévenir tout ruissellement direct dans les cours d'eau, en particulier en provenance des cuves.

Traitement des eaux usées industrielles

Les techniques de traitement des eaux usées industrielles dans cette branche d'activité comprennent la filtration préliminaire

² La demande biochimique en oxygène (DBO₅) est généralement comprise entre 1 700 et 6 600 milligrammes par litre (mg/L) dans les effluents non traités résultant des activités de transformation de la canne et entre 4 000 et 7 000 mg/L pour la transformation de la betterave; les valeurs pour la DCO sont comprises entre 2 300 et 8 000 mg/L pour la transformation de la canne et peuvent atteindre 10 000 mg/L pour la transformation de la betterave.

pour séparer les matières solides filtrables ; la répartition des flux et des charges ; la sédimentation, pour réduire la quantité de solides en suspension, dans des clarificateurs ; des traitements biologiques anaérobies suivis généralement de traitements aérobie pour réduire les matières organiques solubles (DBO) ; l'élimination des nutriments biologiques pour réduire les quantités d'azote et de phosphore ; la chloration des effluents si une désinfection s'avère nécessaire ; la déshumidification et l'élimination des résidus ; dans certains cas, il peut être possible de composter ou d'appliquer sur les sols les résidus provenant du traitement des eaux usées qui sont d'une qualité acceptable. Des contrôles d'ingénierie supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour contenir et neutraliser les nuisances olfactives.

Des recommandations sur la gestion des eaux usées industrielles et des méthodes de traitement sont présentées dans les **Directives EHS générales**. En utilisant ces technologies et des techniques de bonne pratique pour gérer les eaux usées, les établissements doivent pouvoir obtenir les valeurs indiquées dans les directives pour le rejet des eaux usées qui sont présentées dans le tableau correspondant de la section 2 du présent document.

Autres eaux usées et consommation d'eau

Les directives sur la gestion des eaux usées non contaminées provenant des équipements sanitaires, des eaux de pluies non contaminées et des eaux d'égout sont présentées dans les **Directives EHS Générales**. Les écoulements d'eau contaminée doivent être acheminés de manière à passer par le système de traitement des eaux usées industrielles.

La fabrication du sucre nécessite des quantités considérables d'eau d'excellente qualité pour le nettoyage des matières premières, l'extraction du sucre, le lavage final du sucre et le refroidissement et le nettoyage des matériels. La vapeur est un élément essentiel des processus d'évaporation et de chauffage

intervenant à diverses étapes de la transformation du sucre. Les betteraves et les cannes sont des matières premières qui contiennent également des pourcentages élevés d'eau et cette eau peut être récupérée et réutilisée au cours du processus. Des recommandations à caractère général sur la conservation et la gestion de l'eau sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les mesures supplémentaires propres à la fabrication du sucre consistent, notamment, à :

- recycler les eaux utilisées dans le processus de fabrication et les employer pour laver les matières premières ;
- utiliser des systèmes en circuits fermés pour les opérations de lavage produisant de grandes quantités de matières solides (lavage des cannes et des betteraves, etc.) et les épurateurs de fumées.

Émissions atmosphériques

Les émissions atmosphériques produites par la fabrication du sucre sont principalement associées à la génération de matières particulaires par les chaudières à vapeur alimentées à la bagasse, de la poussière des routes d'accès et des aires non goudronnées et des opérations de séchage ou de conditionnement du sucre. Les activités de traitement et les installations d'entreposage des betteraves sont également des sources d'émissions olfactives. La clarification industrielle du jus de betterave produit une odeur douce qui peut être irritante. Un nettoyage insuffisant des matières premières peut provoquer la présence de jus fermenté, qui est aussi source de nuisance olfactive.

Matières particulaires et poussières

Les mesures recommandées pour prévenir ou maîtriser les émissions de matières particulaires consistent, notamment, à :

- utiliser les chaudières à vapeur alimentées à la bagasse en s'efforçant de respecter les normes d'émission pour la

combustion des combustibles solides présentées dans les **Directives EHS générales**. Les méthodes généralement employées pour maîtriser les émissions consistent à modifier les chaudières ou à les équiper de dispositifs de contrôle d'appoint (par ex., des cyclones pour les effluents gazeux, des filtres en tissu ou des précipitateurs électrostatiques, des épurateurs par voie humide et des systèmes de recirculation locaux) pour collecter les cendres et recycler l'eau afin d'éviter l'émission de particules³ ;

- utiliser des épurateurs par voie humide pour enlever la poussière produite par l'assèchement et le refroidissement du sucre ;
- réduire le plus possible les poussières fugitives provenant des routes et des aires en lavant celles-ci et en maintenant un niveau d'humidité satisfaisant ;
- installer des systèmes de ventilation à filtres sur les systèmes de transport du sucre sec et sur les matériels de conditionnement du sucre.

Gaz d'échappement

Les émissions de gaz d'échappement que provoque la combustion des matières organiques dans les chaudières productrices d'électricité et de chaleur peuvent être la source la plus importante d'émissions atmosphériques des activités de traitement du sucre. Il est donc nécessaire de prendre en compte les caractéristiques techniques applicables aux émissions atmosphériques lors du choix et de l'acquisition des équipements et matériels.

Des recommandations concernant la gestion des émissions des installations dont la puissance installée ne dépasse pas 50 mégawatts thermiques (MWh), ainsi que les normes relatives aux émissions atmosphériques d'effluents gazeux

³ Le niveau de contrôle requis pour les chaudières alimentées à la bagasse peut devoir être évalué au cas par cas, en fonction des résultats fournis par la modélisation des impacts sur la qualité de l'environnement.

figurent dans les **Directives EHS générales**. Pour les installations ayant une puissance installée supérieure à 50 MWth, se reporter aux **Directives EHS pour l'électricité thermique**.

Odeurs

Les mesures recommandées pour prévenir ou maîtriser les émissions olfactives dans les usines de traitement des betteraves sucrières consistent, notamment, à :

- assurer la propreté des installations de traitement et d'entreposage des betteraves pour éviter toute accumulation et fermentation de jus ;
- utiliser des épurateurs par voie humide pour éliminer les gaz odorant qui ont une forte affinité pour l'eau (par ex., l'ammoniac émis lors de la déshydratation de la pulpe de betterave) ;
- envisager d'utiliser des traitements biologiques ;
- veiller à ce que les vapeurs provenant de l'unité de carbonatation sortent d'une cheminée suffisamment haute.

Gestion et consommation d'électricité

Les installations des sucreries consomment de l'électricité pour chauffer l'eau et produire la vapeur nécessaire à leurs opérations de traitement et de nettoyage. La réduction de la consommation d'électricité a un effet positif au niveau des émissions atmosphériques. Des recommandations à caractère général sur la conservation et la gestion de l'électricité sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les mesures supplémentaires plus précisément applicables à cette branche d'activité consistent, notamment, à :

- installer des systèmes de cogénération de chaleur et d'électricité fonctionnant au moyen de turbines à vapeur, qui donne à l'usine les capacités requises pour satisfaire à

ses besoins en vapeur et en électricité et vendre le surplus d'électricité ;

- utiliser les fibres résiduelles ou la bagasse de la canne à sucre comme combustible pour produire de la vapeur et de l'électricité. Veiller à ce que le taux d'humidité de la bagasse soit inférieur à 50 % avant de l'utiliser comme combustible dans la chaudière afin qu'elle ait une meilleure valeur calorifique et produise de la vapeur plus efficacement, mais aussi pour éviter de devoir utiliser des combustibles supplémentaires ;
- assurer la digestion anaérobie des déchets ayant une forte teneur en matières organiques (par ex., la vinasse ou le résidu liquide provenant de la distillerie et de la fabrication de produits chimiques organiques) pour produire du biogaz. Utiliser le biogaz pour alimenter les chaudières ou les systèmes de cogénération qui produisent de l'électricité et de l'eau chaude / de la vapeur ;
- tenir propres les surfaces de chauffe en ajoutant des produits chimiques pour empêcher les incrustations qui peuvent être causées par les sels minéraux qui ne sont pas éliminés pendant le processus de clarification ; il est possible de prévenir ou de réduire ces incrustations en ajoutant des polymères spéciaux au jus clarifié ;
- assurer une consommation d'énergie uniforme en gérant les procédés discontinus (par ex., les centrifuges, les ateliers de cristallisation) de manière à planifier la demande d'énergie et d'équilibrer la demande de vapeur au niveau des chaudières ;
- réutiliser la vapeur générée dans les ateliers de cristallisation pour chauffer le jus ou l'eau ;
- utiliser un évaporateur ayant au minimum cinq effets ;
- intégrer le processus de déshydratation de la pulpe de betterave au principal système de production d'énergie de l'usine ;
- choisir les conditions de fonctionnement du système de chaudière et de turbine à vapeur de manière à obtenir le

même ratio chaleur-électricité que celui du réseau électrique public. Si, malgré la sélection d'une chaudière haute pression, il est nécessaire de faire passer plus de vapeur par la turbine que la quantité de vapeur nécessaire pour générer suffisamment d'électricité, il faut alors condenser cette vapeur et non la diffuser dans l'atmosphère.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

Les risques relatifs à l'hygiène et à la sécurité au travail qui se posent dans les installations de fabrication du sucre sont semblables à ceux rencontrés dans d'autres grands projets industriels et des recommandations sur la manière de les gérer sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les opérations de fabrication du sucre peuvent présenter des risques supplémentaires qui leur sont propres et qui rentrent dans les catégories suivantes :

- Risques corporels
- Exposition à la poussière et aux risques biologiques
- Exposition à des produits chimiques (y compris les gaz et les vapeurs)
- Exposition à la chaleur, au froid et à des radiations
- Exposition au bruit et à des vibrations

Risques corporels

Les risques d'accident les plus fréquents dans les usines de fabrication du sucre sont liés à la perte d'équilibre et à des chutes au sol, des escaliers et des plateformes surélevées glissantes (par ex., du fait de la présence d'eau ou de mélasses), à l'utilisation incorrecte des matériels (par ex., les matériels de conditionnement et de transport), au contact avec les bords tranchants des matériels de traitement (par ex., lors du remplacement des couteaux usagés des machines à trancher les betteraves), au fonctionnement des courroies de convoyeur et aux explosions (par ex., par suite du séchage et

de l'entreposage du sucre et du stockage de combustibles gazeux, et au niveau des chaudières). Des recommandations sur la manière de gérer ces questions sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Blessures répétées liées au travail

La fabrication du sucre peut créer une large gamme de situations dans lesquelles les travailleurs courent le risque de se blesser, par exemple en soulevant des objets, pendant les transports, par suite de travaux répétitifs et de postures de travail. Les méthodes recommandées pour réduire la fréquence de ces blessures sont examinées dans les **Directives EHS générales**.

Poussière et risques biologiques

Les travailleurs sont exposés à la poussière (y compris des agents biologiques et microbiologiques) durant les processus de séchage et de conditionnement du sucre. Des recommandations sur la manière de gérer ces questions sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Températures élevées, basses températures et radiations

Les travailleurs peuvent être exposés à des températures élevées, à des températures basses et à des radiations lorsqu'ils passent d'une zone à une autre de l'usine où la température est différente ou qu'ils sont exposés à la chaleur (émanant, par exemple, des chaudières ou de machines très chaudes). Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser l'exposition à la chaleur, au froid et à des radiations sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Bruit et vibrations

Le bruit et les vibrations provient de sources variées (par ex., les activités de transport à l'intérieur et à l'extérieur de l'usine, le passage des liquides dans les conduites, la mouture de la chaux, les machines tournantes, les ventilateurs, les turbines et

les compresseurs). Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser l'exposition au bruit figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les impacts sur la santé et la sécurité des communautés liée à la construction, à l'exploitation et au démantèlement des usines de fabrication du sucre sont les mêmes que ceux observés dans d'autres branches d'activité et sont examinés dans les **Directives EHS générales**.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Le tableau 1 présente les valeurs des directives en matière d'effluents pour cette branche d'activité. Les valeurs indiquées pour les émissions et les effluents industriels dans cette branche d'activité correspondent aux bonnes pratiques internationales en ce domaine, telles qu'exprimées par les normes pertinentes des pays qui ont des cadres réglementaires reconnus. Ces directives sont applicables aux rejets directs des effluents traités dans les eaux de surface destinées à une utilisation générale. Ces niveaux doivent être atteints, sans exception, au moins pendant 95% du temps de fonctionnement de l'usine ou l'unité, proportionnellement aux heures annuelles d'exploitation. Si un écart apparaît par rapport à ces niveaux dans de conditions spécifiques et locales d'un projet, cet écart doit être justifié dans l'évaluation environnementale.

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**.

Tableau 1. Niveaux des effluents — fabrication du sucre

Polluants	Unités	Valeur selon les directives
pH	pH	6 – 9
DBO ₅	mg/l	50
DCO	mg/l	250
Azote total	mg/l	10
Phosphore total	mg/l	2
Huiles et graisses	mg/l	10
Nombre total de matières solides en suspension	mg/l	50
Biocides	mg/L	0,05
Augmentation de la température	°C	<3 ^b
Nombre total de bactéries coliformes	NPP ^a / 100 ml	400
Ingrédients actifs / antibiotiques	À déterminer au cas par cas	
Notes :		
^a NPPP = Nombre le plus probable		
^b À la limite d'une zone de mélange établie scientifiquement qui tient compte de la qualité de l'eau ambiante, de l'utilisation des eaux réceptrices, des récepteurs potentiels et de la capacité d'assimilation		

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 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 bien 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**.

Utilisation des ressources

Le tableau 2 fournit des exemples d'indicateurs de consommation des ressources pour cette branche d'activité. Les valeurs de référence sont fournies à titre comparatif uniquement et l'objectif devrait être d'améliorer continuellement les projets individuels dans ces domaines.

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 à des directives relatives 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 (BEIs®) publiés

par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH),⁴ *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH),⁵ les valeurs plafonds autorisées (PELs) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA),⁶ les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne,⁷ 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 peuvent être comparés à ceux des 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)⁸.

Tableau 2. Consommation de ressources et d'énergie

Apport par unité de produit	Unité de la charge massique	Référence de l'industrie
Énergie (combustible et électricité) consommation dans l'industrie de la betterave sucrière	kWh/tonne de betteraves	300 ^a
	MJ/tonne de betteraves	819 ^b
Combustible supplémentaire consommation dans l'industrie de la canne à sucre	L combustible/tonne de cannes http://www.acgih.org/store/ http://www.niosh/npg/	0
Consommation d'eau douce par unité de production (matières premières)	m ³ /tonne de cannes http://www.spaandar.com/owadisp.show_document?p_table=SPANDAR m ³ /tonne de betteraves http://www.aeu.int/good_practice/risks/ds/oell/	0,5-0,9 0,5 ^a

^a CE (2005)

^b CEFS (2003)

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 agréés⁹ 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**.

⁹ 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.

3.0 Bibliographie et sources d'informations supplémentaires

Arbejdstilsynet. 2005. Anmeldte arbejdsbetingede lidelser 1999–2000. Årsopgørelse 2004. Copenhagen : Arbejdstilsynet. (Reported accumulated occupational disease 1999–2004. Annual report 2004). Disponible à <http://www.at.dk/graphics/at/07-Arbejdsmiljoe-i-tal/02-Arbejdsskader/Aarsopgoerelser/Anmeldte-arbejdsbetingede-lidelser-2004.pdf>

BLS (US Bureau of Labor Statistics). 2004a. Industry Injury and Illness Data – 2004. Supplemental News Release Tables. Table SNR05: Incident rate and number of nonfatal occupational injuries by industry, 2004. Disponible à <http://www.bls.gov/iif/home.htm> and <http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/osstb1479.pdf>

BLS (US Bureau of Labor Statistics). 2004b. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. Table (p.10): Number and rate of fatal occupational injuries by private industry sector, 2004. (). Disponible à <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0003.pdf>

CE (Commission européenne). 2005. Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. Adopted final draft. EC. Disponible à <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

CE (Communautés européennes). 1996. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control (IPPC). EC. Disponible à http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1996/en_1996L0061_do_001.pdf

CEFS (Comité européen des fabricants de sucre). 2001. Guide to Establishing BAT in the Sugar Industry. CEFS.

CEFS (Comité européen des fabricants de sucre). 2003. Environmental Report Beet Growing and Sugar Production in Europe. CEFS. Disponible à <http://www.comitesucre.org/www/pdf/environ.pdf> Exposure to Endotoxins and

Microbes in the Treatment of Waste Water and in the Industrial Debarking of Wood. Disponible à http://europe.osha.eu.int/OSHA/index_html/newsboard_view

FAO et OMS (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Organisation mondiale de la santé). 1962–2005. Codex Alimentarius. Genève : FAO et OMS. Disponible à http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp

Harrison, Tom, et al. 1999. Investing in Sugar in Emerging Markets. International Sugar Journal 101.: Commonwealth Development Corporation.

HSE (Health and Safety Executive UK). United Kingdom, Food and Drink Manufacture. London: HSE. Disponible à <http://www.hse.gov.uk/food/index.htm>

ICIDCA (Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar). Manual de los Derivados de la Caña de Azúcar. Havana: ICIDCA. Disponible à <http://www.icidca.cu/Publicaciones/Manual.htm>

NSW . Sugar Milling, Waste Minimization and Energy Efficiency. NSW. Disponible à <http://www.deh.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/nswsugar.html>

Queensland Government. HS Codes for Sugar Industry. Queensland. Disponible à <http://www.dir.qld.gov.au/workplace/law/codes/sugar/index.htm>

Thailand MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment). 1996. Industrial Effluent Standard. Source: Notification the Ministry of Science, Technology and Environment, No. 3, B.E.2539 (1996) issued under the Enhancement and Conservation of the National Environmental Quality Act B.E.2535 (1992). MOSTE. Disponible à http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1

Annexe A: Description générale de la branche d'activité

Les usines de fabrication du sucre transforment les betteraves sucrières et les cannes à sucre en sucre cristallisé et divers sous-produits (par ex., l'alcool éthylique et d'autres produits chimiques organiques). Plus de 70% de la production mondiale de sucre est fabriquée à partir de la canne à sucre et le reste à partir de la betterave sucrière. Une usine de traitement de la canne peut généralement transformer entre 500 et 10 000 tonnes de cannes par jour tandis qu'une usine de traitement de la betterave peut transformer entre 2 000 et 15 000 tonnes de betteraves en 24 heures.

Les sucreries modernes peuvent utiliser la bagasse (fibre résiduaire) pour générer leur propre électricité, et en vendant leur excédent aux réseaux électriques locaux. Des installations distinctes transforment la betterave et la canne en d'autres saccharoses (par ex., en sucre liquide, en sucre organique et en sirop organique) en vue de leur utilisation dans d'autres opérations de transformation ou de leur vente aux consommateurs.

Le sucre de canne contient 70 % d'eau, 14 % de fibre, 13,3 % de saccharose (environ 10 à 15 % de sucrose) et 2,7 % d'impuretés solubles. La betterave sucrière a une teneur en eau de 75 % et une concentration en saccharose d'environ 17 %.

Processus de production

Les processus de production de sucre à partir de la betterave sucrière et de la canne à sucre sont semblables. Tous deux comportent les étapes suivantes, qui sont présentées dans les figures A-1 et A-2 : la réception, le nettoyage, l'extraction, la clarification du jus, l'évaporation, la cristallisation, la centrifugation, le séchage, l'entreposage et le conditionnement. Les usines de fabrication de sucre de betterave et de canne sont généralement situées à proximité des sources de matières

premières pour réduire les coûts et les temps de transport et assurer la fraîcheur des matières premières.

Les betteraves sucrières et les cannes à sucre sont déchargées à partir des véhicules de transport après prélèvement d'un échantillon pour établir le contenu en sucre et en poussière des matières premières. La chaîne de production de sucre de betterave fonctionne continuellement à pleine capacité, tandis que la chaîne de production de sucre de canne doit généralement être arrêtée environ tous les 14 jours pour faciliter le retrait des incrustations sur les surfaces de chauffe. Les usines de traitement de la canne et de la betterave possèdent généralement des aires d'entreposage relativement importantes qui leur permet de stocker suffisamment de matières premières pour faciliter le processus de production en continu.

Lavage des cannes et extraction du sucre

Autrefois, les cannes étaient brûlées dans les champs pour pouvoir enlever les feuilles des tiges des cannes avant de les transporter dans les usines de traitement. Actuellement, on semble s'orienter vers un système qui donne lieu à la récolte des cannes, qui ne sont plus brûlées, quand elles sont encore vertes, en rejetant les feuilles dans les champs où les résidus de la récolte favorisent la conservation des sols. Les usines de traitement des cannes à sucre peuvent, après lavage des matières premières, décomposer celles-ci au moyen de couteaux et de broyeurs à marteau.

L'extraction du jus sucré, ou vesou, se fait à l'aide de moulins à cylindres. Les parties qui restent sur les tiges des cannes portent le nom de « bagasse ». La bagasse, qui contient les fibres de cellulose, est principalement utilisée par l'usine de traitement comme combustible pour générer de l'énergie. Lorsque les sucreries sont installées dans des sites où il existe

d'autres sources de combustibles, il est possible de faire subir à la bagasse des traitements supplémentaires en vue de son utilisation dans l'industrie de la cellulose. L'extraction du jus de la canne peut être également réalisée par un processus de diffusion par lixiviation ; ce processus permet d'obtenir des taux d'extraction plus élevés en consommant moitié moins d'énergie 50% qu'un moulin mécanique.

Lavage des betteraves et extraction du sucre

Le lavage des betteraves sucrières nécessite de grandes quantités d'eau qui sont, généralement, remise dans le circuit. Cette opération permet d'enlever la terre, les pierres et les feuilles. Les pierres récupérées peuvent être utilisées, par exemple, comme gravier dans l'industrie du bâtiment. La betterave est découpée en lamelles (cossettes). Le jus est extrait dans un diffuseur : les tranches de betteraves sont placées dans une eau d'extraction chaude pour produire une solution sucrée appelée « jus de diffusion ». Les drèches qui proviennent de la pulpe de la betterave sont ensuite pressés et séchées pour servir d'aliments pour le bétail.

Clarification, évaporation et cristallisation

Le jus qui résulte du processus d'extraction est clarifié par ajout de lait de chaux, puis filtré pour enlever la boue. Dans le cas de la betterave sucrière, la chaux provient de la calcination de calcaire dans un four spécialement conçu à cet effet. Les principales substances résultant de ce processus sont du calcaire calciné et du bioxyde de carbone (CO₂). Le calcaire calciné est utilisé pour produire du lait de chaux et le CO₂ est également ajouté au liquide par un processus dit de carbonatation. Étant donné l'ampleur des besoins en lait de chaux et en gaz nécessaires, ce processus s'effectue en continu. Le lait de chaud et le gaz carbonique sont ajoutés au jus et, durant le processus de carbonatation, attachent d'autres composantes comme les protéines aux particules de chaux. La chaux est ensuite filtrée ; il en résulte des boues de chaux qui,

une fois séchées, peuvent être utilisées comme agent de conditionnement des terres agricoles. On appelle « jus filtré » la solution limpide qui résulte de ce processus.

Bien que le processus de carbonatation donne de bons résultats, il est rarement utilisé dans la fabrication de sucre de canne en raison des investissements qu'il implique et de l'insuffisance des ressources en calcaire, qui est un élément essentiel. Les usines de traitement de la canne achètent habituellement de la poudre de calcaire calciné prête à l'emploi et l'utilise pour produire du lait de chaux. Une fois clarifié, le jus filtré a une teneur en sucre d'environ 15 %. Pour que le sucre cristallise, il faut que cette concentration dépasse 68 %, ce qui nécessite un processus d'évaporation. Le jus filtré passe dans divers récipients d'évaporation qui entraînent le dégagement de vapeur d'eau jusqu'à l'obtention d'un sirop contenant de 68 à 72 % de matière sèche. Ce jus épais est soumis à une évaporation supplémentaire jusqu'à la formation de cristaux de sucre ; les cristaux et le sirop dans lequel ils baignent sont ensuite placés dans une centrifugeuse qui permet de séparer ces deux composantes. Le sirop final, qui contient 50 % de sucre, est la mélasse. Les cristaux de sucre sont ensuite séchés et stockés (par ex., dans des silos).

La mélasse est le sous-produit le plus important de la production de sucre. Elle peut être utilisée comme aliment pour bétail ou comme matière première dans les procédés de fermentation. Pour faciliter l'emploi de la mélasse, qui est produite en quantités relativement élevées, les sucreries sont parfois associées à des distilleries (voir ci-après). Les produits de base utilisés en distillerie sont le jus sucré, la mélasse ou une combinaison de ces produits.

Raffinage du sucre

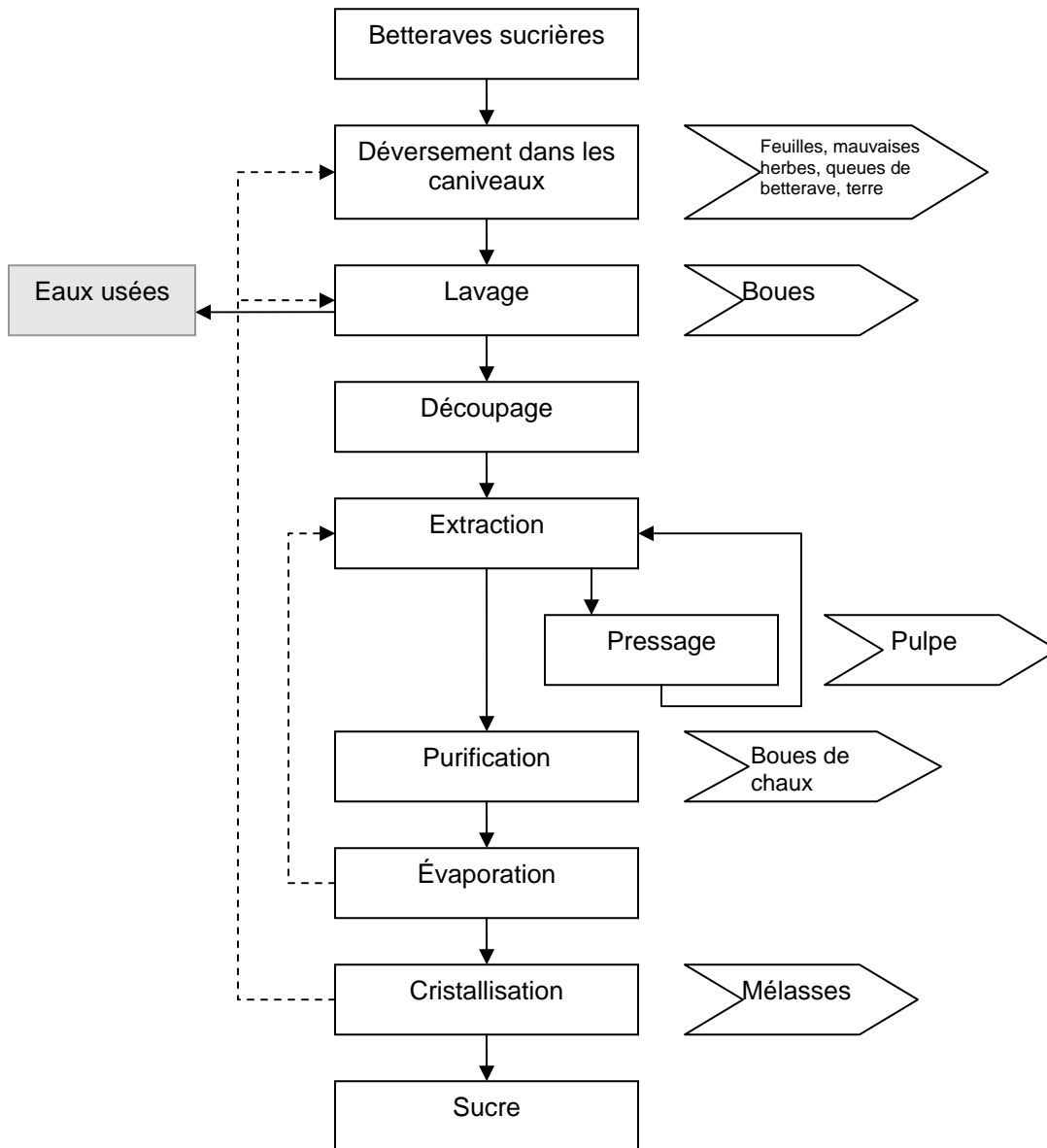
Le raffinage du sucre comprend l'affinage (mélange et centrifugation), la fonte, la clarification, la décoloration, l'évaporation, la cristallisation et la finition. Les méthodes de

décoloration utilisent le charbon actif en granulés, le charbon actif en poudre, les résines échangeuses d'ions et d'autres matières.

Distillerie

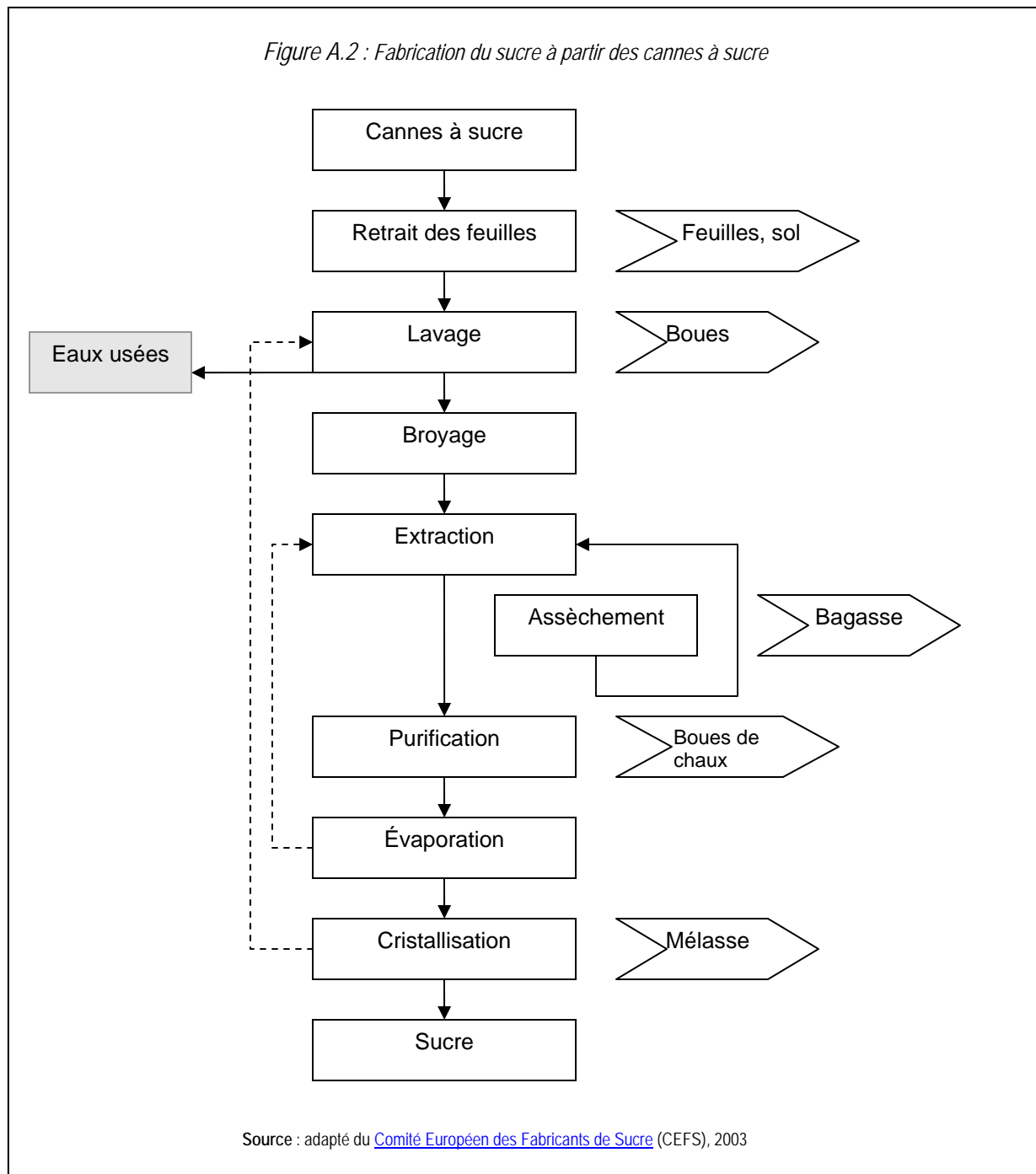
Lorsqu'une distillerie est associée à une sucrerie, elle peut utiliser un procédé de fermentation en discontinu ou en continu, puis procéder à la distillation pour produire de l'alcool éthylique pur à 95 %. Cet alcool éthylique peut être utilisé dans d'autres branches d'activité ou subir un traitement supplémentaire et être mélangé à de l'essence. Les déchets qui résultent du processus de distillation sont appelés « vinasse » ou résidu liquide. Ces déchets sont soumis à un processus de digestion anaérobie qui permet de produire du biogaz utilisable pour produire un combustible utilisable dans les chaudières de la distillerie ou pour alimenter en carburant les moteurs pour la production combinée de chaleur et d'électricité. Les déchets restants peuvent être répandus dans les champs et / ou utilisés pour composter les matières organiques solides qui proviennent des activités de transformation.

Figure A.1 : Fabrication du sucre à partir des betteraves sucrières



Source : adapté du [Comité Européen des Fabricants de Sucre](#) (CEFS), 2003

Figure A.2 : Fabrication du sucre à partir des cannes à sucre



Source : adapté du [Comité Européen des Fabricants de Sucre](#) (CEFS), 2003