

DIRECTIVES ENVIRONNEMENTALES, SANITAIRES ET SECURITAIRES POUR LA PRODUCTION ET LA TRANSFORMATION DES HUILES VEGETALES

INTRODUCTION

1. 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**, lesquelles présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires potentiellement 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 : www.ifc.org/ehsguidelines.
2. Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés comme réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques à chaque site et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs.
3. Le champ d'application des Directives EHS doit être adapté aux aléas et risques identifiés pour chaque projet en fonction 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 œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie en fonction de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires.
4. 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.

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.

CHAMP D'APPLICATION

5. **Les Directives EHS pour la production et la transformation des huiles végétales** s'appliquent aux installations dans lesquelles on extrait et transforme des huiles et des graisses issues d'une variété de pépins, de graines et de noix, notamment le canola, le ricin, la graine de coton, la moutarde, l'olive, la noix de palme, la noix de palmiste, l'arachide, le colza, le carthame, le sésame, le soja et le tournesol. Elles couvrent également la production et le raffinage des huiles végétales brutes, depuis la préparation des matières premières jusqu'à la mise en bouteille et au conditionnement des produits finis destinés à la consommation humaine et animale. Ces directives EHS ne s'appliquent toutefois pas à la production de biocombustibles. L'annexe A comporte une description détaillée des activités de ce secteur. La production de graines oléagineuses, de légumineuses et de grappes de noix de palmes fraîches est traitée dans les **Directives EHS pour la production de cultures annuelles** et les **Directives EHS pour la production de cultures pérennes**.

Le présent document s'articule comme suit :

1. Description et gestion des impacts propres aux activités considérées	2
1.1 Environnement.....	2
1.2 Hygiène et sécurité au travail.....	8
1.3 Santé et sécurité de la population.....	12
2. Indicateurs de performance et suivi des résultats	14
2.1 Environnement.....	14
2.2 Hygiène et sécurité au travail.....	16
3. Bibliographie	19
Annexe A. Description générale de la branche d'activité	22

1. DESCRIPTION ET GESTION DES IMPACTS PROPRES AUX ACTIVITES CONSIDEREES

6. Cette section résume les questions d'ordre environnemental, sanitaire et sécuritaire associées à la production et la transformation des huiles végétales qui peuvent survenir dans le cadre des opérations, et présente des recommandations sur la manière de les gérer. Les recommandations relatives à la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure durant la construction et le démantèlement des installations figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

7. Les principales questions environnementales associées aux opérations de production et de transformation des huiles végétales rentrent dans les catégories suivantes :

- Déchets solides et sous-produits
- Consommation et gestion de l'eau
- Consommation et gestion d'énergie
- Emissions atmosphériques
- Emissions de gaz à effet de serre
- Matières dangereuses

1.1.1 Déchets solides et Sous-produits

8. La transformation de l'huile végétale génère de grosses quantités de déchets organiques solides, de résidus et de sous-produits tels que les rafles (grappes de fruits vides) et les déchets d'amandes de palme issus de la transformation de l'huile de palme ou encore les grignons d'olive provenant de la transformation des olives. Le volume de déchets produit est fonction de la qualité des matières premières utilisées et de l'efficacité du processus. Les déchets, résidus et sous-produits peuvent être utilisés pour la fabrication de sous-produits commercialisables ou pour la production d'énergie. Parmi les autres types de déchets solides générés par la transformation de l'huile végétale, figurent notamment : les pâtes de neutralisation (savons) et les acides usagés résultant du raffinage chimique des huiles brutes ; les terres décolorantes usagées contenant des gommes, des métaux et des pigments ; les distillats désodorisants issus de la distillation à la vapeur des huiles comestibles raffinées ; le mucilage résultant de la démulcination (ou dégomme) des huiles ; les catalyseurs usagés et les adjuvants de filtration résultant du processus de durcissement.

9. Les mesures recommandées pour réduire le plus possible le volume de déchets solides et de sous-produits à éliminer se présentent comme suit :

- Réduire les pertes en produits grâce à des procédures de contrôle de la production et du stockage plus efficaces (par exemple, le suivi et l'ajustement de l'humidité de l'air pour prévenir les pertes causées par la formation de moisissures sur des substances comestibles) ;
- Récupérer les résidus issus de la phase de préparation des matières premières pour conditionnement (séchage) et retraitement (broyage), en vue de la production de produits dérivés (aliments pour animaux, par exemple) ;
- Retourner les déchets et les résidus dans les plantations pour favoriser la gestion des éléments nutritifs du sol ; par exemple, les rafles des palmeraies et autres déchets verts sont de précieux amendements du sol et/ou peuvent être compostés avec les eaux usées résultant du traitement des huiles végétales ;
- Utiliser les déchets et les résidus pour produire de l'énergie dans la/les chaudière(s) de l'usine du projet. Noter cependant que des émissions atmosphériques relativement élevées (telles que les émissions de matières particulaires) peuvent être générées lors de la combustion des résidus de cultures, et des risques d'incendie potentiels (dus à la poussière inflammable, par exemple) peuvent survenir suite à la manipulation, l'entreposage et le traitement des résidus de cultures ; en conséquence, il faudra solliciter d'un expert des conseils sur les caractéristiques du combustible et la conception de la chaudière si un tel usage des biocombustibles est prévu ;
- Examiner les options ci-dessous en vue de l'élimination responsable des terres décolorantes usagées :
 - Utiliser comme engrais, si elles ne sont pas contaminées par des métaux lourds comme le nickel, des résidus de pesticides, ou d'autres contaminants ;
 - Récupérer les huiles de qualité non alimentaire retenues dans les terres décolorantes usagées et qui pourraient servir dans d'autres applications (intrants pour la conversion en biodiesel ou en biolubrifiants) ;
 - Éviter le recyclage direct sur les terres agricoles. Ajouter les terres décolorantes usagées à d'autres déchets organiques et à du compost pour éviter le contact avec l'air et le risque de combustion spontanée de ces terres ;
 - Gérer les terres décolorantes contaminées, le cas échéant, conformément aux recommandations relatives à la gestion des déchets présentées dans les **Directives EHS générales** ;

12 février 2015

- Envisager de les utiliser comme produit d'alimentation des briqueteries, cimenteries et autres unités de fabrication de matériaux de construction.
- Examiner les options ci-dessous pour l'utilisation des distillats (acides gras libres, composés organiques volatils (COV) par exemple), en fonction de la teneur en contaminants (pesticides et/ou résidus) :
 - Utiliser des acides gras libres pour l'alimentation animale, s'ils ne sont pas contaminés.
 - Utiliser comme intrant dans les processus chimiques industriels (antioxydants, par exemple).
 - Utiliser comme combustible pour la production d'énergie.
- Le catalyseur au nickel utilisé pour l'hydrogénation des huiles végétales doit être :
 - Recyclé et récupéré pour être réutilisé comme catalyseur nickel, métal nickel, sel de nickel ou dans d'autres applications, ou
 - Stocké et mis en décharge conformément aux recommandations relatives à la gestion des déchets dangereux, présentées dans les **Directives EHS générales**.
- Gérer les adjuvants de filtration mélangés au nickel conformément aux recommandations concernant le catalyseur au nickel.
- Utiliser les boues et les effluents non contaminés issus des installations *in-situ* de traitement des eaux usées comme engrais agricoles ou comme combustible supplémentaire pour chaudières. Les recommandations relatives à la gestion des questions EHS communes aux boues et effluents figurent dans les **Directives EHS générales** et les **Directives EHS pour l'eau et l'assainissement**. Evacuer les boues contaminées provenant du traitement des eaux usées dans une décharge contrôlée ou les incinérer. L'incinération ne doit être effectuée que dans des unités agréées, fonctionnant selon des normes de prévention et de maîtrise de la pollution reconnues au plan international².

1.1.2 Consommation et gestion de l'eau

10. Les unités de production d'huiles végétales consomment de grandes quantités d'eau pour la production des huiles brutes (eau de refroidissement), la neutralisation par voie chimique, suivie des opérations de lavage et de désodorisation. Des recommandations générales pour réduire la consommation d'eau, en particulier dans les sites où les ressources naturelles en eau sont limitées, sont fournies dans les **Directives EHS générales**. Les mesures sectorielles recommandées pour réduire la consommation d'eau, optimiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau et réduire les volumes d'eaux usées consistent notamment à :

- Si l'option est économiquement viable, préférer le raffinage physique au raffinage chimique afin de réduire la consommation d'eau.
- Remplacer les systèmes de convoyage utilisant de l'eau par des systèmes mécaniques (tarières ou bandes transporteuses).
- Appliquer des procédures CIP de nettoyage sur place afin de réduire la consommation de produits chimiques, d'eau et d'énergie pendant les opérations de nettoyage.
- Récupérer et réutiliser le condensat issu des processus thermiques.
- Moderniser les atomiseurs (en y incluant des jets d'eau ou des buses).
- Utiliser des techniques de nettoyage à sec avant de rincer les planchers.

² Des exemples de problèmes environnementaux graves associés aux installations d'incinération sont donnés par IFC dans les Directives EHS pour les établissements de gestion des déchets.

- Nettoyer manuellement les récipients avant le rinçage pour retirer les solides en vue de leur récupération ou mise en décharge.
- Utiliser des systèmes de lavage sous haute pression et à faible volume, ainsi que des vannes d'arrêt automatiques.
- Les effluents générés par la transformation des huiles végétales pendant les opérations de lavage et de neutralisation des huiles peuvent présenter une forte teneur en matières organiques et, partant, une demande biochimique en oxygène (DBO) et une demande chimique en oxygène (DCO) élevées. Les eaux usées peuvent aussi contenir des concentrations importantes de solides en suspension, d'azote organique, d'huile et de graisse, ainsi que des résidus de pesticides issus du traitement des matières premières. Les mesures recommandées pour réduire la charge en contaminants consistent à : installer des bacs de collecte des déversements pour recueillir les solides aux endroits appropriés de la chaîne de production ; utiliser des techniques permettant de casser les émulsions (flottation à l'air dissous, par exemple), afin de séparer les huiles à forte teneur en DBO et en DCO et les effluents.
- Utiliser des grilles pour couvrir les drains dans la zone de production et empêcher les déchets solides et les liquides concentrés de rejoindre les eaux usées.
- Sélectionner en fonction du problème le type de désinfectant chimique à utiliser pour le nettoyage des équipements de fabrication. Les produits caustiques (de type lessive) sont généralement utilisés pour les graisses polymérisées, et les acides pour les dépôts calcaires.
- Appliquer les nettoyeurs chimiques en respectant les doses et le mode d'emploi.
- Traiter et rejeter comme il convient les solutions de nettoyage (en utilisant, par exemple, un procédé de dissociation de la pâte de neutralisation) pour séparer l'huile et les acides gras de la phase aqueuse et les évacuer vers un bac à graisses.
- Lorsque cela est approprié et réalisable, réduire l'acide phosphorique utilisé dans les opérations de démulcination en adoptant de meilleurs procédés de neutralisation ou des méthodes alternatives comme le dégommage enzymatique (qui réduit la charge de phosphore des eaux usées et réduit légèrement les quantités de boue produites).

Traitement des eaux usées industrielles

11. Parmi les différentes méthodes de traitement des effluents issus des procédés industriels dans cette branche d'activité, figurent notamment les bacs à graisses, les écumeurs ou séparateurs huile/eau qui permettent d'enlever les solides flottables ; les systèmes de répartition des flux et des charges; la sédimentation pour la réduction des solides en suspension dans des clarificateurs ou des bassins de décantation ; le traitement biologique, généralement anaérobie, suivi d'un traitement aérobie pour réduire la quantité de matière organique soluble (DBO) ; l'élimination des nutriments biologiques pour réduire les quantités d'azote et de phosphore ; la chloration des effluents si une décontamination s'avère nécessaire ; la déshumidification et l'élimination des résidus ; dans certains cas, on peut composter ou épandre sur les sols les résidus provenant du traitement des eaux usées qui sont de qualité acceptable. Des mesures de contrôle d'ingénierie supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour contenir et neutraliser les odeurs désagréables.

12. Les mesures de gestion des effluents des installations et les différentes méthodes de traitement envisageables sont décrites dans les **Directives EHS générales**. Grâce à l'utilisation de ces techniques et à l'application de bonnes pratiques de gestion des eaux usées, y compris l'adoption d'un programme régulier de maintenance, les installations devront satisfaire les valeurs limites applicables aux effluents d'eaux usées, telles qu'indiquées au tableau correspondant de la section 2 du présent document.

Autres effluents

13. Des recommandations pour la gestion des eaux usées non contaminées provenant des équipements sanitaires, des eaux de pluie non contaminées, et des eaux d'égout sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les écoulements d'eau contaminée doivent être réorientés vers le système de traitement des eaux usées industrielles.

1.1.3 Consommation et gestion de l'énergie

14. Les unités de transformation des huiles végétales consomment de l'énergie pour chauffer l'eau et produire la vapeur utilisée lors des différentes opérations (en particulier pour la dissociation des pâtes de neutralisation et la désodorisation) et lors du nettoyage. Les systèmes de réfrigération et les systèmes à air comprimé, couramment utilisés, sont également très gourmands en énergie. Outre les recommandations concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie fournies dans les **Directives EHS générales**, les mesures sectorielles recommandées consistent notamment à :

- Améliorer l'uniformité de l'alimentation pour stabiliser et réduire les besoins en énergie.
- Éliminer plus efficacement l'air des récipients de stérilisation afin d'améliorer le transfert de chaleur.
- Recenser et mettre en œuvre des possibilités d'échange de chaleur dans les processus industriels (échangeurs de chaleur huile-huile optimisés en désodorisation continue, par exemple).
- Réduire la consommation des vapeurs produites lors de la distillation en améliorant l'efficacité de ce procédé (améliorer la conception du plateau de distillation par exemple). Dans la mesure du possible, envisager des technologies telles que les systèmes de condensation du type glace carbonique, susceptibles de réduire la consommation d'énergie.
- Envisager la cogénération d'énergie (production combinée de chaleur et d'électricité) pour améliorer les rendements énergétiques.
- Envisager des approches plus avancées (comme l'utilisation d'enzymes) pour des opérations telles que la démulcination et la récupération des huiles.
- Si possible, utiliser la digestion anaérobie pour le traitement des effluents et la méthanisation pour la production de chaleur et/ou d'électricité.

1.1.4 Émissions atmosphériques

Émissions inhérentes au processus de transformation

15. Les particules en suspension (poussières) et les composés organiques volatils (COV) constituent l'essentiel des émissions provenant des unités de production et de transformation des huiles végétales. Les poussières sont générées par le traitement des matières premières (soit le nettoyage, tri et broyage), tandis que les émissions de COV sont liées à l'utilisation des solvants nécessaires à l'extraction des huiles (il s'agit le plus souvent d'hexane)³. Les émissions de solvants proviennent de diverses sources au sein des unités de transformation des huiles végétales (à savoir l'unité de récupération des solvants, le séchoir et refroidisseur de tourteaux, les fuites dans les canalisations et les systèmes d'aération ainsi que le

³ Dans certaines juridictions, l'hexane est considéré comme un polluant atmosphérique dangereux.

stockage des produits). Le processus de raffinage entraînera des émissions supplémentaires si une méthode de fractionnement est utilisée. Des solvants peuvent être présents en petites quantités dans les huiles végétales brutes si elles ont été extraites à l'aide d'un solvant ; ils se transforment en composés volatils pendant le processus de raffinage des huiles, en particulier au cours de la phase de désodorisation. Les émissions olfactives peuvent provenir d'une multitude de sources (cuiseurs, séparation de la pâte de neutralisation, générateurs de vide, par exemple).

16. Les méthodes de gestion recommandées pour prévenir et contrôler les émissions de COV consistent en :

- L'amélioration des procédés utilisés, par exemple :
 - Optimiser la récupération des solvants, par distillation de l'huile issue de l'extracteur.
 - Assurer la ventilation arrière des réservoirs d'alimentation en solvants lors du remplissage du réservoir de stockage en vrac.
 - Améliorer les systèmes de collecte d'air évacué.
 - Mettre en place des systèmes de prévention des fuites.
- L'adoption de technologies permettant de réduire les émissions :
 - Récupérer si possible les vapeurs de solvants, en utilisant principalement un désolvant-toaster à contre-courant lors de l'extraction des huiles végétales.
 - Utiliser un condensateur, un rebouilleur et un séparateur par gravité pour traiter les condensats à forte teneur en solvants, afin de réduire les émissions de solvants et les risques d'explosion dans le système d'évacuation des eaux usées.
 - Traiter l'air chargé d'hexane provenant du condenseur/rebouilleur avec un épurateur d'huile minérale.
 - Envisager la condensation cryogénique lors des opérations de fractionnement par solvant. Les meilleures pratiques recommandent l'adoption d'un circuit fermé dans lequel 99,9% des apports de solvant sont réutilisés.
- Les **Directives EHS générales** contiennent des recommandations supplémentaires relatives à la prévention et au contrôle des émissions de COV.

17. Les méthodes de gestion recommandées pour prévenir et contrôler les émissions de poussières et les nuisances olfactives consistent à :

- Veiller au bon entretien des équipements de nettoyage, de tri et de broyage, de même que des systèmes de ventilation et d'aération, afin de réduire les émissions de poussières diffuses et éviter d'utiliser l'air comprimé ou la vapeur sous haute pression pour le nettoyage.
- Installer des cyclones, des filtres textiles ou des filtres à poussière électrostatiques sur certains conduits d'aération et notamment sur les séchoirs à tourteaux, les refroidisseurs et les broyeurs afin de prévenir les émissions olfactives.
- Réduire les émissions olfactives (émanant de la séparation de la pâte de neutralisation, des cuiseurs utilisés pendant l'extraction, des générateurs de vide et des dispositifs pressurisés) à l'aide d'un système de lavage caustique, alcalin ou à l'ozone, ou incinérer les gaz dans un générateur de vapeur ou dans des incinérateurs séparés.

Produits de combustion

18. Les unités de transformation des huiles végétales consomment de grandes quantités d'énergie et sont équipées de générateurs de vapeur auxiliaires pour la production d'énergie sous forme de vapeur. Les

émissions liées à l'exploitation de ces générateurs de vapeur sont généralement composées de sous-produits de combustion (NOx, SOx, matières particulaires, de COV et de gaz à effet de serre (CO2)). Les stratégies de gestion recommandées reposent à la fois sur la réduction de la demande en énergie, l'utilisation de combustibles moins polluants et, au besoin, l'application de mesures de contrôle des émissions. Des recommandations sur l'utilisation rationnelle de l'énergie figurent dans les **Directives EHS générales**.

19. Les directives concernant la gestion des émissions produites par les opérations de combustion des petites centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 mégawatts thermiques (MWth), y compris les normes d'émission relatives aux gaz d'échappement, figurent dans les **Directives EHS générales**. Les directives relatives aux émissions des centrales ayant une puissance installée supérieure à 50 MWth figurent dans les **Directives EHS pour l'électricité thermique**.

1.1.5 Émissions de gaz à effet de serre

20. La transformation des huiles végétales produit des émissions de GES en raison de la consommation d'énergies fossiles. Les projets doivent gérer la consommation d'énergie conformément aux **Directives EHS générales**.

21. La forte charge en nutriments des eaux usées peut être une source de méthane (CH4) lorsque ces eaux sont traitées ou éliminées de façon anaérobie. Elle peut également être une source d'émissions d'oxyde nitreux (N2O) issues de la dégradation de composants azotés dans l'effluent d'eaux usées (urée, nitrates et protéines par exemple). Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser les émissions de GES liées aux combustibles non fossiles consistent notamment à :

- Éviter les milieux anaérobies ouverts pour le traitement des eaux usées en assurant un programme régulier de maintenance opérationnelle dans le circuit de traitement des effluents.
- Envisager des méthodes biologiques de traitement des eaux usées, telles que la digestion anaérobie et la récupération de méthane ; l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation ; le co-compostage des sous-produits, le cas échéant (rafles de palmiers à huile compostées avec les effluents des huileries de palme ou encore grignons d'olive mélangées aux eaux usées des moulins) ; et la détoxification par fixation d'azote.

1.1.6 Matières dangereuses

22. La transformation des huiles végétales implique le transport, le stockage et l'utilisation de grosses quantités d'acides, d'alcalis, de solvants et d'hydrogène pendant les phases d'extraction et de raffinage. Or, ces produits peuvent entraîner des déversements ou d'autres types de rejets au cours des opérations de transport, de stockage et de manutention, ce qui peut avoir des impacts néfastes sur les sols et les ressources en eau. L'inflammabilité et les caractéristiques potentiellement dangereuses de ces produits présentent de surcroît un risque d'incendie et d'explosion. Les matières dangereuses doivent être gérées conformément aux principes énoncés dans les **Directives EHS générales**.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

23. Les risques concernant l'hygiène et la sécurité au travail durant la construction et le démantèlement des usines de transformation des huiles végétales sont identiques à ceux de la plupart des installations industrielles et les mesures à prendre pour les prévenir et les maîtriser sont examinées dans les **Directives EHS générales**. Les problèmes d'hygiène et de sécurité au travail liés aux phases opérationnelles de la

transformation des huiles végétales rentrent dans les catégories suivantes :

- Risques chimiques
- Risques corporels
 - Entrée dans les espaces confinés
 - Risques électriques
 - Risques d'incendie et d'explosion
 - Bruit

1.2.1 Risques chimiques

24. Le personnel des unités de transformation des huiles végétales peut être exposé à des substances dangereuses, notamment par inhalation de l'hexane ou des autres solvants utilisés dans le processus d'extraction ; inhalation de produits chimiques toxiques (à titre d'exemple, le méthylate de sodium peut provoquer des brûlures de la peau et des tissus pulmonaires en cas d'inhalation) ; exposition des yeux ou de la peau à des acides ou des bases ; inhalation de poussières pendant le transport des matières premières (et notamment des graines oléagineuses et des légumineuses jusqu'à l'unité de broyage) ; inhalation de poussières issues du traitement et de l'expédition des tourteaux ; inhalation des poussières de terre décolorante, d'adjuvant de filtration et de catalyseur au nickel ; et inhalation d'aflatoxines présentes dans les matières premières. Des recommandations sur la gestion des risques posés par les produits chimiques sur le lieu de travail figurent dans les **Directives EHS générales**.

25. D'autres mesures recommandées dans cette branche d'activité consistent, notamment à :

- Assurer une circulation d'air adéquate permettant de réduire la concentration de solvants dans les zones d'extraction d'huile.
- Installer une ventilation appropriée, particulièrement au niveau des postes de manutention et de broyage des matières premières, de manutention de terres décolorantes et d'utilisation de solvants.
- Maintenir les niveaux des concentrations de COV dans l'air en dessous de 10 % des limites inférieures d'explosivité. La limite inférieure d'explosivité de l'hexane est de 1,1 % (% en volume) et sa limite supérieure d'explosivité est de 7,5 % (% en volume).
- Assurer la distillation correcte des huiles après extraction afin de bien éliminer les solvants.
- Prévenir les fuites et les déversements d'huile dans les installations d'extraction.
- Contrôler le point d'éclair des huiles après extraction et contrôler la température dans toutes les installations réceptionnant des huiles extraites par solvant.
- Dans la mesure du possible, utiliser de l'eau chaude au lieu de solvants pour faciliter le nettoyage.

1.2.2 Risques corporels

26. Les risques physiques inhérents aux unités de production et de transformation d'huile végétale sont similaires à ceux des autres branches d'activité et comprennent les risques de chutes dans des escaliers et sur des sols glissants, les blessures causées par du matériel non protégé ou des objets en mouvement, les risques de collision avec les véhicules dans l'enceinte de l'usine (des camions par exemple), et le contact accidentel avec des bandes transporteuses, telles que celles utilisées dans les unités de broyage et pour l'enlèvement des terres usagées. Les **Directives EHS générales** fournissent des recommandations

sur la prévention et la maîtrise des risques corporels.

Entrée dans les espaces confinés

27. Les silos à grains présentent un risque majeur de mort par asphyxie. Des oxydes d'azote et du dioxyde de carbone (CO₂) extrêmement toxiques commencent à s'accumuler dans l'espace libre au-dessus de l'ensilage quelques heures après son remplissage. Les citernes peuvent aussi présenter des risques d'asphyxie s'ils sont par exemple rincés à l'azote avant le chargement. Des recommandations relatives à la gestion des risques posés sur le plan de l'hygiène et de la sécurité au travail par les espaces confinés figurent dans les **Directives EHS générales**.

Risques électriques

28. Les circuits électriques sont une source de danger pour le personnel et peuvent donner lieu à des blessures voire des accidents mortels. Des recommandations sur la prévention des risques et le contrôle des circuits électriques figurent dans les **Directives EHS générales**. Les mesures sectorielles recommandées en matière de sécurité des silos sont exposées ci-après.

Risques d'incendie et d'explosion

29. Les risques d'incendie et d'explosion se posent à différents stades de la production et de la transformation des huiles végétales. Ils peuvent entraîner des pertes matérielles et causer aux employés d'un projet des blessures ou des accidents mortels. La sécurité incendie générale doit être gérée conformément aux **Directives EHS générales**. Les risques propres à cette branche d'activité sont liés à la combustibilité des huiles végétales et aux taux élevés de poussières inflammables dégagées pendant la manutention des graines et des oléagineux et dans les installations de stockage de ces produits. Pour écarter le risque d'explosion, il est essentiel de contrôler et d'enlever ces poussières, mais aussi de contrôler ou supprimer les potentielles sources d'inflammation. Le stockage de céréales et de grains présente un risque de combustion, à raison de son potentiel d'auto-échauffement et d'auto-inflammation. En ce qui concerne ces produits et le stockage de l'huile, la sécurité des silos est essentielle. Les unités de transformation des huiles végétales présentent en outre des risques d'explosion résultant de la volatilisation des solvants dissous dans l'huile (hexane, par exemple), ainsi que des risques d'incendie liés à la forte teneur en iode de l'huile contenue dans la terre décolorante usagée, à des températures ambiantes élevées et à la forte circulation de courants d'air.

Sécurité des poussières inflammables et des silos

30. Pour prévenir et maîtriser les explosions et incendies dus aux poussières inflammables, il est recommandé de prendre les mesures suivantes⁴ :

- Adopter les normes internationales reconnues en matière de conception et d'exploitation⁵.

⁴ Persson (2013); Krause (2009); France, MEDDAT (2008).

⁵ Voir par exemple les normes EN 1127-1 *Explosive Atmospheres – Explosion Prevention and Protection*; EN 13463-1 *Non-Electrical Equipment for Potentially Explosive Atmospheres*; NFPA 61: *Standard for the Prevention of Fires and Dust Explosions in Agricultural and Food Processing Facilities, 2013 Edition*; NFPA 654 *Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids*; OSHA 29 CFR 1910.272 *Grain Handling Facilities Standard*.

https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9874; Directive

12 février 2015

- Classer les zones en fonction de leurs catégories de risque respectives, conformément aux pratiques et règles définies dans les normes reconnues à l'échelle internationale⁶, et installer des circuits électriques intrinsèquement sûrs et des dispositifs électriques anti-explosion (y compris pour l'éclairage).
- Élaborer et mettre en œuvre un programme d'entretien complet afin d'éviter l'accumulation de poussières. L'air comprimé ne doit pas être utilisé pour nettoyer les poussières, car cela risquerait d'augmenter le taux de concentration de celles-ci dans l'atmosphère. Tout matériel d'entretien (en particulier les kits de soudage et autres outils à commande électrique) doit être inspecté régulièrement et approuvé avant usage.
- Éviter les sources de chaleur par frottement en adoptant des pratiques ou des technologies appropriées.
- Contrôler l'électricité statique. Par exemple, les sangles élévatrices doivent être construites avec un matériau antistatique ou avoir des propriétés antistatiques ; lors du transfert pneumatique d'une substance inflammable, prévoir la mise à la masse et la mise à la terre des camions-citernes afin d'éviter la formation d'électricité statique.
- Installer des systèmes appropriés de mise à la terre et de protection contre la foudre dans les silos, conformément aux normes reconnues à l'échelle internationale.
- Contrôler l'accès aux zones où il existe un risque d'explosion élevé, par exemple, limiter l'accès au personnel qualifié uniquement.
- S'assurer que l'aire de déchargement est complètement fermée et que les grilles mises en place sont conçues et entretenues de façon à empêcher toute entrée de pierres et de morceaux de métal.
- Débarrasser les systèmes de chauffage et les surfaces de la poussière.
- Déployer des dispositifs de dépoussiérage/suppression de la poussière dans les silos élévateurs et les bandes transporteuses pour éviter l'accumulation de poussières dans les zones de transfert du grain ; par exemple, dans les aires de déchargement, un dispositif de dépoussiérage doit être utilisé, et installé de préférence sous la grille et sur la fosse de réception.
- S'assurer que les plans et procédures d'urgence sont élaborés et compris par le personnel. Installer du matériel de détection approprié dans les silos, tel que des câbles capteurs de température et des détecteurs de gaz. Les détecteurs d'étincelles/de chaleur doivent être connectés à un dispositif d'extinction intégré aux systèmes de transport (transporteurs à bande, systèmes d'extraction de poussières, etc.) afin de réduire le risque d'inflammation.
- Se doter de moyens d'extinction appropriés en cas d'incendie (extincteurs à eau, mousse d'extinction, gaz inerte, extincteurs à poudre, par exemple) en fonction de la construction du silo et des matériaux en vrac entreposés. Le silo doit être préparé avec des raccords ou des ouvertures adaptés à la méthode d'extinction envisagée et à la manière dont le silo a été construit ; par exemple, les tuyauteries et les raccords doivent se trouver en haut de la paroi du silo si l'on estime que le toit n'est pas suffisamment solide pour résister à une explosion.
- Envisager un système séparé de vidange en cas d'urgence (à savoir un transporteur distinct en sortie de silo), effectuée vers un endroit sûr à l'extérieur du silo afin de réduire le risque de propagation de l'incendie à l'intérieur de l'usine ; et garantir la présence du matériel de lutte contre

ATEX 94/9/EC sur les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/atex/>; arrêté du 29/03/04 relatif à la prévention des risques présentés par les silos de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables, http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/5163.

⁶ US National Electrical Code.

l'incendie. Si des systèmes de transport classiques doivent être utilisés pour la vidange d'urgence, préférer des transporteurs à chaîne et à vis pour éviter de générer de la chaleur par frottements.

- Envisager un système fixe d'extinction d'incendie par gaz, adapté au diamètre et à la construction du silo, pour permettre une intervention rapide et appropriée.
- S'assurer que les véhicules ou les citernes ont une capacité d'aération d'urgence suffisante pour soulager la surpression interne en cas d'incendie ; si le silo se trouve dans l'enceinte d'une usine, évacuer les gaz à l'extérieur.

Risques liés aux opérations de transformation

31. Les autres risques d'incendie et d'explosion liés à la transformation des huiles végétales sont notamment les atmosphères inflammables produites par les fuites d'hexane⁷, l'air entraîné dans le désodorisateur sous haute température et le potentiel d'auto-inflammation des terres décolorantes usagées. Lorsque l'huile traitée subit d'autres modifications, des risques comme les explosions dues à des fuites d'hydrogène (à la phase d'hydrogénation) ou la production de substances inflammables peuvent survenir. Les mesures suivantes sont recommandées pour prévenir et maîtriser ces risques⁸ :

- Assurer un entretien régulier et adéquat du matériel pour éviter les fuites.
- Établir des procédures de démarrage, d'arrêt et de maintenance de l'installation, et former le personnel à identifier les fuites d'air et à réagir face à un déclenchement d'incendie.
- Connecter une conduite d'alimentation en azote au désodorisateur pour que la teneur en oxygène puisse diminuer en cas d'incendie.
- Protéger le désodorisateur contre la surpression grâce à un ensemble de dispositifs que sont le disque de rupture et la soupape de sécurité.
- Entreposer les tambours qui maintiennent les catalyseurs dans des endroits clos et secs dotés de raccords électriques mis à la terre. Transporter les sacs du tambour au système de dosage dans un récipient pour éviter tout contact avec l'humidité. Utiliser tout le contenu des sacs ; ne pas laisser de contenu inutilisé, car cela pourrait également créer un contact avec l'humidité.

Bruit

32. Les opérateurs des usines de transformation des huiles végétales sont également exposés aux bruits émis par les moyens de transport à l'intérieur de l'usine, les bandes transporteuses, les chaudières, les pompes, les ventilateurs, et les diverses fuites d'air et de vapeur. Les recommandations sur la prévention et le contrôle de l'exposition au bruit figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.3 Santé et sécurité de la population

33. Les effets des opérations de transformation des huiles végétales sur la santé et la sécurité de la population sont les mêmes que dans la plupart des branches d'activité (y compris celles liées à la sécurité du transport des matières premières et des produits finis) et sont examinés dans les **Directives EHS générales**. Les problèmes propres au secteur de la transformation des huiles végétales et susceptibles d'avoir un impact sur la communauté ou le grand public sont liés notamment à la présence potentielle de

⁷ Voir par exemple Fediol (2006) ; Directive ATEX 94/9/EC sur les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/atex/>; NFPA-36 Solvent Extraction Plants.

⁸ Hamm, W., R. J. Hamilton, and G. Calliau (Eds) 2013.

pathogènes et de contaminants dans les huiles traitées (résidus de pesticides, par exemple).

1.3.1 Description et gestion de l'impact propre à la sécurité sanitaire des aliments

34. La sécurité sanitaire des aliments est un risque qui concerne particulièrement les activités de transformation des huiles végétales. Par exemple, le rappel de produits contaminés ou frelatés déjà mis en vente et dont on peut retracer l'origine jusqu'à une entreprise précise peut être très dommageable pour des entreprises viables. Si une société peut remonter jusqu'au lot d'où proviennent les produits incriminés, le rappel de produits consiste simplement à retirer du marché l'ensemble des produits portant le numéro de ce lot.

35. En se dotant d'un programme de sécurité sanitaire des aliments, les entreprises peuvent se prémunir contre la dégradation ou la contamination de leurs produits et éviter les conséquences d'un rappel de produits. La transformation des huiles végétales doit donc s'effectuer conformément à des normes de sécurité des aliments internationalement reconnues, compatibles avec les principes de l'analyse des risques et de la maîtrise des points critiques (HACCP)⁹ et les normes du *Codex Alimentarius* et *ISO 22000* de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Les principes de sécurité des produits dont l'application est recommandée touchent aux aspects suivants :

- Appliquer systématiquement et intégralement les critères préalables que définit le système HACCP, notamment dans les domaines suivants : assainissement, bonnes pratiques de gestion, mise en œuvre de programmes de lutte intégrée contre les nuisibles ou les vecteurs, et optimisation des méthodes de lutte par des moyens mécaniques (pièges et grillages aux portes et fenêtres par exemple), contrôle des produits chimique, contrôle des allergènes et mécanisme de recueil des plaintes des consommateurs.
- Envisager des systèmes de surveillance renforcés pour la dioxine et les biphényles polychlorés de type dioxine¹⁰.
- Dispenser une formation à tout le personnel pour s'assurer qu'il est informé du risque de contamination et de croissance microbologique pendant le traitement, la manutention, le stockage et la maintenance (contamination par *Salmonella* par exemple).
- Utiliser une terre décolorante fraîche de qualité alimentaire pour le traitement de produits destinés à l'alimentation humaine et animale, afin d'éviter tout risque de santé publique lié à la contamination des denrées alimentaires et des aliments pour animaux¹¹.

⁹ ISO 2005.

¹⁰ Fediol 2006.

¹¹ <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

2. INDICATEURS DE PERFORMANCE ET SUIVI DES RESULTATS

2.1 Environnement

2.1.1 Directives pour les émissions et les effluents

36. Les tableaux 1 et 2 présentent les directives pour les émissions et les effluents dans 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 agréés. Les directives relatives aux effluents s'appliquent aux effluents traités et rejetés directement dans les eaux de surface destinées à une utilisation générale. Les niveaux de rejets propres à un site 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**.

TABLEAU 1. Directives pour les effluents issus de la transformation des huiles végétales		
POLLUANTS	UNITE	Valeur donnée dans les directives
pH	pH	6–9
DBO5	mg/l	50
DCO	mg/l	250
Total azote	mg/l	10
Total phosphore	mg/l	2
Huiles et graisses	mg/l	10
Total solides en suspension	mg/l	50
Augmentation de la température	°C	<3 ^b
Total bactéries coliformes	MPN ^a / 100 ml	400
Ingrédients actifs / antibiotiques	À déterminer au cas par cas	
Notes: ^a NPP = Nombre le plus probable. ^b à la limite d'une zone de mélange définie scientifiquement et en tenant compte de la qualité de l'eau ambiante, de l'utilisation des eaux réceptrices, des récepteurs potentiels et de la capacité d'assimilation de l'environnement.		

TABLEAU 2. Directives pour les émissions atmosphériques issues de la transformation des huiles végétales		
POLLUANTS	UNITE	Valeur donnée dans les directives
Poussière^a	mg/Nm ³	10 (poussières sèches) 40 (poussières humides)
Hexane^b	mg/Nm ³	100
COV^c	kg de solvant perdu / t de matière première	Graisse animale : 1.5 Ricin : 3 Graines de colza : 1 Graines de tournesol : 1 Fèves de soja (trituration normale) : 0,8 Fèves de soja (flocons blancs) : 1,2 Autres grains et matières végétales : 1,5 (fractionnement sans démulcination) 4 (démulcination)
Notes: ^a On peut obtenir des niveaux de poussières de 10 mg/Nm3 pour les poussières sèches en équipant certains conduits d'aération (par exemple ceux des séchoirs, refroidisseurs et broyeurs de tourteaux) de cyclones et de sacs filtrants. Pour les poussières humides, on peut obtenir des niveaux de l'ordre de 40 mg/Nm3 en utilisant des cyclones ou des multicyclones. ^b S'applique à l'usine de solvants et peut être obtenu en utilisant des cyclones. ^c Renvoie à la perte totale de solvants, Directive européenne promulguée en 1999 (Directive n° 1999/13/CE du 11 mars 1999 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations).		

37. Ces directives sont réalisables, dans le cadre de conditions d'exploitation normales, dans les établissements conçus, exploités et entretenus de manière appropriée qui appliquent les techniques de prévention et de contrôle de la pollution examinées dans les sections précédentes de ce document. Les niveaux indiqués doivent être atteints, sans dilution, pendant au moins 95% du temps pendant lequel l'usine ou l'unité fonctionne, calculé sur la base du nombre annuel d'heures d'exploitation. Tout écart par rapport à ces valeurs limites qui tiendrait à des conditions locales propres au projet considéré doit être justifié dans l'évaluation environnementale.

38. Les directives relatives aux émissions s'appliquent aux émissions inhérentes au processus de production. Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux systèmes de cogénération d'énergie électrique ou mécanique, de vapeur, de chaleur, ou toute combinaison de ces éléments, indépendamment du type de carburant utilisé, et d'une puissance installée comprise entre trois mégawatts thermiques (MWth) et 50 MWth, 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**.

2.1.2 Utilisation des ressources et déchets

39. Le tableau 3 présente des indicateurs relatifs à l'utilisation des ressources et à la production de déchets dans le secteur de la transformation des huiles végétales. Ces indicateurs sont représentatifs d'une utilisation rationnelle des ressources et peuvent servir à mesurer l'évolution des performances du secteur dans le temps. Les valeurs de référence de ce secteur sont fournies uniquement à titre comparatif ; chaque projet doit s'efforcer d'améliorer systématiquement ses performances dans ces domaines. On notera que le volume d'eaux usées produit est très largement fonction de la matière première traitée et de sa qualité, ainsi que de la technologie utilisée.

2.2 Hygiène et sécurité au travail

2.2.1 Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

40. Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et 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 (TIV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIS®) publiés par *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*¹², *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par *United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)*¹³, les valeurs plafonds autorisées (PELS) publiées par *Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)*¹⁴, les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne¹⁵, ou d'autres sources similaires.

2.2.2 Fréquence des accidents mortels et non mortels

41. 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 *U.S. Bureau of Labor Statistics* et *UK Health and Safety Executive*)¹⁶.

TABLEAU 3. CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET DE RESSOURCES

¹² <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

¹³ <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

¹⁴ http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

¹⁵ http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

¹⁶ <http://www.bls.gov/iif/> et <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

INTRANTS PAR UNITÉ DE PRODUIT	UNITÉ	RÉFÉRENCE	
Consommation d'eau^a			
Production d'huile brute – eaux usées	m ³ /t de matière	0,2–0,5	
Production d'huile brute – eaux de refroidissement	première m ³ /t de matière première	2–14	
Neutralisation Chimique	matière première	1–1,5	
Désodorisation	m ³ /t de produit	10–30	
Durcissement	m ³ /t de produit	2,2–7	
Consommation Chimique^a			
Soude caustique Acide phosphorique Acide citrique Acide sulfurique		1–6*	
		0,1–2,0	
		0,1–1,0	
		100–250	
CONSOMMATION D'ÉNERGIE	VAPEUR (MJ/T de produit fini)	ÉLECTRICITÉ (MJ/T de produit fini)	TOTAL ÉNERGIE (MJ/T de produit fini)
Neutralisation	112–280	22–44	145–330
Dissociation des pâtes de neutralisation ^c	560–2800 ^c	11–36 ^c	620–2850 ^c
Désodorisation ^d			
Par lot	420–1120 ^e	60–150	510–1350
En semi-continu			
En continu			
Source: CE 2006.			
^a Cette plage dépend de la teneur en acides gras libres.			
^b Calculée en utilisant la formule 2,8 x kg vapeur/t = MJ/t (CE 2006).			
^c MJ/t de pâte de neutralisation.			
^d ré La désodorisation par lot et en semi-continu permet d'atteindre les valeurs de consommation de vapeur les plus faibles dans les plages citées et de se situer à l'extrémité inférieure de la plage pour la consommation totale d'énergie.			
^e L'utilisation de la technologie de condensation à sec permet d'obtenir des valeurs de consommation de vapeur bien plus basses, pouvant atteindre environ 70 MJ de vapeur / t de produit fini pour les unités de condensation à sec en désodorisation continue et semi-continue (Hamm et al. 2013).			

2.2.3 Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail au travail

42. Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques et maladies professionnels liés aux conditions de travail spécifiques au projet considéré et à la santé des employés. Ce suivi doit être conçu et mis en œuvre par des experts agréés¹⁷ dans le cadre d'un programme de prévention et de suivi consacré à l'hygiène et la

¹⁷ Les experts agréés peuvent être des hygiénistes industriels certifiés, des hygiénistes du travail agréés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

12 février 2015

sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des situations dangereuses 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**.

3. REFERENCES

- AEA Energy & Environment. 2008. "Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC)." Guidance 19: Vegetable Oil and Animal Fat Extraction and Vegetable Oil Refining Activities.
http://www.fediol.eu/data/VOC_Guidance.pdf
- American Oil Chemists' Society. "An Important Source for Industrialists on Oil Processing Technologies."
<http://www.aocs.org>
- BLS (U.S. Bureau of Labor Statistics). 2012a. "Census of Fatal Occupational Injuries. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2011." Revised data. BLS, Washington, DC.
<http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0010.pdf>
- . 2012b. "Survey of Occupational Injuries and Illnesses. Table SNR05. Incidence Rate and Number of Nonfatal Occupational Injuries by Industry and Ownership, 2011." BLS, Washington, DC.
<http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/ostb2805.pdf>
- EBRD (European Bank for Reconstruction and Development). 2009. "Sub-sectoral Environmental and Social Guidelines: Vegetable Oil Processing." EBRD, London
http://www.ebrd.com/downloads/about/sustainability/veg_oil.pdf
- European Parliament and Council of the European Union. 1994. "Directive 94/9/EC of the European Parliament and of the Council of 23 March 1994 on the Approximation of the Laws of the Member States Concerning Equipment and Protective Systems Intended for Use in Potentially Explosive Atmospheres." EU, Brussels.
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/atex/direct/text94-9_en.pdf
- . 1999. "Council Directive 1999/13/EC on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds Due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations." EU, Brussels. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:085:0001:0022:EN:PDF>
- . 2010. "Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control)." EU, Brussels.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:EN:PDF>
- EC (European Commission). 2006. "Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink, and Milk Industries." August 2006. EC.
<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1995. "9.11.1 Vegetable Oil Processing." In AP 42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. Washington, DC: EPA. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/final/c9s11-1.pdf>
- . 1998. *Vegetable Oil Production: Industry Profile*. Washington, DC: EPA, Air Quality Standards and Strategies Division. http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil_IP.pdf
- . 2001. "National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Solvent Extraction for Vegetable Oil Production." Federal Register April 12, 2001. Washington, DC: EPA.
<http://www.epa.gov/ttnatw01/vegoil/vegoilpg.html>
- . 2004. "Rule and Implementation Information for Vegetable Oil Production; Solvent Extraction." EPA, Washington, DC.

<http://www.epa.gov/ttn/atw/vegoil/vegoilpg.html>

FAO and WHO (Food and Agriculture Organization and World Health Organization). Codex Alimentarius Commission. 2010. Codex Alimentarius. Geneva: FAO.
<http://www.codexalimentarius.net>

FEDIOL (EU Vegetable Oil and Proteinmeal Industry). 2006. "FEDIOL Guide to Good Practice on Safe Operation of Hexane Extraction Units to Limit the Likelihood of Explosions Caused by Flammable Vapors." Ref. 06SAF293.
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>

———. 2009. "FEDIOL Code of Practice For the Control of Salmonella in Oilseed Crushing Plants."
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>

———. 2011. "FEDIOL Code of Practice on the Purchase Conditions of Fresh Bleaching Earth for Oil Refining."
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>

———. 2012. "FEDIOL Code of Practice on the Safety of Vegetable Fat and Oil Products in Feed with Regard to Dioxin and Dioxin-like PCBs."
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>

France, MEDDAT (*Ministere de l'Ecologie, de l'Energie, du Developpement Durable et de l'Aménagement du Territoire*). 2004. " Arrêté du 29/03/04 relatif à la prévention des risques présentés par les silos de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables."
http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/5163

France, MEDDAT (*Ministere de l'Ecologie, de l'Energie, du Developpement Durable et de l'Aménagement du Territoire*). 2008. "Guide de l'état de l'art sur les silos."
http://www.ineris.fr/aida/liste_documents/1/30266/0

Hamm, W., R. J. Hamilton, G. Calliau (Eds). 2013. *Edible Oil Processing*. Second Edition. Wiley-Blackwell.

HSE (Health and Safety Executive). 2012. "Health and Safety Executive Statistics (general)." HSE, Merseyside, U.K.
<http://www.hse.gov.uk/statistics/publications/general.htm>

India EPA (Environmental Protection Agency). 1996. "Liquid Effluent Standards — Category: 67. Edible Oil and Vanaspati Industry." EPA Notification GSR 176(E), April 2, 1996. Central Pollution Control Board (CPCB), Ministry of Environment and Forest.
http://www.cpcb.nic.in/Industry_Specific_Standards.php

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories," Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, and K. Tanabe (eds). Published: IGES, Japan.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>

Irish EPA (Environmental Protection Agency). 1996. "BATNEEC Guidance Note, Class 7.1, Manufacture of Vegetable and Animal Oils and Fats (Draft 3)." Ireland: EPA.
<http://www.epa.ie/pubs/advice/bat/Animal%20&%20veg%20oils%20and%20fats.pdf>

ILO. 2001. Convention 184: "Convention Concerning Safety and Health in Agriculture."

www.ilo.org/public/english/standards/reim/ilc/ilc89/pdf/c184.pdf

ISO (International Organization for Standardization). 2005. ISO 20000:2005. "Food Safety Management Systems. Requirements for Any Organization in the Food Chain." ISO.
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=35466

Kheang, L. S., C. Y. May, and M. A. Ngan. 2007. "Residual Oil From Spent Bleaching Earth (SBE) for Biodiesel and BioLubricant Applications." Malaysian Palm Oil Board Information Series. MPOB TT No. 367. Available at: <http://palmoilis.mpob.gov.my/publications/TOT/TT-367.pdf>

Krause, U. 2009. *Fires in Silos: Hazards, Prevention and Fire Fighting*. Wiley-VCH.

Mexico. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, "Que Establece los Limites Maximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales." Publicada en Diario Oficial de la Federación de Fecha 6 de Enero de 1997. [Mexican official norm - 001- ECOL- 1996].
http://www.hgm.salud.gob.mx/descargas/pdf/noticias/programa_mercurio/marco/norma_001.pdf%20

MOEA (Minnesota Office of Environmental Assistance). Vegetable Oil Processing Including SICs: Soybean Oil Mills, 2075 Vegetable Oil Mills, Except Corn, Cottonseed, and Soybean 2076. Shortening, Table Oils, Margarine, And Other Edible Fats And Oils, 2079. In Pollution Prevention Technologies: A Review of Pollution Prevention Technologies to Reduce TRI Generation and Emissions in the State of Minnesota, Kerr, Greiner, Anderson & April, Inc., 15-17. MOEA, St. Paul.
<http://infohouse.p2ric.org/ref/22/21616.pdf>

Persson, H. 2013. *Silo Fires. Fire Extinguishing and Preventative and Preparatory Measures*. Swedish Civil Contingencies Agency.
www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27144.pdf

Shahidi, F. and A. W. Bailey. 2005. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oil and Fat Products*, 6th ed., vols. 4 and 5. New York: Wiley Interscience.

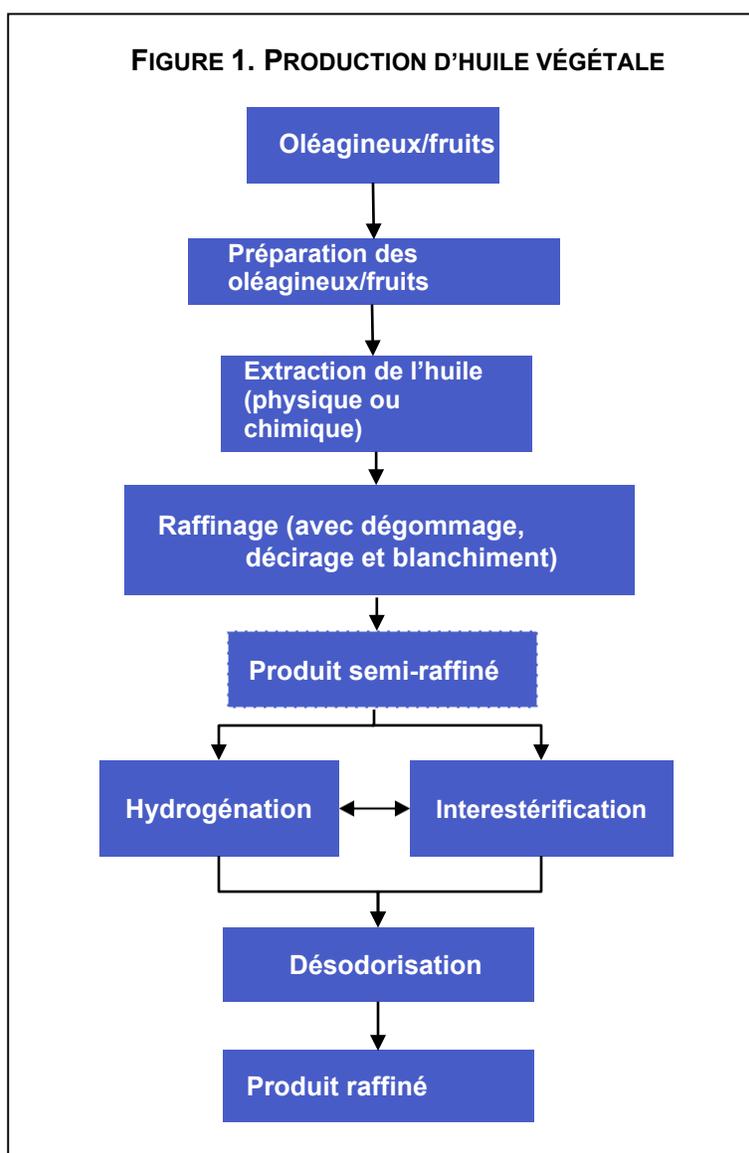
Thailand MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment). 1996. "Industrial Effluent Standards." Notification No. 3, B.E.2539 (1996). MOSTE.
http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1

Water Environment Federation. 2005. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater," 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. www.standardmethods.org

ANNEXE A. DESCRIPTION GENERALE DES ACTIVITES

43. La transformation des huiles végétales consiste à extraire et à transformer les huiles et les graisses d'origine végétale. Ces huiles et graisses sont principalement destinées à la consommation humaine, mais elles peuvent aussi servir à l'alimentation des animaux ou à des fins médicales et à certaines applications techniques. Dans les pays en développement, la production d'huile de palme brute s'effectue généralement dans des huileries situées à proximité des plantations. L'huile de palme brute est ensuite expédiée vers des raffineries du monde entier. Toutefois, une part importante de l'huile de palme brute est transformée localement et exportée sous forme d'huile de qualité, raffinée, blanchie et désodorisée.

44. La figure 1 est un diagramme simplifié du processus de production de l'huile végétale, dont les principales étapes sont l'extraction, le raffinage (suivi d'autres modifications) et la désodorisation.



A.1 Extraction

45. L'huile végétale est extraite de fèves, de graines, de pépins, de noix et de fruits. Les matières premières sont transportées jusqu'à l'usine puis pesées. Elles sont ensuite nettoyées pour enlever les tiges, les cailloux et autres matières, pesées à nouveau puis stockées avant transformation initiale. Le mode de stockage est fonction des matières premières (à titre d'exemple, les fèves de soja sont stockées dans des silos élévateurs). La durée de stockage des graines est essentiellement déterminée par leur teneur en humidité. Plus le climat est chaud et l'humidité élevée, plus courte est la durée recommandée pour un stockage sans risque. Les matières premières sont préparées selon divers procédés (décorticage, floconnage, nettoyage, séchage, broyage, conditionnement, pressage). Les problèmes d'environnement, de santé et de sécurité liés à la phase de préparation des matières premières tiennent notamment aux émissions de particules en suspension (libérées lors du nettoyage et du séchage des matières premières) et aux déchets solides résultant des opérations de battage (rafles, par exemple), auxquels s'ajoutent les branches, tiges et gousses ainsi que du sable et des salissures.

46. L'huile peut être extraite par des procédés mécaniques (en faisant bouillir des fruits ou en pressant des graines et des noix, par exemple) ou par un procédé d'extraction chimique à l'aide de solvants (généralement de l'hexane). Ce type d'extraction à l'hexane a été adopté dans la plupart des grandes installations commerciales, car elle est plus efficace pour la production du tourteau et de l'huile. Pendant l'extraction aux solvants, l'hexane est utilisé pour laver les matières premières transformées, le plus souvent dans un extracteur à contre-courant. L'extraction est généralement suivie par l'écémage (huiles bouillies) ou la filtration (graisses pressées), puis par la séparation de l'huile brute du mélange solvant-huile (le miscella). L'hexane est retiré de l'huile par distillation, et des flocons à la vapeur d'eau dans un désolvant, puis récupéré pour être réutilisé après condensation et séparation de l'eau. Le processus de récupération des flocons destinés à l'alimentation animale repose le plus souvent sur des méthodes classiques de distillation qui consistent à éliminer l'hexane dans un désolvant-toaster. Les flocons désolvantés sont ensuite concassés pour être utilisés sous forme de tourteaux (de soja, par exemple). Pour les flocons destinés à la consommation humaine, on utilise un procédé de distillation de spécialité ou « flash », qui consiste à injecter de l'hexane surchauffé dans une atmosphère sous vide, puis à l'extraire à la vapeur. La distillation flash permet de retirer des flocons de plus grandes quantités d'hexane résiduel ; en revanche, le procédé consomme davantage d'énergie et génère des émissions plus importantes que le procédé conventionnel¹⁸.

Exemples :

Extraction de l'huile de palme¹⁹

47. La transformation des noix de palme permet d'obtenir de l'huile de palme brute et de l'huile de palmiste brute. Les noix poussent en grappes sur une hampe centrale branchue qui rappelle une grappe de raisin. Elles sont constituées d'une pulpe oléagineuse qui renferme les graines (amandes) et sont recouvertes d'une coque dure. L'huile de palme est extraite de la pulpe, et l'huile de palmiste est extraite des amandes. Pendant la récolte, les grappes sont chargées dans des camions ou des wagons de chemin de fer et transportées jusqu'à l'unité d'extraction. Des chariots chargés de grappes sont introduits dans une chambre

¹⁸ MOEA.

¹⁹ Shahidi & Bailey 2005.

de stérilisation cylindrique, dans laquelle on diffuse de la vapeur. La chaleur stérilise les noix et permet d'éviter que l'huile ne soit attaquée par des bactéries ou des enzymes. Les temps de séjour en chambre de stérilisation sont fonction de la taille et de la maturité des noix.

48. Après stérilisation, les noix sont retirées des tiges par battage, puis lavées avant d'être transportées jusqu'à un pressoir à double vis qui permet d'extraire par pression l'huile contenue dans les noix. L'huile de palme obtenue après pression est clarifiée dans un décanteur continu ou dans un bassin de décantation afin d'en éliminer l'eau et les matières solides. Le gâteau obtenu après pression est constitué de pulpe humide, d'amandes (ou de graines) et de l'enveloppe extérieure du fruit. Les amandes sont séparées de la fibre et des débris cellulaires, puis conditionnés par réduction de leur niveau d'humidité, de sorte que la chair diminue de volume et se détache de la coque. Les amandes sont ensuite fendues puis plongées dans une boue aqueuse d'argile ou de sel pour séparer la chair des coques, afin que les amandes remontent à la surface et que les noix coulent ; on peut aussi les mélanger avec de l'eau et passer le mélange obtenu dans un cyclone à liquide (les coques, plus denses, tombent au fond et la chair, plus légère, remonte à la surface). La chair est ensuite séchée, puis stockée avant d'être pressée pour produire de l'huile de palmiste.

Extraction de l'huile d'olive²⁰

49. Les olives sont broyées après trituration jusqu'à l'obtention d'une pâte, puis malaxées, éventuellement avec ajout de sel. La pulpe est ensuite pressée et l'huile obtenue par pression est clarifiée par sédimentation ou centrifugation. Les presses traditionnelles à cage ouverte sont maintenant remplacées par des presses continues à vis. La pulpe malaxée peut également être séparée dans un décanteur horizontal, auquel cas l'huile brute est re-centrifugée après l'ajout d'eau de lavage. Subsidairement, des machines peuvent servir à retirer les noyaux de la pulpe et le résidu est ensuite séparé à l'aide de centrifugeuses à décharge automatique. La pression à froid, qui donne des catégories d'huile vierge, est généralement suivie d'une pression à chaud à environ 40 °C.

50. Une centrifugation à deux phases génère un déchet pâteux, tandis que les systèmes traditionnels et à trois phases produisent une phase liquide, à savoir les effluents des huileries d'olive ou alpechin, et un tourteau connu sous le nom de grignons. Ce dernier produit peut subir un nouveau traitement pour l'obtention de l'huile de marc ou l'huile de grignons. La coque solide restante est séchée (ne contenant plus que 3 à 6% d'humidité) et est utilisée comme combustible. L'huile de noyau d'olive est obtenue par pression des noyaux nettoyés et après extraction par des solvants. Dans certains pays, l'huile d'olive pressée à chaud dont l'acidité est élevée est raffinée par neutralisation, blanchiment et désodorisation, puis aromatisée par mélange avec de l'huile pressée à froid. Le tourteau contient 8 à 15% d'une huile relativement sombre qui peut être extraite à l'hexane et qui est utilisée dans des applications techniques. Après le raffinage, elle est également comestible et donc propre à la consommation.

A.2 Raffinage

51. L'huile brute est raffinée pour éliminer les impuretés, et notamment les mucilages, les acides gras libres (AGL), les traces métalliques, les colorants et les composés volatils. Au cours du raffinage, la teneur de l'huile en AGL est ramenée à des niveaux inférieurs à 0,1 %, par raffinage chimique ou physique. Le raffinage physique a généralement un moindre impact sur l'environnement. Cela étant, le raffinage

²⁰ CE 2006.

chimique est un procédé plus fiable qui donne un produit de meilleure qualité avec des teneurs en AGL moins élevées et une durée de conservation plus longue²¹.

52. L'huile brute contient des acides gras libres et des mucilages qui doivent être éliminés avant que les huiles ne puissent servir à un usage alimentaire. Avant le raffinage, on peut procéder à la démulcination de l'huile brute. Il s'agit d'une étape essentielle du raffinage physique ; en effet, à la dernière étape du processus de transformation, à savoir la désodorisation, l'huile doit présenter une faible teneur en phosphatides. La démulcination peut aussi être associée à un raffinage chimique. Elle repose sur l'utilisation d'acides ou d'enzymes. Dans le procédé acide, on ajoute de l'acide phosphorique afin d'éliminer les phosphatides, les phospholipides et les lécithines. L'huile démulcinée a une teneur en phosphore inférieure à 30 parts par million (ppm). On peut remplacer l'acide phosphorique par de l'acide citrique, ce qui présente plusieurs avantages, notamment une baisse de la charge en phosphore des eaux usées et une légère diminution du volume de boues. La démulcination enzymatique repose sur l'hydrolyse enzymatique des phosphatides. Cette méthode présente un intérêt environnemental, puisqu'elle exige de plus petites quantités d'acide phosphorique et sulfurique, de soude caustique, d'eau et d'énergie.

Raffinage chimique

53. Les méthodes classiques de raffinage chimique consistent à démulciner les huiles pour en retirer les phospholipides, à les neutraliser pour éliminer les AGL et à utiliser des agents de décoloration pour les blanchir et les désodoriser. Les phospholipides hydratés peuvent être éliminés par une démulcination à l'eau. Le mélange est alors passé à la centrifugeuse afin de séparer l'huile de l'eau. Avant d'ajouter de l'eau et de procéder à la séparation en centrifugeuse, on retire les phospholipides non hydratés dans le cadre d'un procédé dit de démulcination acide. C'est généralement de la première étape du raffinage physique et elle peut être considérée comme le pendant de la neutralisation alcaline dans le raffinage chimique. La démulcination enzymatique utilise des enzymes pour dégrader les phospholipides. La première étape en est le conditionnement acide / ajustement du pH de l'huile brute ou dégommée à l'eau avant d'ajouter l'enzyme. Un temps de réaction court et un dosage plus élevé sont généralement préférables à un temps de réaction long avec un dosage d'enzyme plus faible.

54. Au cours de la démulcination, on ajoute de la soude caustique à l'huile, qui a été préalablement chauffée à une température comprise entre 75°C et 110°C de manière à saponifier les AGL. On sépare ainsi l'huile semi-raffinée de la pâte de neutralisation qui est ensuite éliminée par précipitation, puis par sédimentation ou centrifugation. On peut ensuite casser la pâte de neutralisation pour la transformer en huiles acides. La pâte de neutralisation est chauffée à une température comprise entre 70°C et 100°C et réagit avec l'acide sulfurique pour reformer les acides gras. Les sous-produits qui en résultent peuvent être vendus aux entreprises du secteur de la peinture, des cosmétiques et de l'alimentation animale. L'huile neutralisée est blanchie pour éliminer les matières colorantes et d'autres constituants mineurs avant la désodorisation. La terre décolorante usagée est le principal déchet solide issu de cette étape.

Raffinage physique

55. Le raffinage physique est un processus plus simple qui consiste à démulciner et à blanchir l'huile brute, puis à éliminer à la vapeur, et en une seule étape, les AGL, les odeurs et les COV. On peut procéder à un prétraitement physique pour obtenir une plus faible teneur en phospholipides en démulcinant l'huile

²¹ Ibid.

brute et en utilisant de la terre décolorante. On extrait ensuite les AGL de l'huile prétraitée par extraction à la vapeur sous vide à une température d'environ 250°C. Pour raffiner l'huile obtenue, on la fait couler sur une série de plateaux à contre-courant du flux de vapeur. Il n'est pas nécessaire de procéder au préalable à une étape de neutralisation, dans la mesure où la neutralisation et la désodorisation s'effectuent de manière combinée. On utilise ensuite un épurateur pour condenser la plus grosse partie des graisses contenues dans les vapeurs sous la forme d'un produit exempt d'eau²².

A.3 Autres modifications

Hydrogénation

56. Dans la plupart des unités de transformation, on procède aussi à l'hydrogénation des huiles afin d'obtenir des graisses possédant des qualités de rétention supérieures et des points de fusion plus élevés. Avant d'être introduite dans le réacteur d'hydrogénation pour se mélanger à l'hydrogène, l'huile fraîche est désaérée et séchée dans un réservoir tampon maintenu sous pression réduite. L'hydrogénation consiste généralement à disperser le gaz hydrogène présent dans l'huile en utilisant un catalyseur finement divisé (généralement au nickel), passé sur des terres diatomées. D'autres catalyseurs (palladium, rhodium, platine) sont en train d'être explorés en raison de leur capacité à réduire la formation d'acides gras *trans* au cours de l'hydrogénation. Les graisses hydrogénées ainsi obtenues sont filtrées pour éliminer toute trace du catalyseur d'hydrogénation, puis traitées avec une terre décolorante légère et désodorisées avant de pouvoir être utilisées à des fins alimentaires. Après durcissement, l'huile est mélangée à une solution aqueuse pour obtenir un mélange émulsifié qui est ensuite pasteurisé, refroidi et cristallisé, donnant ainsi le produit final²³.

Interesterification

57. L'intérestérification consiste à fractionner les triglycérides en acides gras et en glycérol avant de les recombinaison, en utilisant de l'acide phosphorique ou citrique avec un catalyseur, le plus souvent du méthoxyde de sodium. L'intérestérification modifie les propriétés fonctionnelles de l'huile traitée et peut intervenir après la neutralisation ou la désodorisation.

A.4 Désodorisation

58. Pendant la désodorisation, l'huile décolorée est distillée avec de la vapeur à faible pression pour éliminer les impuretés volatiles, y compris les odeurs, les saveurs et les pigments indésirables. Les composants volatils sont retirés de la matière première à la vapeur (l'opération peut durer de 15 minutes à 5 heures). Les vapeurs issues du désodorisateur contiennent de l'air, de l'eau, de la vapeur, des acides gras, et d'autres composés. Avant d'entrer dans la cuve, les vapeurs passent dans un dispositif de lavage, et un liquide de lavage est injecté dans le flux de vapeur. Les acides gras et les composés volatils se condensent partiellement sur les gouttelettes du produit de lavage, ou sur le matériau de conditionnement. Par ce procédé de désodorisation, on obtient des huiles et des graisses comestibles entièrement raffinées²⁴.

²² EC 2006.

²³ Ibid.

²⁴ EC 2006.

A.5 Consommation de ressources

59. Les unités de transformation des huiles végétales consomment de l'énergie pour chauffer l'eau et produire la vapeur utilisée lors des différentes opérations (en particulier pour la dissociation des pâtes de neutralisation et la désodorisation) et lors du nettoyage. La consommation d'énergie varie en fonction du type d'huile d'une part (ainsi, il faut deux fois plus d'énergie pour presser à froid de l'huile d'olive non conditionnée que pour presser à chaud des oléagineux conditionnés) et des techniques de transformation d'autre part. Les développements récents en matière de méthodes de désodorisation, à savoir l'utilisation d'unités de condensation à sec (ammoniac) ont permis de réduire considérablement la consommation d'énergie.

60. L'eau sert principalement à la neutralisation et à la désodorisation, qui génèrent l'une comme l'autre des eaux usées à forte charge organique. Les produits chimiques utilisés le plus souvent comprennent : des alcalis comme la soude caustique et le carbonate de sodium ; des acides, et notamment de l'acide phosphorique, citrique et sulfurique ; des catalyseurs au nickel ; et des méthylates. On utilise parfois des solvants comme l'acétone, l'éthanol et le méthanol en remplacement ou en complément de l'hexane lors du processus d'extraction. L'hexane peut provoquer des problèmes de santé à des concentrations relativement faibles, et d'autres substances chimiques dangereuses, et en particulier les bases et les acides puissants, présentent des risques considérables en matière de santé et de sécurité.

61. Parallèlement à la production primaire des huiles végétales, certains produits dérivés comme les huiles entrant dans la fabrication des aliments pour animaux ou les produits pharmaceutiques peuvent être obtenus par transformation des résidus. On peut ainsi réduire le volume de déchets solides produits, et réutiliser des fractions comme la terre décolorante usagée pour produire de l'énergie par incinération directe ou grâce à la production de biogaz, sur le site de production ou ailleurs. L'acide citrique et l'acide phosphorique sont utilisés dans les opérations de démulcination.