

Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour la fabrication des produits oléochimiques

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales, de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière¹. 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 performance qui sont généralement considérés 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.

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.

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 œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur la base de l'opinion professionnelle de 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 cadre 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 des produits oléochimiques concernent les installations produisant des acides gras, de la glycérine et du biodiesel à partir de graisses et d'huile d'origine animale ou végétale. L'annexe A décrit en détail cette branche d'activité.

Ce document se compose des sections ci-après :

Section 1.0 — Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

Section 2.0 — Indicateurs de performance et suivi des résultats

Section 3.0 — Bibliographie et autres sources d'information

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 qui peuvent se poser au cours de la fabrication des produits oléochimiques ainsi que les recommandations relatives à leur gestion. Les recommandations relatives quant à elles à la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

Les principaux problèmes environnementaux associés à la fabrication des produits oléochimiques rentrent dans les catégories suivantes :

- Émissions atmosphériques
- Eaux usées
- Matières dangereuses
- Déchets et sous-produits
- Bruit

L'optimisation des procédés et le choix judicieux de matières premières de bonne qualité permettent de réduire significativement l'impact environnemental des usines de fabrication en limitant la production de déchets, d'eaux usées et d'émissions atmosphériques.

Émissions atmosphériques

Les unités de fabrication de produits oléochimiques consomment de grandes quantités d'énergie pour chauffer l'eau

et produire la vapeur qui sera utilisée lors des différentes opérations (dissociation, raffinage et distillation etc.). Les systèmes de réfrigération et de production d'air comprimé consomment aussi beaucoup d'énergie. Les installations peuvent avoir une centrale électrique intégrée.

Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux activités de cogénération d'énergie électrique ou mécanique, de vapeur et/ou de chaleur, indépendamment du type de carburant utilisé, et dotées d'une capacité nominale totale de 50 MW, sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les recommandations relatives aux installations électriques de plus grande taille sont présentées dans les **Directives EHS pour l'électricité thermique**. Des recommandations détaillées concernant le rendement énergétique sont fournies dans les **Directives EHS Générales**.

Production d'acides gras

Les émissions atmosphériques résultant de la production d'acides gras comprennent principalement les émissions fugitives de composés organiques volatils (COV), notamment l'hexane produit par les opérations de fractionnement par solvants ; les émissions fugitives d'hydrogène provenant des unités d'hydrogénation ; les émissions olfactives dues aux acides gras de bas poids moléculaire et les produits de dégradation tels que les cétones et les aldéhydes provenant des réservoirs de stockage et des unités de prétraitement, de dissociation et de distillation.

Les mesures recommandées de prévention et de maîtrise des émissions consistent, notamment, à :

- mettre en place un procédé de récupération de solvants par distillation et condensation ;
- suivre et enregistrer la consommation de solvants et mettre en place un programme de maintenance visant à détecter,

suivre et réduire au minimum les émissions d'hexane provenant des unités de récupération de solvant et de fuites au niveau des tuyauteries et événements ;

- récupérer et traiter les émissions fugitives de COV provenant des réservoirs de stockage et des unités de prétraitement, de dissociation et de distillation. Installer des filtres à charbon actif et des systèmes d'épuration à base d'huile ou d'eau alcaline pour réduire les émissions de solvants et les émissions olfactives. Il est également possible d'envisager l'incinération des vapeurs de solvants ou des substances génératrices d'odeurs.

Production de glycérine

Des émissions de COV peuvent se produire lors du prétraitement de solutions glycériques de qualité inférieure ou provenir des générateurs de vide. Les COV peuvent produire des émissions olfactives en raison de la présence de produits de décomposition de bas poids moléculaire.

Les mesures recommandées de prévention et de maîtrise des émissions consistent, notamment, à :

- suivre en continu la présence de méthanol lors de l'utilisation de solutions glycériques provenant de la production de biodiesel ;
- maintenir les températures de prétraitement aussi bas que possible et installer des condensateurs efficaces pour réduire au minimum les émissions de COV ;
- utiliser des épurateurs pour réduire les émissions atmosphériques des usines utilisant des matières premières de qualité inférieure.

Production de biodiesel

Les émissions atmosphériques dues à la production de biodiesel sont, notamment, des émissions de COV, principalement du méthanol issu de la distillation et de la condensation de l'excès de méthanol à la fin de la

transestérification ; des émissions fugitives de COV provenant des réacteurs, du stockage du méthanol ou des fuites au niveau des tuyauteries ; du méthanol provenant de la rectification des solutions aqueuses de méthanol produites par estérification ; des COV et des émissions olfactives provenant des générateurs de vide au stade de la distillation.

Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser les émissions consistent, notamment, à :

- dans la mesure du possible, extraire l'excès de méthanol utilisé dans les réactions de transestérification avant l'étape de lavage pour éviter la présence de méthanol dans les eaux usées. Cette précaution permet d'éviter l'étape de rectification des solutions aqueuses de méthanol et évite l'émission de méthanol dans l'air ;
- installer des filtres à charbon actif et des systèmes d'épuration par voie humide ou d'incinération des gaz pour réduire les COV et les émissions olfactives des différentes sections de l'usine, y compris des réservoirs de stockage.

Eaux usées

Effluents industriels

Production d'acides gras

Les usines de production d'acides gras produisent des quantités importantes d'eaux usées contenant des acides gras et des graisses en suspension, dont la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO) sont élevées. Les eaux usées proviennent de la condensation des vapeurs d'acides gras dans les atomiseurs, du dégagement d'acides gras sous haute pression à la sortie des unités de dissociation, de la condensation de vapeur résultant de la désodorisation et des générateurs de vide utilisant de la vapeur.

Les mesures de dépollution et de réduction de la pollution recommandées consistent, notamment, à :

- installer des condensateurs indirects et des pompes à vide sèches où l'eau n'entre pas en contact avec les acides gras afin de réduire le volume d'eaux usées produites ;
 - améliorer le plus possible le recyclage de l'eau et installer des tours de refroidissement selon le besoin ;
 - concevoir et installer une unité de flottation/décantation pour traiter les flux d'eau provenant des opérations courantes (dont le nettoyage) ou inhabituelles (rejets accidentels de graisses et d'huiles). Les effluents doivent subir un traitement biologique supplémentaire avant leur rejet dans l'environnement, qui dépend des concentrations et des normes applicables concernant les rejets ;
 - dans la mesure du possible, récupérer et retraiter les boues des unités de production.
- utiliser l'eau de condensation comme eau de lavage dans le processus de récupération de la glycérine des panneaux de charbon actif usagés, au lieu de la soumettre à un traitement biologique, puis de la rejeter dans l'environnement ;
 - neutraliser les solutions acides et alcalines récupérées lors de la réactivation des résines échangeuses d'ions utilisées pour traiter les solutions glycériques avant la mise en décharge ;
 - utiliser de préférence des pompes à vide sèches et des condensateurs indirects où l'eau n'entre pas en contact avec les vapeurs pour réduire les volumes d'eaux usées ;
 - recycler l'eau des générateurs de vide comme eau de procédé, selon les besoins.

Production de glycérine

Dans les unités de production de glycérine, l'eau est produite par condensation après évaporation et distillation des solutions glycériques et provient aussi des générateurs de vide. L'eau de condensation produite par la distillation peut contenir jusqu'à 30 % de glycérine et de résidus d'esters gras et d'acides gras. L'eau de condensation produite par les procédés d'évaporation à étapes multiples peut contenir de petites quantités de glycérine et elle se caractérise par une DBO et une DCO élevées. L'eau issue des générateurs de vide peut également contenir des traces de glycérine.

Les mesures de prévention et de dépollution recommandées consistent, notamment, à :

- recycler l'eau de condensation produite par la distillation vers la production, après traitement alcalin et acide, filtration et évaporation ;
- quand les usines de production de glycérine sont intégrées aux usines de production d'acides gras, réutiliser l'eau de condensation produite par le processus d'évaporation pour la dissociation des huiles et des graisses ;

Production de biodiesel

L'eau de lavage des esters est l'effluent liquide principal de la production de biodiesel. Elle contient des résidus organiques (esters, acides gras, savons, glycérine et traces de méthanol), des acides inorganiques et des sels issus de la neutralisation à l'acide des catalyseurs résiduels (en général, acide hydrochlorique et chlorure de sodium). L'utilisation d'acide phosphorique pose des problèmes lors du traitement des eaux usées, car elle donne lieu à une forte concentration en phosphate dans l'effluent, bien qu'elle produise des sels pouvant être recyclés comme engrais. L'eau produite lors des procédés d'épuration et de rectification contient des impuretés organiques et des traces de méthanol. Les eaux usées industrielles ont une forte charge organique et en acides dilués ; leur DCO et DBO sont donc élevées.

Les mesures de prévention et de dépollution recommandées consistent, notamment, à :

- dans la mesure du possible, éliminer l'excès de méthanol utilisé dans les réactions de transestérification avant

l'étape de lavage ou alors extraire ce méthanol des eaux usées ;

- traiter les eaux usées débarrassées du méthanol dans des unités de décantation/flottation permettant de récupérer les résidus flottants, puis, avant le rejet dans l'environnement, effectuer une neutralisation et un traitement biologique ;
- en présence d'acide phosphorique, suivre les concentrations en phosphate dans les eaux usées et ajuster ou modifier les systèmes de traitement de ces eaux pour respecter les normes relatives aux rejets.

Traitement des eaux usées industrielles

Parmi les différentes méthodes de traitement des eaux industrielles issues de la fabrication des produits oléochimiques, on peut citer l'emploi de bacs à graisses, d'écumeurs, la flottation à air dissous, des séparateurs eau/huile qui permettent de séparer les huiles des solides flottables, des systèmes de filtration permettant de récupérer les solides filtrables, des systèmes de répartition des flux et des charges, la sédimentation des solides en suspension dans des clarificateurs, des traitements biologiques anaérobies (si la DBO des eaux usées est élevée) puis aérobies, qui permettent de réduire la quantité de matière organique soluble (DBO), l'élimination des produits chimiques ou des nutriments biologiques en vue de la réduction des quantités d'azote et de phosphore, la chloration des effluents si une décontamination s'avère nécessaire, la déshumidification et l'élimination des résidus dans des décharges destinées spécifiquement aux déchets dangereux. Des mesures de contrôle d'ingénierie supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour : i) contenir et traiter les composés organiques volatils récupérés après traitement des eaux usées issues des opérations industrielles ; ii) éliminer les composés organiques récalcitrants à l'aide de charbon actif ou par oxydation chimique avancée ; iii) réduire la toxicité des effluents à l'aide de technologies adaptées (osmose

inverse, échange d'ions, charbon actif etc.) ; iv) contenir et neutraliser les nuisances olfactives.

Les mesures de gestion des eaux usées industrielles 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, les unités de fabrication devraient satisfaire aux critères définis par les valeurs de référence indiquées au tableau correspondant de la section 2 du présent document pour cette branche d'activité.

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. Des recommandations 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**.

Matières dangereuses

Les unités de fabrication de produits oléochimiques utilisent des quantités importantes de matières dangereuses, qu'il s'agisse de matières premières ou intermédiaires ou de produits finis. La manutention, le stockage et le transport de ces matières doivent s'effectuer dans des conditions appropriées, afin de prévenir ou de limiter tout impact sur l'environnement et la santé. Les pratiques recommandées quant à la gestion des matières dangereuses sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Déchets et Sous-produits

Production d'acides gras

Les principaux déchets issus de la production d'acides gras sont les terres décolorantes usagées, les goudrons acides et les gâteaux des filtres catalytiques. Les terres décolorantes usagées sont le principal déchet solide et représentent de 0,5 à 2 % en poids des huiles et graisses traitées. Elles contiennent jusqu'à 40 % de matières grasses et renferment des impuretés telles que des pigments, des matières mucilagineuses, des fibres, des produits de dégradation des protéines, des cendres et des savons. Les goudrons acides sont des résidus de la distillation d'acides gras. Les gâteaux des filtres catalytiques résultent de l'hydrogénation des graisses. Ils sont pyrophoriques, à l'instar des terres décolorantes.

Les mesures recommandées pour gérer les déchets consistent, notamment, à :

- adopter une technologie de filtration efficace. Cette mesure peut largement contribuer à réduire la quantité de matières grasses restant dans les panneaux de filtration usagés et, de ce fait, réduire les déchets solides et les pertes en matières grasses ;
- recycler les déchets riches en matières grasses, tels que les terres décolorantes usagées, et mettre en place un système de récupération d'énergie par combustion. Il est aussi possible de recycler ces déchets en les réutilisant comme matière première dans l'industrie de la construction, comme engrais et pour l'épandage. Il convient de vérifier les niveaux de contamination avant de les réutiliser ;
- pour les procédés de distillation en continu, hydrolyser et distiller à nouveau les goudrons acides dans une deuxième unité de distillation discontinue pour réduire la quantité de déchets ;

- réutiliser les goudrons acides, dans la construction routière par exemple en raison de leurs propriétés hydrofuges et récupérer l'énergie par combustion en chaudières ;
- les gâteaux des filtres utilisant des catalyseurs au nickel sont pyrophoriques et doivent être séchés à l'azote avant stockage et mise en décharge. Une gestion sur site appropriée consiste à immerger les catalyseurs pyrophoriques usagés dans l'eau lors de leur stockage et transport temporaire, jusqu'à ce que tout risque de réaction exothermique incontrôlée soit évité ;
- les catalyseurs usagés doivent être retournés au fabricant pour régénération ou envoyés chez un spécialiste de la récupération des métaux. La gestion hors site des catalyseurs usagés par des sociétés spécialisées comprend, dans la mesure du possible, la récupération des métaux lourds ou précieux par des procédés de recyclage. Sinon, ces catalyseurs devront être manipulés et mis en décharge conformément aux recommandations relatives à la gestion des déchets dangereux ou banals présentées dans les **Directives EHS générales**. Les catalyseurs contenant du platine ou du palladium doivent être envoyés dans une installation de récupération des métaux précieux ;
- pour les nouvelles installations, utiliser des catalyseurs à base de palladium au lieu de catalyseur au nickel, car leurs impacts sur l'environnement sont plus limités.

Production de glycérine

Les principaux déchets et sous-produits issus de la production de glycérine sont les fractions lourdes de la distillation et les résidus de la filtration et/ou de la décoloration, qui consistent en charbons actifs, argiles actives et agents de filtration usagés contenant des matières grasses, des savons, de la soude, des sels coagulants (ex. sulfate d'aluminium ou chlorure ferrique) et des pigments.

Les mesures recommandées pour gérer les déchets consistent, notamment ; à :

- recycler les panneaux de filtration usagés, quand ils ne sont pas contaminés par des métaux lourds et des solvants, pour l'alimentation animale ou en tant qu'engrais, en particulier s'ils contiennent des sels issus de la neutralisation de l'hydroxyde de potassium par l'acide phosphorique ;
- séparer les panneaux de filtration de ceux qui sont contaminés. Ces derniers doivent être gérés conformément aux recommandations relatives à la gestion des déchets présentées dans les **Directives EHS générales** ;
- utiliser les fractions lourdes de la distillation comme glycérine de qualité inférieure ou pour produire de l'énergie après une phase de concentration.

Production de biodiesel

Les principaux déchets et sous-produits issus de la fabrication de biodiesel sont les précipités des sels catalyseurs usagés issus de la neutralisation de la phase glycérique ; les acides gras et les savons gras ; les terres décolorantes usagées ou les panneaux de filtration utilisés lors de la purification de matières premières de qualité inférieure ; les fractions lourdes et légères d'esters issues de la distillation.

Les mesures recommandées pour gérer les déchets consistent, notamment, à :

- recycler les sels catalyseurs usagés comme engrais, si l'hydroxyde de potassium est utilisé comme catalyseur avec neutralisation par l'acide phosphorique ;
- gérer le traitement et la mise en décharge des produits de décoloration et des médias filtrants comme préconisé pour les déchets issus de la production d'acides gras ;

- neutraliser les savons gras et récupérer les acides gras produits pour les estérifier en esters méthyliques par catalyse acide ;
- réutiliser les fractions lourdes et légères d'esters dans les secteurs de l'industrie oléochimique où les exigences en matière de qualité sont moins fortes ;
- envisager l'utilisation des goudrons acides de très mauvaise qualité pour produire de l'énergie.

Bruit

Les sources de bruits les plus courantes sont les compresseurs et les turbines, les pompes, les moteurs électriques, les refroidisseurs d'air, les tambours rotatifs, les granulateurs, les bandes transporteuses, les grues, les réchauffeurs à combustibles, ainsi que la dépressurisation en cas d'urgence. Les instructions relatives à la maîtrise et la réduction des bruits sont fournies dans les **Directives EHS générales**.

1.2 Hygiène et sécurité au travail

Les questions d'hygiène et de sécurité au travail propres à chaque installation doivent être identifiées sur base d'une analyse de la sécurité au travail ou d'une évaluation globale des risques, en utilisant une méthode établie telle qu'une étude d'identification des risques [HAZID], une étude sur les risques et l'exploitabilité [HAZOP] ou une évaluation quantitative des risques [QRA]. En règle générale, il est important, dans le cadre de la planification de la gestion des questions de santé et de sécurité, d'adopter une démarche systématique et structurée incorporant les actions de prévention et de maîtrise des risques sanitaires et sécuritaires d'origine physique, chimique, biologique, et radiologique comme décrites dans les **Directives EHS générales**.

Les problèmes d'hygiène et de sécurité au travail propres à la fabrication des produits oléochimiques touchent aux aspects suivants :

- Sécurité des opérations
- Risques chimiques
- Incendies et explosions
- Autres risques professionnels

Sécurité des opérations

Des protocoles garants de la sécurité des opérations doivent être suivis en raison des caractéristiques propres à cette branche d'activité, qui fait intervenir des réactions chimiques complexes, l'utilisation de matières dangereuses (ex. matières toxiques, réactives, inflammables ou explosives) et des réactions organiques à plusieurs étapes.

Pour gérer la sécurité des opérations, il importe de prendre des mesures pour :

- évaluer les dangers physiques que les matériaux utilisés et les réactions chimiques peuvent présenter ;
- réaliser des analyses des risques liés aux pratiques de chimie industrielle et d'ingénierie utilisées, y compris en matière de thermodynamique et de cinétique ;
- examiner les procédures d'entretien préventif et l'intégrité mécanique des installations et des équipements industriels ;
- former le personnel ;
- formuler des consignes d'exploitation et des procédures d'intervention d'urgence.

Risques chimiques

Les activités de fabrication des produits oléochimiques présentent des risques d'exposition à des substances chimiques dangereuses, comme l'inhalation d'hexane, de méthanol ou d'autres solvants utilisés pour l'extraction ; l'inhalation et l'exposition cutanée à des produits chimiques toxiques comme les acides ou les bases ; l'inhalation de poussières pendant le transport des matières premières et celles dégagées par les terres décolorantes, les médias filtrants

et les catalyseurs. Des directives sur la gestion des risques posés par les produits chimiques sur le lieu de travail sont fournies dans les **Directives EHS générales**.

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

- former les employés à manipuler les produits chimiques, à interpréter correctement les fiches techniques de sécurité et les fiches internationales de sécurité chimique et à administrer les soins de première urgence (les travailleurs saisonniers ou autres travailleurs temporaires doivent avoir reçu une formation complète avant de travailler avec des produits chimiques) ;
- fournir au personnel les équipements de protection individuelle nécessaires et les équipements spécifiés par l'analyse de la sécurité des tâches et les fiches de sécurité ;
- 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 ;
- assurer la distillation correcte des huiles après extraction afin de bien éliminer les solvants ;
- assurer une maintenance préventive pour limiter les risques de brûlure au contact des tuyaux de vapeur et de toute surface chaude ;
- dans la mesure du possible, utiliser pour le nettoyage de l'eau chaude au lieu de solvants.

Incendies et explosions

La fabrication des produits oléochimiques présente un risque d'explosion dû à la volatilisation des solvants (par exemple l'hexane) et un risque d'incendie dû aux terres décolorantes

usagées contenant des huiles à indice d'iode élevé, aux catalyseurs usagés et aux températures ambiantes élevées. Les mesures recommandées pour prévenir et maîtriser les risques d'incendie et d'explosion consistent, notamment, à :

- maintenir les concentrations en COV dans l'air à un niveau inférieur de 10 % à la limite inférieure d'explosivité² ;
- 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 ;
- mettre en place des mesures de prévention et de maîtrise des incendies et des cas d'auto-inflammation dans les zones de stockage et de manutention de catalyseurs usagés et de terres décolorantes usagées ;
- sécher à l'azote les panneaux de filtration usagés contenant un catalyseur pyrophorique, puis stocker ces panneaux dans des conteneurs scellés à l'abri de tout contact avec l'air ;
- utiliser des matériaux non combustibles pour les matériels de manutention du méthanol ou de l'hydrogène ;
- implanter la zone de stockage d'hydrogène à une distance suffisante pour assurer la sécurité des autres installations ;
- concevoir les réservoirs de stockage, les tuyauteries et les matériels fonctionnant à l'hydrogène de manière à éviter toute accumulation possible d'hydrogène ;
- mettre en place des détecteurs de fuite d'hydrogène dans des emplacements déterminés dans le cadre d'une analyse des risques ;
- équiper les circuits d'hydrogène de vannes d'arrêt automatique ;
- prévenir l'accumulation de méthanol et autres COV dans toute l'usine. Par exemple, le réacteur doit être conçu de

manière à conserver le méthanol à l'état liquide, même sous basse pression ;

- mettre en place des systèmes appropriés de refroidissement des réservoirs, des tuyauteries et des réacteurs afin d'éviter l'auto-inflammation du méthanol dans des conditions anormales d'exploitation et en cas de panne des matériels.

Autres risques professionnels

Les dangers physiques rencontrés dans les unités de fabrication de produits oléochimiques sont similaires à ceux des autres branches d'activité et comprennent les risques de chutes dans des escaliers et sur des sols glissants, les risques de collision avec les véhicules à l'intérieur de l'enceinte de l'usine (camions de transport) et le contact accidentel avec les bandes transporteuses, telles que celles utilisées dans les unités de broyage et pour l'enlèvement des terres usagées. Les opérateurs peuvent également être exposés aux bruits émis par les moyens de transport à l'intérieur de l'enceinte de l'usine, les bandes transporteuses, les chaudières, les pompes, les ventilateurs, les fuites d'air ou de gaz, etc. Des directives pour la sécurité sur les lieux de travail sont fournies dans les **Directives EHS Générales**.

1.3 Santé et sécurité de la population

Les risques les plus graves que les unités de fabrication de produits oléochimiques présentent pour la santé et la sécurité de la population se posent lors de la phase opérationnelle et sont dus aux risques d'incendie, d'explosions ou de rejets accidentels de matières premières ou de produits finis lors du transport hors de l'unité de fabrication. Les recommandations concernant la gestion de ces questions sont présentées ci-après et dans les sections pertinentes des **Directives EHS** générales, à savoir : sécurité du transport, transport de matières dangereuses, et préparation à des situations d'urgence et interventions en cas d'urgence.

² Par exemple, 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).

De plus amples recommandations concernant les transports par mer et les transports ferroviaires ainsi que les installations côtières figurent dans les Directives EHS pour les transports maritimes, pour les transports ferroviaires, pour les ports et les terminaux et pour les terminaux pétroliers pour pétrole brut et dérivés.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Les tableaux 1 et 2 indiquent les valeurs de référence applicables aux émissions et aux effluents dans ce secteur. 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 valeurs sont applicables dans des conditions d'exploitation normales et dans des installations conçues et utilisées de manière appropriée, conformément aux principes de prévention et de lutte antipollution décrits dans les précédentes sections de ce document.

Les valeurs relatives aux émissions s'appliquent aux émissions inhérentes au processus de fabrication. 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 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**.

Les valeurs de référence relatives aux effluents s'appliquent aux effluents traités, directement rejetés dans les eaux de surface destinées à un usage général. Des niveaux de rejet propres à chaque site peuvent être définis en fonction des conditions d'utilisation des systèmes publics de collecte et de traitement des eaux d'égout, le cas échéant, ou, dans le cas des effluents rejetés directement dans les eaux de surface, sur la base de la classification des usages des ressources en eau décrites dans les **Directives EHS générales**. Les valeurs indiquées au tableau 1 doivent être relevées, pour des effluents non dilués, pendant au moins 95 % du temps d'exploitation de l'usine ou de l'unité considérée, calculé sur base du nombre annuel d'heures d'exploitation. Tout écart par rapport à ces valeurs limites qui tiendrait à des conditions locales spécifiques au projet considéré doit être justifié dans l'évaluation environnementale.

Tableau 1. Valeurs de référence applicables aux émissions atmosphériques de produits oléochimiques

Polluant	Unité	Valeur de référence
COV	mg/Nm ³	100 ^a
a. à 273 °K (0 °C) et 101,3 kPa (1 atmosphère).		

Tableau 2. Valeurs de référence applicables aux effluents issus de la fabrication de produits oléochimiques

Polluant	Unité	Valeur de référence
pH	S.U.	6-9
DBO5	mg/l	40
DCO	mg/l	150
Azote total	mg/l	30
Phosphore total	mg/l	5
Huiles et graisses	mg/l	10
Total solides en suspension	mg/l	50

Utilisation des ressources, consommation d'énergie, volume d'émission et production de déchets

Le tableau 3 présente, à titre d'exemple, des indicateurs relatifs à l'utilisation des ressources et à la génération/consommation d'énergie dans cette branche d'activité. Le tableau 4 présente, également à titre d'exemple, des indicateurs relatifs à la production de déchets et d'eau usée. Les valeurs de référence utilisées dans l'industrie des produits oléochimiques sont indiquées uniquement dans un but de comparaison. Les projets

Production de biodiesel	Par tonne de produit	600 kg (vapeur à 5 bar) + 1,2*106 kJ + 40 kWh
-------------------------	----------------------	--------------------------------------------------

Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux dans cette branche d'activité doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités qui peuvent avoir des impacts environnementaux importants dans des conditions normales ou anormales. 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 produites 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.

Tableau 4. Production de déchets et d'eaux usées

Unité produite par unité produite	Unité	Référence pour cette branche d'activité
Eaux usées industrielles⁽¹⁾		
Production d'acides gras / de glycérine	m ³ /t de matières premières	<0,1 ⁽²⁾
Production de biodiesel	m ³ /t de produit	0,9 – 1,3
Déchets solides		
Production d'acides gras / de glycérine	kg/t de matières premières	5 (catalyseurs usagés) 10 (résidus de distillation)
Production de biodiesel	kg/t de produit	50 (phosphate de potassium)
Notes :		
1. L'eau de refroidissement n'est pas comprise : 90 à 95 % de l'eau de refroidissement doit être recyclée		
2. Une tonne de matière première équivaut à 900 kg d'acides gras et 100 kg de glycérine		

industriels doivent s'efforcer d'améliorer systématiquement leurs performances dans ces domaines.

Tableau 3. Consommation d'énergie et de ressources

Unité consommée par unité produite	Unité	Référence pour cette branche d'activité
Eau		
Production d'acides gras / de glycérine	m ³ /t de produit	0,6 – 0,8
Production de biodiesel	m ³ /t de produit	1,6 – 2,0
Énergie		
Production d'acides gras / de glycérine	Par tonne de matières premières	550 kg (vapeur à 30 bars) + 200 kg (vapeur à 10 bars) + 45 kWh

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIs®) publiés par American Conference of

Governmental Industrial Hygienists³, Pocket Guide to Chemical Hazards publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety⁴, les valeurs plafonds autorisées (PEL) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States⁵ les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif publiées par les États membres de l'Union européenne⁶, ou d'autres sources similaires.

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.

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)⁷.

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 agréés⁸ 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. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des

³ Disponible à l'adresse suivante : <http://www.acgih.org/TLV/> et <http://www.acgih.org/store/>

⁴ Consulter : <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

⁵ Disponible à l'adresse suivante : http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992

⁶ Consulter : http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

⁷ Consulter : <http://www.bls.gov/iif/> et <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

⁸ 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

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Inform. April 2006. Volume 17(4) pg. 216-217. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart E—Glycerin Distillation Subcategory. Washington. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Inform. May 2006. Volume 17(5) pg. 324-326. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Inform. May 2006. Volume 17(5) pg. 285. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

American Oil Chemists' Society (AOCS). 2006. Biorenewable Sources. August 2006, Volume 2. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society Press.

Dieckelmann, G., et H.J. Heinz. 1989. The Basics of Industrial Oleochemistry. Essen, Allemagne: Peter Pomp Publication GmbH.

Commission européenne. 2003. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in the Large Volume Organic Chemical (LVOC) Industry. Seville: EIPPCB. Disponible à <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

Directive du Conseil de l'Union européenne 1999/13/EC du 11 mars 1999: Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations. Séville, Espagne.

2002. First General Administrative Regulation Pertaining to the Federal Emission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Berlin, Allemagne.

Gunstone, F.D., et R.J. Hamilton (Ed.). 2001. Oleochemicals Manufacture and Applications. Sheffield, UK / Boca Raton, FL: Sheffield Academic Press / CRC Press.

Johnson, R.W., and E. Fritz. 1989. Fatty Acids in Industry: Processes, Properties, Derivatives, Applications. New York, NY: Marcel Dekker Inc.

Italian Republic. 2006. Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, No. 152. Norme in Materia Ambientale. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, No. 96/L. 14 April 2006. Rome: Repubblica Italiana.

National Renewable Energy Laboratory (NREL). Biodiesel Production Technology. Doc. No. NREL/SR-510-36244. Golden, Colorado, USA. Disponible à www.nrel.gov

Swern D. 1985. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Vol. 2 Fourth ed. New York, NY: John Wiley & Sons Inc.

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart B—Fatty Acid Manufacturing by Fat Splitting Subcategory. Washington. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart C—Soap Manufacturing by Fatty Acid Neutralization Subcategory. Washington. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 417. Subpart D—Glycerin Concentration Subcategory. Washington. Disponible à <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

Annexe A — Description générale de la branche d'activité

L'industrie des produits oléochimiques produit une grande variété de substances par des procédés de transformation physique et chimique d'huiles et de graisses naturelles ; il s'agit notamment :

- des acides gras par dissociation des molécules de triglycérides et leurs constituants (acides gras et glycérine) ;
- du biodiesel, principalement par transestérification : remplacement de la glycérine (glycérol) des molécules de triglycérides par du méthanol ;
- de la glycérine ou glycérol par traitement des solutions aqueuses de glycérine issues de la transestérification et de la dissociation.

Production d'acides gras

Les acides gras, obtenus par dissociation des huiles et des graisses, sont ensuite purifiés et modifiés par distillation, fractionnement et hydrogénation (Figure A.1). Les acides gras peuvent être directement utilisés dans de nombreuses applications industrielles ou servir de base à la production de produits oléochimiques, tels que les esters, les amides et les savons métalliques.

Matières premières

Les matières premières sont les huiles végétales (principalement l'huile de soya, de palme, de colza, de tournesol, de coton et d'olive). Ces huiles représentent environ 85 % de la production mondiale de matières grasses, les 15 % restant étant les graisses d'origine animale, comme le suif, le saindoux, le beurre, les graisses de volailles et l'huile de poisson⁹.

Bien que des quantités croissantes de produits oléochimiques soient produites à partir de graisses de haute qualité, les produits de base utilisés par l'industrie oléochimiques sont souvent de qualité inférieure (huiles semi-raffinées ou recyclées et résidus du raffinage des graisses).

Procédé de fabrication

Prétraitement des huiles et graisses

Il est essentiel de retirer les impuretés présentes dans les matières premières, telles que les produits de dégradation des protéines, les cendres, les savons, les matières mucilagineuses et les pigments. Lors de la fabrication de produits oléochimiques de haute qualité, le prétraitement consiste à filtrer les matières premières à l'aide d'une quantité variable (de 0,1 à 2,0 %) de terres décolorantes (terre de diatomées). Le gâteau de filtration, qui contient jusqu'à 40 % de matières grasses constitue le principal déchet solide de la production d'acides gras.

Fractionnement des huiles et graisses

Le fractionnement s'applique aux huiles et graisses (en général de l'huile de palme), mais également aux acides gras après dissociation (voir ci-dessous). Il permet de séparer deux fractions : une fraction liquide (ayant une teneur plus élevée en graisses ou acides gras insaturés dont la valeur commerciale est plus intéressante) et une fraction solide (ayant une teneur plus élevée en graisses ou acides gras saturés que la matière première).

Le fractionnement est la cristallisation partielle de la matière grasse par refroidissement contrôlé. Les technologies de fractionnement utilisées sont les suivantes : fractionnement par voie sèche ou frigellisation, fractionnement par voie humide et fractionnement par solvant.

⁹ Avril 2006, Volume 17(4)

Dans le fractionnement par voie sèche, les cristaux sont séparés de la phase liquide par filtration ; dans le fractionnement par voie humide, un surfactant (tensioactif) agit sur les cristaux qui sont ensuite séparés par centrifugation. Dans le fractionnement par solvant, les solvants (en général de l'hexane ou de l'acétone) permettent la cristallisation et la séparation de la fraction solide. Les tensioactifs et les solvants sont récupérés et réutilisés dans le procédé. Ces trois procédés sont présentés par ordre croissant de pureté de la fraction obtenue, de coûts d'investissement et de coûts de production¹⁰.

Dissociation

Les matières grasses et les huiles sont hydrolysées par dissociation pour produire des acides gras libres et de la glycérine. Les unités de dissociation peuvent fonctionner de manière continue ou discontinue, à des températures de 210 à 250 °C et à des pressions de vapeur de 20 à 40 bars sans catalyseurs¹¹. Pour obtenir le meilleur rendement de dissociation (supérieur à 97 %), l'eau glycérique est séparée en continu de la phase grasse. Les acides gras bruts sont évacués à la pression atmosphérique et les vapeurs produites sont condensées dans des atomiseurs. L'eau résultante est rejetée après séparation par flottation de la matière grasse. Les acides gras bruts sont ensuite déshydratés et envoyés dans l'unité de distillation. Les matières grasses présentes dans les eaux glycériques qui contiennent jusqu'à 20 % de glycérine sont séparées par décantation. Les eaux glycériques sont ensuite soumises à un traitement alcalin, puis filtrées avant de servir à produire de la glycérine.

Hydrogénation

L'hydrogénation peut s'effectuer avant ou après la dissociation : c'est la réaction entre l'hydrogène et la double liaison éthylénique d'une matière grasse insaturée en présence d'un

catalyseur. La matière grasse saturée (hydrogénée) qui en résulte se caractérise par une meilleure stabilité et un point de fusion plus élevé. L'hydrogénation est conduite à une température comprise entre 180 et 250 °C et sous une pression d'hydrogène de 10 à 25 bars en présence d'un catalyseur au nickel finement divisé sur gel de silice ou terre de diatomées¹².

La réaction est exothermique et la chaleur produite est récupérée pour préchauffer la matière grasse. La matière grasse hydrogénée produite est filtrée. Les gâteaux des filtres catalyseurs (séchés à l'azote en raison de leur caractère pyrophorique) sont récupérés et renvoyés pour réactivation à des installations de catalyse. Une étape supplémentaire de purification (post-raffinage) par filtration sur terre décolorante activée peut être nécessaire pour éliminer toute trace de nickel (savons de nickel).

Distillation des acides gras et distillation fractionnée

Les acides gras bruts sortant des unités de dissociation contiennent de 2 à 5 % de glycérides partiels, d'oligomères, d'insaponifiables et de produits d'oxydation. Les usines de distillation, fonctionnant en général à 160-250°C et 2-20 mbars, produisent des acides gras de couleur claire, des fractions légères et des résidus. Les fractions légères sont condensées et récupérées pour traitement et mise en décharge. Les résidus des procédés en continu contiennent un certain pourcentage d'acides gras et sont donc, soit utilisés pour des productions de moins bonne qualité, soit hydrolysés et distillés à nouveau dans une installation discontinue. Les goudrons acides produits sont récupérés pour recyclage ou mise en décharge. Les tours de distillation d'acides gras produisent plusieurs fractions d'acides différenciées par leur pression de vapeur. Les acides gras peuvent également être fractionnés par cristallisation partielle à basse température.

¹⁰ G. Dieckelmann et H.J. Heinz, 1989. AOCS. Mai 2006, Volume 17(5)

¹¹ G. Dieckelmann et H.J. Heinz, 1989

¹² Bailey's Industrial Oil and Fat Production. 1985

Production de glycérine

La glycérine issue de graisses animales ou végétales est produite par dissociation, transestérification ou saponification des triglycérides. Les solutions aqueuses de glycérine sont purifiées, concentrées et distillées (Figure A.2) afin de répondre aux demandes des marchés. Elles servent à produire d'autres produits oléochimiques tels que les mono- et diglycérides.

Matières premières

Les unités modernes de dissociation produisent des solutions glycériques contenant jusqu'à 20 % de glycérine dans l'eau (eau glycérique). La transestérification permet d'obtenir des concentrations de glycérine jusqu'à 85-90 % et des concentrations de sels jusqu'à 5 %. L'excès de méthanol dans les solutions glycériques est couramment récupéré et recyclé dans le procédé par l'industrie du biodiesel. La lessive résultant de la saponification a une teneur en glycérine plus faible (5 à 8 %) et une plus forte concentration en sels (10 à 15 %) et en impuretés.

Procédé de fabrication

Prétraitement des solutions glycériques

Les lessives inférieures et les solutions glycériques issues de la dissociation ou de la transestérification de matières grasses recyclées ou de qualité inférieure sont traitées par des sels coagulants tels que le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique, soumises à un traitement acide et alcalin pour retirer les impuretés (tels que savons, produits de dégradation des protéines, acides gras ou esters, cendres et fibres). Ils sont ensuite filtrés sur des argiles ou des charbons actifs. En général, les niveaux d'impuretés des eaux glycériques et des solutions de transestérification sont plus faibles et un léger traitement alcalin, suivi par un ajustement du pH et une filtration, suffit.

Les solutions glycériques peuvent également être purifiées par échange d'ions. Ce procédé est principalement utilisé sur les solutions contenant de faibles teneurs en sels et en savons. Après purification, elles peuvent atteindre des concentrations supérieures à 99,5 % par évaporation, ce qui permet d'éviter l'étape de distillation. Les résines sont réactivées à l'aide de solutions acides et alcalines qui doivent être neutralisées avant la mise en décharge.

Évaporation

Les lessives inférieures et les eaux glycériques sont traitées sous pression réduite et haute température dans des évaporateurs à étages multiples où la glycérine peut atteindre des concentrations de 90 %. L'eau distillée est condensée et éliminée. Après décoloration sur charbon actif, la glycérine à 90 % est vendue comme glycérine technique ou distillée de nouveau.

Distillation

Les solutions glycériques issues de la transestérification et de l'évaporation qui contiennent jusqu'à 90 % de glycérol sont distillées dans des colonnes de distillation où les impuretés lourdes et légères sont séparées de la glycérine pure (à plus de 99,5 %). En présence de glycérine à haute teneur en sels (résidus de savons ou glycérine résultant de la production de biodiesel), un dispositif d'élimination du sel permet de réduire les fractions lourdes, qui, selon leur teneur en glycérol, peuvent être soit purifiées et destinées à d'autres usages (engrais, par exemple), soit éliminées. Les fractions légères, qui sont des solutions aqueuses contenant de 10 à 30 % de glycérine et des traces d'acides gras et d'esters, peuvent être recyclées dans le procédé après traitement alcalin et acide, filtration et évaporation. La glycérine distillée, de couleur jaune, est en général décolorée à l'aide de charbon actif pour répondre aux besoins de l'industrie pharmaceutique.

Production de biodiesel

Le biodiesel est défini comme un mélange de mono alkyl esters d'acides gras à longue chaîne¹³. Le biodiesel est principalement obtenu par réaction directe (transestérification) du méthanol d'origine fossile sur des huiles et graisses végétales ou animales (Figure A.3). D'autres alcools (éthanol, isopropanol, par exemple) peuvent cependant être utilisés. Les produits qui en résultent sont des esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV) et de la glycérine. Les EMHV servent de base à d'autres produits oléochimiques importants, comme les alcools gras (surfactants industriels).

Matières premières

Les huiles et graisses végétales, en particulier l'huile de colza, de soja, de palme, de tournesol et de coton, sont les matières premières les plus couramment utilisées. Les matières grasses animales, comme le suif ou le saindoux sont également employées. La plupart des usines de fabrication travaillent à partir de nombreuses matières premières et acceptent également des huiles de qualité inférieure, comme les huiles de friture usagées ou les huiles brutes. Les acides gras d'origine animale ou végétale rentrent dans le procédé d'estérification.

La principale condition d'utilisation du méthanol est l'absence d'eau, qui interfère avec la réaction de transestérification. L'éthanol, qui peut être utilisé à la place du méthanol dans la transestérification, forme un azéotrope avec l'eau ce qui complique sa récupération et son recyclage.

Procédé de fabrication

Prétraitement

La transestérification nécessite des matières premières ayant une faible teneur en acides gras libres. Les matières grasses et les huiles sont neutralisées à l'aide de produits chimiques ou par raffinage ou estérification. Les huiles de friture usagées, les

matières grasses animales et les huiles à forte acidité sont estérifiées à l'aide de méthanol et d'un catalyseur acide. L'eau résultant de la réaction est éliminée et le catalyseur acide est neutralisé à l'hydroxyde de soude ou de potassium avant la transestérification. Les acides gras résultant du raffinage physique sont également estérifiés¹⁴.

Synthèse d'esters méthyliques par transestérification

La transestérification des matières grasses et des huiles par le méthanol s'effectue en général en présence de catalyseurs alcalins (hydroxyde de soude, hydroxyde de potassium et méthylate de sodium, par exemple) à 60-70 °C et sous pression atmosphérique, mais peut avoir lieu à des températures et pressions plus élevées. L'excès de méthanol et la décantation de la phase glycérique au fond du réacteur déplacent l'équilibre de la réaction vers la formation d'esters. Une fois la réaction terminée, le mélange est laissé à décanter ou est séparé par centrifugation.

Purification du glycérol et des esters méthyliques

L'excès d'alcool est retiré des deux phases par évaporation, puis condensé et recyclé. Les esters sont traités par lavage acide pour retirer toute trace du catalyseur, de savons, de méthanol et de glycérine résiduels avant séchage. L'eau de lavage est récupérée avec la solution glycérique. La phase glycérique est neutralisée à l'aide d'acides minéraux, en général de l'acide hydrochlorique. En cas d'utilisation d'hydroxyde de potassium et d'acide phosphorique, le sel obtenu peut être utilisé avec profit en tant qu'engrais. Les acides gras issus de la neutralisation des savons sont récupérés et re-estérifiés. La glycérine brute est envoyée dans les unités de raffinage.

Synthèse d'esters méthyliques par estérification

Les acides gras peuvent être convertis en EMHV par estérification en présence de méthanol et d'un catalyseur acide. Avant rejet dans l'environnement, l'eau est purifiée de l'excès de

¹³ Exemple : Normes UE EN 14214, EN 14213 et ASTM 6751-06

¹⁴ Biorenewable Sources, août 2006, Volume 2

méthanol utilisé lors de la réaction. Les installations à contre-courant opérant en continu produisent des esters méthyliques avec un rendement d'au moins 99 %.

Distillation

Les esters méthyliques bruts, particulièrement quand ils sont obtenus à partir de matières premières fortement dégradées, sont distillés afin d'éliminer les impuretés lourdes et légères et respecter les normes en vigueur.

Figure A.1: Production d'acides gras

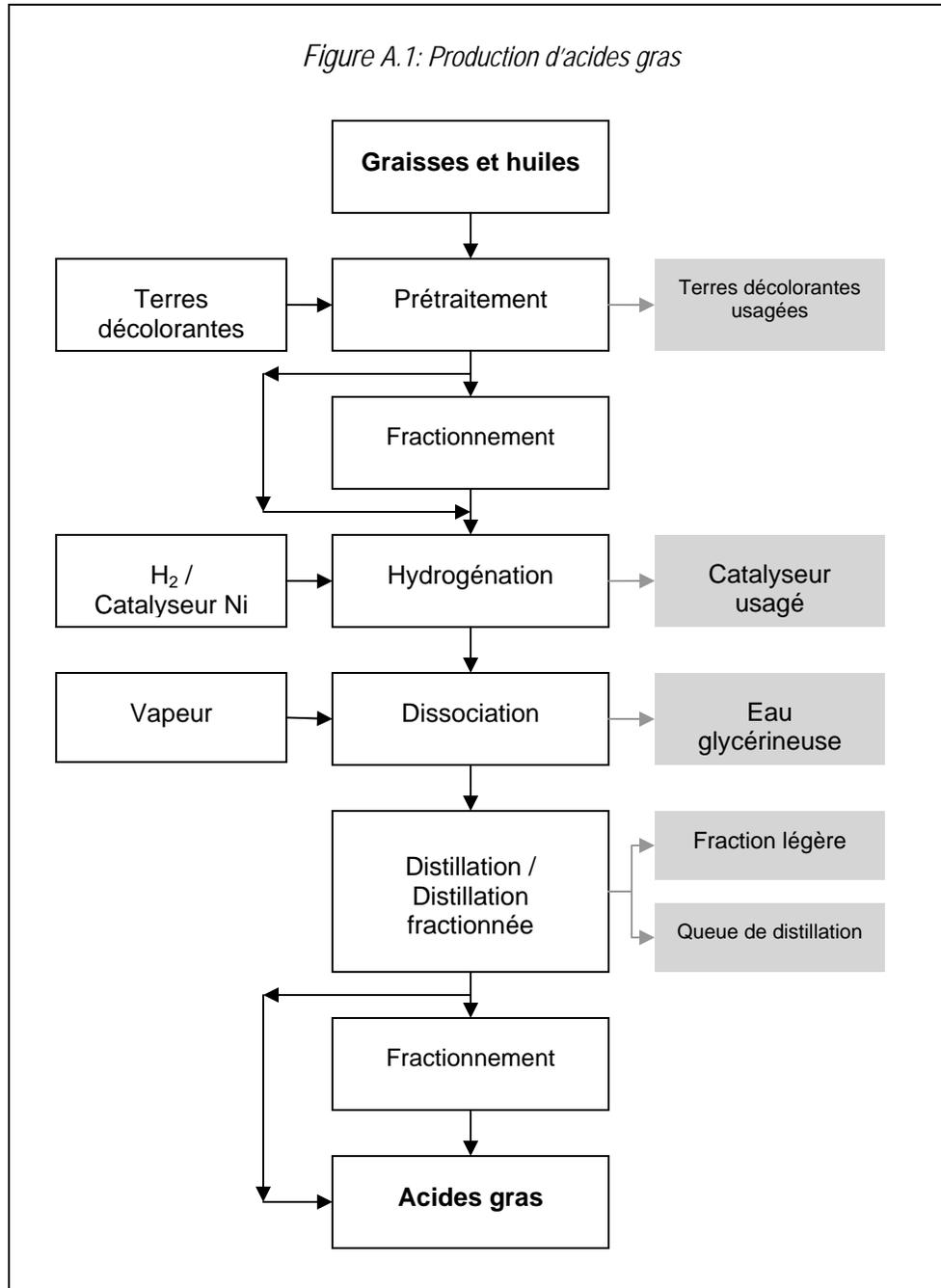


Figure A.2: Production de glycérine

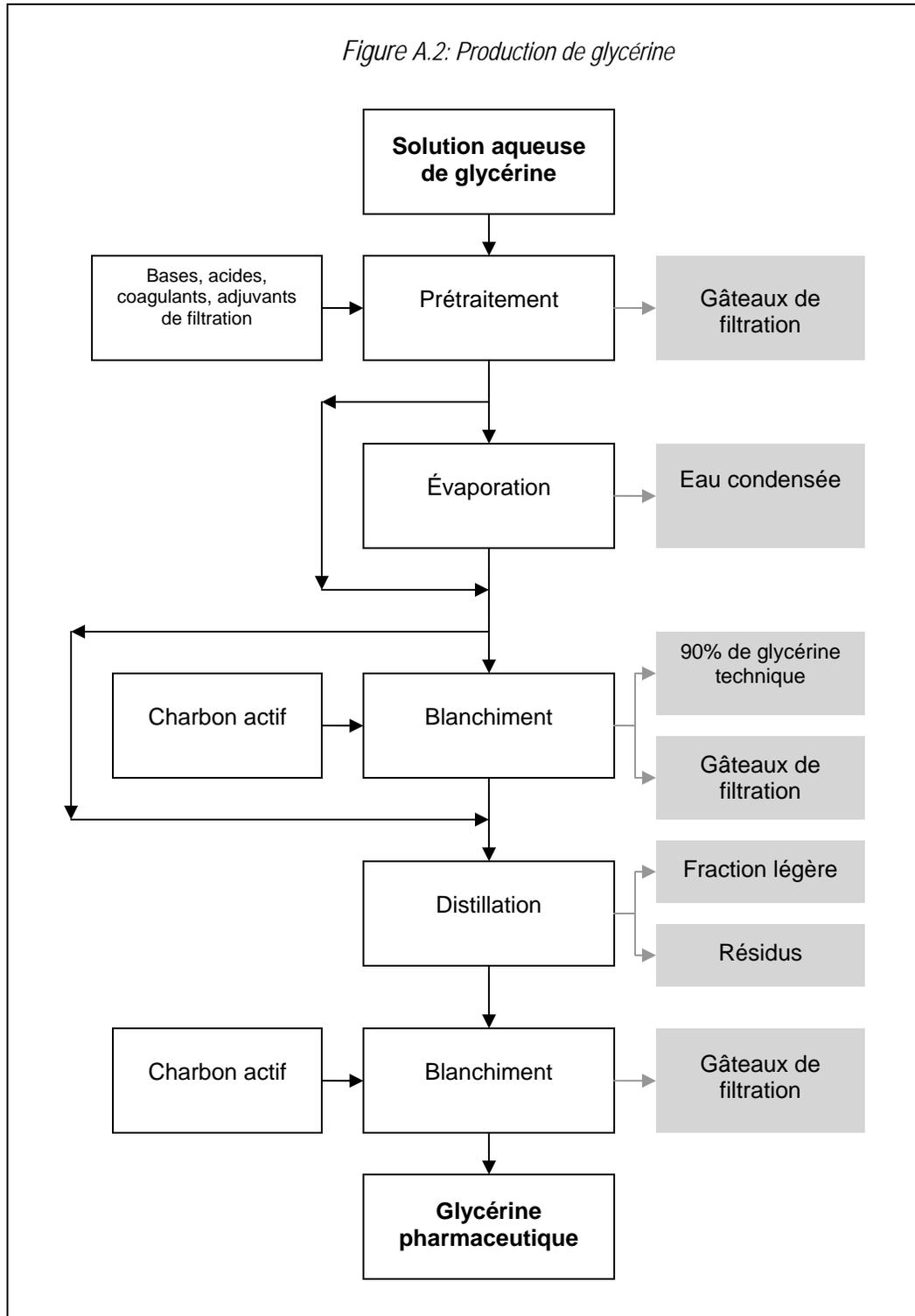


Figure A.3 : Production de biodiesel

