



IMO-OMI



UNEP-PNUE

**CENTRE RÉGIONAL MÉDITERRANÉEN
POUR L'INTERVENTION D'URGENCE CONTRE LA POLLUTION
MARINE ACCIDENTELLE
(REMPEC)**



EU - UE



PARTENARIAT EURO-MÉDITERRANÉEN

PROJET MED.B4.4100.97.0415.8

**INSTALLATIONS DE RÉCEPTION PORTUAIRES POUR
LA COLLECTE ET LE TRAITEMENT DES ORDURES DE
NAVIRE, DES EAUX DE CALE ET DES RÉSIDUS
D'HYDROCARBURES**

ACTIVITÉ B

**SOLUTIONS OPTIMALES POUR LA COLLECTE,
LE TRAITEMENT ET L'ÉLIMINATION
DES DÉCHETS SOLIDES ET LIQUIDES
PRODUITS PAR LES NAVIRES**

RAPPORT FINAL

Avril 2004



TEBODIN
Consultants & Engineers

Le présent document et l'étude y relative ont été produits avec le soutien financier de la Communauté Européenne. Néanmoins, les vues exprimées ici ne peuvent de quelque façon que ce soit refléter l'opinion officielle de la Communauté Européenne (CE).

L'étude a été réalisée par Tebodin Consultants & Engineers, Pays Bas, avec qui le Centre Régional Méditerranéen pour l'Intervention d'Urgence contre la Pollution Marine Accidentelle (REMPEC) a passé contrat et sous la responsabilité de ce dernier.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de la CE, de l'OMI, du PNUE, du PAM et du REMPEC aucune prise de position concernant le statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leur autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

PROJET MED.B4.4100.97.0415.8

INSTALLATIONS DE RÉCEPTION PORTUAIRES POUR LA COLLECTE ET LE TRAITEMENT DES ORDURES DE NAVIRE, DES EAUX DE CALE ET DES RÉSIDUS D'HYDROCARBURES

ACTIVITÉ B

SOLUTIONS OPTIMALES POUR LA COLLECTE, LE TRAITEMENT ET L'ÉLIMINATION DES DÉCHETS SOLIDES ET LIQUIDES PRODUITS PAR LES NAVIRES

Dans le cadre du Partenariat Euro-Méditerranéen, la Communauté européenne (CE) et l'Organisation Maritime Internationale (OMI) pour le compte du Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC), ont signé en décembre 2001 un accord ("Grant Agreement") pour l'exécution de l'opération intitulée: installations de réception portuaires pour la collecte et le traitement des ordures de navire, des eaux de cale et des résidus d'hydrocarbures (Projet MED.B4.4100.97.0415.8). L'exécution du Projet, d'une durée de trois ans, a débuté le 1^{er} janvier 2002.

Dix pays méditerranéens, Parties contractantes à la convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée de 1976, bénéficient de ce Projet (Algérie, Chypre, Egypte, Israel, Liban, Malte, Maroc, Syrie, Tunisie et Turquie), lequel vise à faciliter la mise en oeuvre des annexes I et V de la convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78).

L'activité A (collecte et traitement des déchets solides et liquides) ainsi que l'activité C (collecte et traitement des eaux de ballast polluées provenant des pétroliers) du Projet ont été réalisées par la société Environmental Protection Engineering (E.P.E.) S.A. (Grèce), avec qui le REMPEC a passé contrat, et sous la responsabilité de ce dernier. Ces deux activités ont visé l'évaluation concernant les installations de réception portuaires dans les pays bénéficiaires et l'identification des besoins en la matière.

L'activité B (Solutions optimales pour la collecte, le traitement et l'élimination des déchets solides et liquides produits par les navires) du Projet a été réalisée par Tebodín Consultants & Engineers, Pays Bas, avec qui le REMPEC a passé contrat et sous la responsabilité de ce dernier. Le présent rapport contient les conclusions de l'Activité B, qui sont basées sur les résultats des activités A et C du Projet.

Activité B: Solutions optimales pour la collecte, le traitement et l'élimination des déchets solides et liquides produits par les navires

Version finale

client REMPEC

projet MED/B7/4100/97/0415/8

Numéro d'ordre 32381

Numéro du document 3319000

révision 1

date Avril 2004

auteur J.W. Klein Wolterink, M. Hess, L.A.A. Schoof, J.W. Wijnen

Tebodin B.V.

Drienerstate, P.C. Hoofthaan 56 / Laan van Nieuw Oost-Indie 25
7552 HG Hengelo / 2593 BJ The Hague
P.O. Box 233 / P.O. Box 16029
7550 AE Hengelo / 2500 BA The Hague
les Pays Bas

téléphone + 31 74 2 49 62 28 / +31 70 348 02 98
telefax + 31 74 2 49 62 15 / +31 70348 05 16
e-mail j.kleinwolterink@tebodin.nl / a.schoof@tebodin.nl

O	9-04-2004	Activité B: Solutions optimales pour la collecte, le traitement et l'élimination des déchets solides et liquides produits par les navires	J.W. Klein Wolterink	
rev.	Date	Description	auteur	ckd.

Table des matières		page
1	Introduction	6
1.1	Contexte du projet	6
1.2	Méthodologie	6
1.2.1	Mission d'information	6
1.2.2	Clarifications concernant les Activités A et C	7
1.2.3	Etude des données	7
1.2.4	Rapport	7
2	Résumé des résultats des Activités A et C pris comme base pour l'activité B	8
2.1	Installations pour les déchets contenant de hydrocutions	8
2.2	Ordures	10
3	Récapitulatif des techniques actuellement disponibles pour les déchets contenant de hydrocutions	11
3.1	Types et composition des déchets contenant de hydrocutions	11
3.2	Collecte des déchets contenant des hydrocutions	14
3.2.1	Sélectionner une méthode de collecte	16
3.3	Traitement primaire de suppression du pétrole libre	16
3.3.1	Séparateur API	17
3.3.2	Hydrocyclone	17
3.3.3	Le séparateur plaque coalesçant	19
3.3.4	Flottation à air induit	20
3.3.5	Filtres de type coalesceur	21
3.4	Traitement secondaire pour supprimer le pétrole en émulsion	21
3.4.1	Coagulation - floculation	22
3.4.2	Flottation à air dissous	22
3.4.3	Filtration par membrane	23
3.5	Traitement du pétrole récupéré	24
3.5.1	Les centrifugeuses	24
3.5.2	Déshydratation sous vide	26
3.6	Extraction des boues résiduelles	27
3.6.1	Les bassins	27
3.6.2	Lits de séchage des boues	28
3.6.3	Équipement mécanique de d'extraction de l'eau des boues	29
3.7	Facteurs déterminants pour sélectionner une technologie de traitement	31
3.7.1	Critères de Sélection	31
3.7.2	Sélection des technologies	31
3.8	Évaluation des techniques concernées	34
4	Recyclage et élimination finale des déchets	38
4.1	Types de déchets pour le recyclage et l'élimination finale	38
4.2	Les options de recyclage	39
4.2.1	Les ordures	39
4.2.2	Pétrole les hydrocutions	39
4.3	Traitement et entreposage final	40

4.3.1	Séchage	40
4.3.2	Les incinérateurs	41
4.3.3	Les décharges	43
4.4	Facteurs déterminants pour la sélection des options d'élimination en charge finale des déchets	44
5	Les installations proposées	46
5.1	Considérations générales	46
5.2	Installations type pour déchets contenant des hydrocarbures	48
5.2.1	Description	48
5.2.2	Coûts d'investissement pour installations type de traitement des déchets contenant des hydrocarbures	50
5.2.3	Installations de base pour les ports ayant un service de collecte limité	51
5.3	Installations type pour les ordures	51
5.4	Recommandations pour l'Algérie	53
5.5	Recommandations pour Chypre	54
5.6	Recommandations pour l'Egypte	54
5.7	Recommandations pour Israël	56
5.8	Recommandations pour le Liban	57
5.9	Recommandations pour Malte	58
5.10	Recommandations pour le Maroc	58
5.11	Recommandations pour la Syrie	59
5.12	Recommandations pour la Tunisie	60
5.13	Recommandations pour la Turquie	61
6	Retour sur investissement et situation institutionnelle	63
6.1	Situation institutionnelle des ports	63
6.2	Retour sur investissement	64
6.3	Développement en Europe des systèmes de retour sur investissement	65
7	Conclusions et recommandations	67
7.1	Conclusions et recommandations générales	67
7.2	Recommandations par port	68
	Annexe A: Tableau synthétisant les Activités A et C	69
	Annexe B: Aperçu des quantités de déchets de navires et par port	70
	Annexe C: Information de fond sur les technologies de traitement des déchets	71
	Annexe D: Indication des volumes de pétrole récupérables par port	72
	Annexe E: Calculs pour les installations de traitement	73
	Annexe F: Diagramme schématisé d'installation type de réception de traitement de déchets	74
	Annexe G: Aperçu des installations de réception disponibles, basé sur les Activités A et C	75

Annexe H: Exemple de calcul rudimentaire de tarifs pour la réception dans les ports

76

1 Introduction

1.1 Contexte du projet

La mise en application de la Convention MARPOL 73/78 pour la prévention de la pollution causée par les rejets illicites en mer est l'une des préoccupations principales en relation avec la prévention de la pollution des navires en mer Méditerranée. Même si la pollution marine accidentelle attire toujours d'avantage l'attention du public, la pollution opérationnelle les rejets illicites en mer est la source principale de pollution de l'environnement marin par les navires.

Le Centre Régional Méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la Pollution Marine Accidentelle (REMPEC), est un Centre d'activité Régional du Plan d'action pour la Méditerranéen du Programme des Nations Unie pour l'environnement (PNUE) administré par l'organisation Maritime Internationale (OMI). Le Centre exécute actuellement un projet sur les installations de réception portuaires pour la collecte et le traitement des ordures de navires, des eaux de cale et des résidus d'hydroc en Méditerranée (MED.B7.410097.0415.8). Le projet comprend plusieurs activités et concerne 10 pays bénéficiaires (l'Algérie, Chypres, l'Egypte, Israël, le Liban, Malte, le Maroc, la Syrie, la Tunisie et la Turquie), pays signataires de la Convention de Barcelone de 1976 pour la Protection de la Mer Méditerranée contre la pollution.

Les Activités A et C du projet ont pour but d'évaluer (par des consultants et des experts nationaux) la situation existante dans les pays u certain nombre de ports préalablement identifiés dans les pays bénéficiaires impliqués en ce qui concerne les installations de réception portuaires, et à identifier les installations nécessaires pour la collecte et le traitement des déchets solides et liquides (Activité A) et des eaux usées de ballast polluées movenant de pétroliers (Activité C). Ces deux activités ont été achevées.

Les résultats des deux activités mentionnées ci-dessus fourniront la base de travail pour l'Activité B, qui constitue le contenu de ce rapport. L'Activité B de ce projet contient une étude concernant les solutions optimales pour la collecte, le traiteurent et l'élimination des déchets solides et liquides des ports/terminaux concernés des dix pays bénéficiaires impliqués, incluant les recommandations de retour sur investissement.

1.2 Méthodologie

1.2.1 Mission d'information

Les 19 et 20 janvier, une mission d'information entre les représentants du REMPEC et les Consultants a eu lieu dans le levreaux du REMPEC. Au cours de cette rencontre, les objectifs et les attentes ont été expliqués plus en détail et affinés. De plus, une grande partie du contexte du projet a été fournie par REMPEC, incluant les contacts des personnes et des instituts concernés. Tebodin a fournit pour sa part une courte introduction de son expérience dans le domaine des installations de réception portuaires et des projets menés pour l'OMI ayant un rapport avec ce projet.

Un point important à considérer est le contenu du rapport et son style, considérant qu'il doit permettre à tous les pays méditerranéens de se familiariser d'avantage avec les technologies disponibles concernant la installations de réception pouvant être utilisées dans les ports.

1.2.2 Clarifications concernant les Activités A et C

Tebodin a lu les rapports sur les Activités A et C en détail et a soulevé plusieurs questions adressées au Consultant auteur de ces rapports. De façon générale, ces rapports sont de belles réussites et sont bien présentés, dans un format standard. Il est clairement établi que les analyses faites sont en partie basées sur les données fournies par les autorités respectives des pays, d'une part, et en partie sur des estimations personnelles, d'autre part.

Bien que nous nous rendions clairement compte des difficultés à recevoir des informations standardisées dans ces rapports, nous avons trouvé plusieurs conclusions ouvertes ou données manquantes qui sont mentionnées dans les notes de tableaux fournis dans ce rapport. Cependant, nous avons reçu des clarifications et un appui total de la part de EPE en Grèce (par Environmental Engineering Protection) concernant le contenu de ces deux rapports.

1.2.3 Etude des données

Au cours de la mission d'information, il a été conclu que les données fournies dans chacun des rapports A et C serviront de base aux analyses de Tebodin. Un certain nombre de tableaux synthétiques ont été créés par Tebodin, basés sur ces rapports, et sont utilisés pour les analyses et les sélections des types, tailles et coûts des installations de réception portuaires. Ces tableaux sont inclus dans l'annexe A.

Ce rapport a été compilé sur la base prédominante de l'expérience et des connaissances propres de Tebodin sur les installations de réception dans beaucoup de ports à travers le monde, ainsi que sur les techniques de gestion des déchets (BAT: en anglais, meilleure techniques disponibles)

Afin de visualiser les informations sur les technologies de traitement, nous avons inclus beaucoup d'illustrations dans notre rapport. Certaines illustrations proviennent d'installation en fonctionnement, d'autres de fournisseurs d'équipement. Les Consultants souhaitent que Tebodin garde une position indépendante vis à vis des fournisseurs d'équipement, et cette utilisation des illustrations n'implique absolument pas une approbation de ce fournisseur ni une disqualification d'autres fournisseurs.

1.2.4 Rapport

Au cours des négociations de contractuelle et de la mission d'information à Malte, l'accord suivant a été pris concernant l'agenda:

- Rapport Final, version préliminaire, pas plus tard que le 1^{er} Mars 2004 (en français et en anglais);
 - Rapport Final, pas plus tard que le 1^{er} Avril après réception des commentaires de la part de REMPEC.
-

2 Résumé des résultats des Activités A et C pris comme base pour l'activité B

2.1 Installations pour les déchets contenant de hydrocutions

Les rapports des Activités A et C concluaient que pour un certain nombre de ports, les installations de réception de déchets sont adéquates. Pour plusieurs ports, il est recommandé de fournir un système de collecte minimal par camion, sans établir d'installations de traitement. Les services peuvent être fournis par des sous-traitants privés ou par les autorités du port. Il est recommandé que les déchets contenant de hydrocutions collectés soient transportés dans une installation approuvée pour être pris en charge, mais il apparaît que de telles installations n'existent pas pour le moment. Le tableau 1 fournit un aperçu.

Tableau 1: Ports avec des installations adéquates ou ne nécessitant que des améliorations mineures

Pays	Installations adéquates existent	Service minimal de collecte recommandé
Algérie	Bejaia, Jizel, Tenes	Annaba, Ghazaouet, Mostaganem, Oran
Chypre	Larnaka, Limassol, Vassiliko	
Egypte	Damiette	
Israël	Ashdod, Hedera, Haïfa	
Liban		Saida (Sidon), Selaata
Malta	Marsaxlokk, Valletta	
Maroc		Tanger
Syrie	Lattakia	
Tunisie	Bizerte & Menzel Bourguiba, Sousse, Gabes	
Turquie	Iskenderun, Dikili, Mersin, Marmaris	Kusadasi

Pour les autres ports, de nouvelles installations sont proposées, ou il est recommandé d'améliorer les installations existantes. Les recommandations pour ces ports sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2: Installations recommandées dans les ports

Pays	Port	Installations recommandées pour les déchets contenant de hydrocutions
Algérie	Alger	2 réservoirs transportables ou un réservoir transportable et un bouge. Traitement: Une capacité fixe, mini. 70 m ³ de capacité de stockage temporaire et 10 m ³ /h de taux de traitement. Le pétrole récupéré peut aller à la raffinerie NAFEC.
	Arzew - Bethioua	3 réservoirs transportables de 20 m ³ chacun. Traitement: Une capacité fixe, mini. 50 m ³ de capacité de stockage temporaire et 6 m ³ /h de taux de traitement. Le pétrole récupéré peut aller à SONATRACH/Naftal.
	Skikda	Collecte: min 3 réservoirs transportables de 15 m ³ chacun + une ou deux bouge de 750 à 1,000 TPL. Traitement: <ul style="list-style-type: none"> Nettoyages des Ballastes/réservoirs: min. 450 m³ de capacité de stockage temporaire et 55 m³/h de taux de traitement Boues/eaux de cale: 85 m³ de capacité de stockage temporaire et 10 m³/h de taux de traitement. Le pétrole récupéré peut aller en raffinerie.

Pays	Port	Installations recommandées pour les déchets contenant de hydrocutions
Egypte	Alexandrie & Dhekelia	Collecte: OK. Traitement: Installation située à Dhekelia (140 m ³ de capacité de stockage temporaire, 18 m ³ /h de flux) est proposée. Le pétrole récupéré peut aller à la compagnie Alexandria Petroleum
	Port Saïd	Collecte: OK. Traitement: Installation fixe de min. 34 m ³ de capacité de stockage temporaire et 5 m ³ /h de capacité de traitement. Destination finale du pétrole non identifiée.
Israël	Hedera	La limitation de décharge de 10 m ³ doit être augmentée à au moins 20m ³ /navire en ajoutant une capacité de stockage temporaire de 30m ³ .
Liban	Beyrouth	Collecte: OK Traitement: Installation fixe de min. 45 m ³ de capacité de stockage temporaire et 6 m ³ /h taux de traitement. Destination finale du pétrole non identifiée.
	Tripoli	Collecte: OK Traitement: Installation fixe de min. 30 m ³ de capacité de stockage temporaire et 4 m ³ /h de taux de traitement. Destination finale du pétrole non identifiée.
Malta	Malta Drydocks	Composants dangereux: lube oils, pour systèmes hydrauliques et systèmes de transmission ne sont pas autorisés. Il est recommandé de fournir des indications pour les directives d'identification et de gestion des déchets dangereux. Il est nécessaire de clarifier l'élimination finale des déchets dangereux.
Maroc	Nador	Collecte: min 3 réservoirs transportables of 15 m ³ chacun ou péniche de 150 - 200 TPL. Traitement: Installation fixe de min. 105 m ³ de capacité de stockage temporaire et 13 m ³ /h de taux de traitement. Destination finale du pétrole non identifiée.
Syrie	Tartous	Minimum 35 m ³ de capacité sous la forme de moyens de collecte mobiles (réservoirs transportables, péniches)
Tunisie	La Goulette & Radès	Collecte: OK Traitement: Installation fixe de min. 70 m ³ de capacité de stockage temporaire, 8.5 m ³ /h de flux est proposé. Prise en charge finale par SOTULUB.
	Sfax	Collecte: OK Traitement: Une installation fixe (65 m ³ de capacité de stockage temporaire, 8 m ³ /h de flux). Prise en charge finale par SOTULUB. (Bizerta).
	Zarzis	Collecte: bouges 2.000 TPL pour les déchets contenant de hydrocutions. Traitement: à bord, ou transport à La Skhira.
Syrie	Tartous & Banias	Collecte: 2 bouges (3.400 TJB et 150 TPL) Treatment: <ul style="list-style-type: none"> Boues/eaux de cale:40 m³ capacité de stockage temporaire, 5 m³/h taux de traitement Nettoyages des Ballasts/réservoirs: 3.720 m³ de capacité de stockage temporaire, 450 m³/h traitement primaire+secondaire
Turquie	Bodrum	Une station environnement à petite échelle pour la collecte des déchets contenant de hydrocutions est proposée.
	Baie de Nemrut	Collecte: barge 100 TJB + réservoirs transportables. Traitement Une capacité fixe de mini. 62 m ³ de capacité de stockage temporaire, 8 m ³ /h de flux. Le pétrole récupéré peut aller à la raffinerie TUPRAS.

Pays	Port	Installations recommandées pour les déchets contenant de hydrocutions
	Izmir	Modernisation du procédé de traitement (filtre de type coalescer) en particulier sur la prise en charge du pétrole en émulsion.
	Antalaya	Modernisation de la technologie de traitement par la création potentielle d'une nouvelle installation. L'Augmentation de la capacité de stockage temporaire est nécessaire.

En gris: interprétations par Tebodin

Le rapport de l'Activité A fournit des schémas de conception des installations proposées, mais elle ne discute pas du type de technologie de traitement. Cela sera fait dans cette étude.

2.2 Ordures

Concernant les ordures, les conclusions suivantes sont présentées dans le rapport de l'Activité A. Les installations adéquates sont présente dans tous les ports, à l'exception de:

- Tartous, Saida (Sidon) et Mersin où des réceptacles sont recommandés.
 - Des stations de transfert des ordures sont suggérées – mais pas exigées - pour Alexandrie, Limassol, Valetta et Bodrum afin d'améliorer les services déjà existants.
-

3 Récapitulatif des techniques actuellement disponibles pour les déchets contenant de hydrocutions

Ce chapitre fournit un aperçu des options pour la collecte et le traitement des déchets des navires. Les options pour la suppression finale des déchets y sont aussi discutées. La collecte, le traitement et la suppression finale sont abordés dans des sections séparées. Ces sections se concluent avec une évaluation des différentes options et fournissent des recommandations pour la sélection des technologies appropriées. Nous avons essayé autant que possible de garder la description des différents traitements lisibles pour ceux qui n'ont pas forcément une expérience dans le traitement des déchets (liquides). Ainsi nous n'avons donc pas repris les principes fondamentaux (physiques et/ou mathématiques) des procédés de traitement, mais inclus des images et des exemples pratiques à chaque fois que cela s'avérait possible.

3.1 Types et composition des déchets contenant de hydrocutions

Les déchets contenant des hydrocarbures liés aux navires peuvent provenir de nombreuses sources différentes. L'annexe 1 de MARPOL 73/78 contient certaines règles et interprétations concernant les procédures pour le stockage à bord, le traitement, les rejets en mer et l'élimination des mélanges contenant des hydrocarbures que tout navire produit dans les zones de machines et dans les zones de stockage des pétroliers. Les termes utilisés et les définitions sont ainsi définis:

L'appellation **hydrocarbures** comprend les hydrocarbures sous toutes ses formes, ce qui inclut le pétrole brut, le fioul, les boues, et les produits de raffinerie autres que les composés pétrochimiques.

L'appellation **déchets contenant des hydrocarbures** comprend les résidus d'hydrocarbures (boues) ainsi que les eaux de cale contenant des hydrocarbures.

L'appellation **résidus d'hydrocarbures** comprend:

- Les boues de séparation, c'est-à-dire les boues résultant de la purification du fioul et des huiles lubrifiantes.
- Les hydrocarbures d'écoulements et de fuites, c'est-à-dire les hydrocarbures provenant des écoulements et des fuites dans les zones de machines.
- Les huiles usées, c'est-à-dire les huiles lubrifiantes hydrauliques et autres liquides à base d'hydrocarbures qui ne sont plus utilisables pour cause de détérioration ou de contamination.

L'appellation **eaux de cales contenant des hydrocarbures** désigne à un mélange pouvant contenir de l'eau de mer, de l'eau douce, du fioul, de l'eau de refroidissement, de l'huile provenant de fuites et d'écoulements, accumulés soit dans la/les citernes désigné, soit dans les cales

L'appellation **mélange contenant des hydrocarbures** désigne un mélange composé des éléments décrits ci-dessus.

Dans une installation de traitement, on peut donc s'attendre à l'arrivée d'une grande variété de mélanges contenant des hydrocarbures qui seront traités:

- **L'eau sale des ballastes** peut contenir du pétrole brut, des résidus liquides noirs ou des résidus liquides blancs. Les ballasts sales sont habituellement déchargés seulement par des pétroliers non-CBS (citernes à ballast séparé) dans les ports pétroliers. Les volumes et les flux peuvent être significatifs, mais la concentration moyenne en pétrole est relativement basse:
 - Un navire peut transporter autour de 30% de son TPL (tonne de port en lourd) comme ballaste. Dans des conditions climatiques difficiles, cela peut même être plus;
 - Les flux pour décharger dans les installations de réceptions sont habituellement dans une gamme comprise entre plusieurs centaines jusqu'à plusieurs milliers m³/h pour les grands pétroliers;
 - Comme pour la concentration dans l'eau sale des ballastes qui est déchargée dans les installations de traitement des déchets, un chiffre de 100ppm (ou 0.1 g/m³) est estimé. Pour la réception des eaux sales des ballastes, il est envisagé d'utiliser les équipements existants dans un certain nombre de ports comme décrit dans les Activités A et C.
 - Les résidus contenant des hydrocarbures provenant des eaux de cale sont produits lorsque les zones des machines du navire sont nettoyées. Les fuites d'eaux de refroidissement sont souvent contaminées par du fioul et des huiles lubrifiantes. Les navires en exploitation produisent des eaux de cale contaminées de façon variable par des hydrocarbures. Lorsque l'équipement approprié se trouve à bord, l'eau de cale peut être traitée de façon à ce que la majeure partie des hydrocarbures est séparée de l'eau avant d'être rejetée dans la mer. Si la proportion en hydrocarbure dépasse la limite, la décharge est automatiquement stoppée (alarme de cale). Cependant, il a été souligné que l'eau de cale contient aussi des traces de détergents utilisés lors du nettoyage. Lors qu'ils sont mélangés, les résidus d'hydrocarbure et de détergent forment une émulsion stable dont la densité est différente de celle du fioul. Le contenu en pétrole des **eaux de cale**, telles qu'elles sont déchargées dans les installations de réception, peut considérablement varier de typiquement 0.1 - 5%, une concentration moyenne de pétrole de 2% ou 20 g/l est supposée. S'il y a un séparateur présent à bord, les eaux de cale sont traitées à bord et déchargées avec une concentration en pétrole maximale de 15 ppm. Le pétrole séparé est collecté dans une citerne prévue à cet effet.
 - Les résidus provenant des systèmes de nettoyage du pétrole brut (COW, en anglais) : les citernes de cargaison, lorsque les pétroliers sont chargés en pétrole, sont nettoyées au moyen d'un jet sous haute pression de pétrole brut («Oil to remove oil») ou de pétrole brut et d'eau. Cela réduit la quantité de d'hydrocarbure restant à bord après déchargement. Les résidus d'un tel nettoyage sont pompés dans des citernes pour hydrocarbures séparés et laissés dans une installation de réception dans le port
 - **Les eaux de nettoyage de citernes** sont déchargées en quantités bien plus petites que les eaux sales des ballasts, le volume peut varier de 1,5-8% d'un TPL de pétrolier. Le contenu en pétrole cependant est bien plus grand que pour l'eau des ballasts. Pour les eaux de nettoyage des citernes, une concentration moyenne en pétrole de 3% ou 30 g/l est supposée.
 - Les résidus provenant de la séparation en exploitation et des équipements de filtration équipés avec un système d'arrêt automatique sont collectés dans des citernes pour hydrocarbures séparés. Les boues résultant du traitement à bord du fioul (fioul lourd) sont des substances très visqueuses, semi solides, qui doivent être chauffées avant d'être évacuées par les pompes. **Les eaux de lavage de citernes, les résidus contenant de hydrocarbures ou les boues** sont générées à bord en quantités encore plus petites et le volume est max. 1% du TPL du pétrolier. Ces mélanges contiennent des concentrations élevées en solide et en pétrole : 30% pétrole et 5% de solides sont supposés.
-

Les boues résultant du traitement du fuel à bord (pétrole carburant lourd) sont des substances très visqueuses, semi solides qui doivent être chauffées avant qu'elles soient pompées.

Les mélanges eau-hydrocarbure ont des caractéristiques différentes suivant leur densité et leur apparence (libre/en émulsion).

Hydrocarbures libres

Les hydrocarbures peuvent être présent dans l'eau sous forme libre: des petites gouttes d'hydrocarbures dispersées dans l'eau par un (vigoureux) mélange. En général, plus la température des déchets contenant du pétrole brut est élevée, plus il est facile de séparer les hydrocarbures de l'eau. Les fractions d'hydrocarbure plus légères ont tendance à se séparer plus spontanément, tels les hydrocarbures libres de faible densité. Tous les hydrocarbures ont une densité plus faible que l'eau, et c'est donc pourquoi les hydrocarbures libres vont monter jusqu'à la surface et former ainsi une couche d'hydrocarbures, tandis que la densité du pétrole brut est relativement élevée.

Les hydrocarbures en émulsion

L'eau de mer agit comme un émulsifiant naturel en augmentant la viscosité des déchets eau-hydrocarbure, ce qui rend difficile le pompage des déchets transportés des barges aux citernes à terre pour traitement. Les hydrocarbures brut ou résultant de séparation contiennent souvent des émulsions chimiques qui ont été stabilisées par des impuretés inorganiques, des stabilisateur de viscosité, etc. Les opérations de nettoyage des citernes peuvent aussi être sources d'émulsions eau-hydrocarbure.

Les émulsions sont de minuscules gouttes d'hydrocarbures formées par un fort cisaillement, comme cela peut se produire lors du pompage du mélange eau-hydrocarbure. De telles émissions peuvent être stable pendant un certain temps, c'est-à-dire qu'elles ne se séparent pas rapidement, mais qu'au cours du temps, les particules tendent à coalescer en particules plus grandes puis se séparent. Cela peut cependant prendre beaucoup de temps et dépend de la composition de l'eau contenant les hydrocarbures.

Les mélanges eau – pétrole peuvent avoir des caractéristiques différentes, ce qui a un impact significatif sur le type de technologie de traitement qui peut être utilisé pour purifier l'eau. Du pétrole peut être présent dans l'eau comme pétrole libre: des petites gouttes de pétrole dispersées dans l'eau par un mélange vigoureux. Le pétrole libre se sépare de l'eau spontanément et rapidement, par séparation par gravité. Le pétrole a une densité moins grande que l'eau et donc le pétrole libre va remonter à la surface et se séparer de l'eau en constituant une couche flottante de pétrole.

Il y a aussi le pétrole en émulsion. Des gouttes minuscules sont formées par des mouvements en cisaille mécaniques très intenses, comme cela peut arriver lors du pompage d'un mélange eau pétrole. De telles émulsions peuvent rester stables pour une certaine durée, c'est-à-dire qu'elles ne se séparent pas rapidement, mais avec le temps, les particules tendent à se coalescer en des gouttes de pétrole plus larges et à se séparer de l'eau. Ceci, cependant, peut prendre un temps (très) long et dépend de la composition de l'eau mélangée aux hydroc.

Les émulsions stables pétrole en eau ne coalescent pas et ne se séparent pas du tout. Une émulsion stable est un système colloïdale de gouttes de pétrole électriquement chargées entourées par un environnement ionique. Des émulsions stables sont formées par exemple, lors de l'utilisation de détergents tels que les détergents de nettoyage industriels. Des produits chimiques tels que des coagulants ou flocculants, sont nécessaires pour «casser» de telles émulsions et pour séparer les particules de pétrole de l'eau. Les émulsions eau dans pétrole (eau finement dispersée dans le pétrole) existent aussi et nécessitent également un traitement avec des produits chimiques (émulsifiants) pour la séparation.

On peut donc en conclure que le pétrole libre est le composant le plus simple à séparer, tandis que le pétrole en émulsion (en particulier les émulsions stables) nécessite un traitement supplémentaire. Le tableau 1 résume les principales caractéristiques des déchets mazoutés.

Tableau 3: Composition type des déchets contenant de hydrocutions

	Composition				Type de pétrole
	Pétrole		Eau	Solides	
	[ppm]	[%]	[%]	[%]	
Eau de ballast	100	0.01	Approx. 100	Traces	Pétrole libre
Eaux de cale de navire non traitées	20,000	2	98	Traces	Pétrole libre et en émulsion
Eau de nettoyage des citernes	30,000	3	97	Traces	Pétrole libre et en émulsion
Eaux sales et résidus d'hydrocutions	300,000	30	65	5	Pétrole libre et en émulsion

3.2 Collecte des déchets contenant des hydrocutions

Des camions, ou des citernes mobiles peuvent être utilisés pour des petits volumes, allant de 5 à 25 m³ par chargement. Ils sont donc employés pour la collecte des eaux usées, nappes, boues et les petits volumes d'eau de nettoyage des citernes, mais pas pour la collecte des eaux sales de ballast. Des camions sont utilisés si ils peuvent venir le long des navires. Ils ne conviennent évidemment pas aux navires au movillage, SBM (porte d'avarage sur une seule buvée ou les jetées de chargement/déchargement non accessible par camion. Les exemples d'une simple citerne mobile utilisée pour la collecte des déchets des navires et d'un camion aspirateur équipé avec des pompes sont montrées ci-dessous.

On peut aussi utiliser un équipement plus évolué comme des camions aspirateurs complets, comme montré ci-dessous.



Les bouges, équipées d'un réservoir de stockage temporaire peuvent être utilisées pour collecter les eaux de cale de navires, les eaux de lavage, les boues et, suivant leur taille, les eaux de nettoyage des réservoirs. Les réservoirs de stockage temporaires peuvent avoir un volume compris approximativement entre 10 et 1000 m³. Des capacités de stockage supérieures ne sont pas habituelles. Les bouges peuvent être équipées avec des séparateurs (décrits dans la section 3.2), afin que la séparation eau pétrole ait lieu à bord. L'eau traitée est alors déchargée. Cette option est, cependant, rarement appliquée.

Il est plus probable qu'on utilisera une barge possédant plusieurs citernes pour la réception de lots de différente qualité provenant de différents navires, stockant ainsi des séquences de 10 à 100 m³ ayant une qualité identique ou similaire dans une même citerne.

Les pipe-line fixes sont appropriées pour les grands volumes de déchet, tels que les eaux de ballast ou les eaux de nettoyage des citernes. Ils peuvent être conçus pour la capacité désirée, allant à moins de 10 m³/h à plusieurs milliers de m³/h, mais une fois que la gamme du flux a été établie, cela détermine les possibilités d'utilisation du pipe-line. Un pipe-line conçu pour 5 m³/h, ne peut supporter 100 m³/h et vice versa. Ils ne sont généralement pas utilisés pour collecter les petits volumes tels que les eaux de lavage de fuel, les eaux de cales ou les boues.

Les camions, les pipe-line fixes et habituellement aussi les bouges (telles que décrites) déchargent les déchets collectés dans des réservoirs de stockage temporaire (fixes) pour traitement.

3.2.1 Sélectionner une méthode de collecte

La sélection des moyens appropriés pour collecter les déchets dans un port dépend des facteurs suivants:

- Le volume des déchets à collecter par navire;
- L'accessibilité des navires par route et par quais, ou seulement par bateau;
- La flexibilité nécessaire aux installations de collecte.

Tableau 4: Caractéristiques de la collecte

Méthode de collecte	Volumes/flux	Accès aux navires	Flexibilité
Camion	Faible	Par route	Grande
Bouge	Petit - Moyenne	Par mer	Moyenne
Pipe-line	Moyenne - large Solution construite	Solution construite	Faible

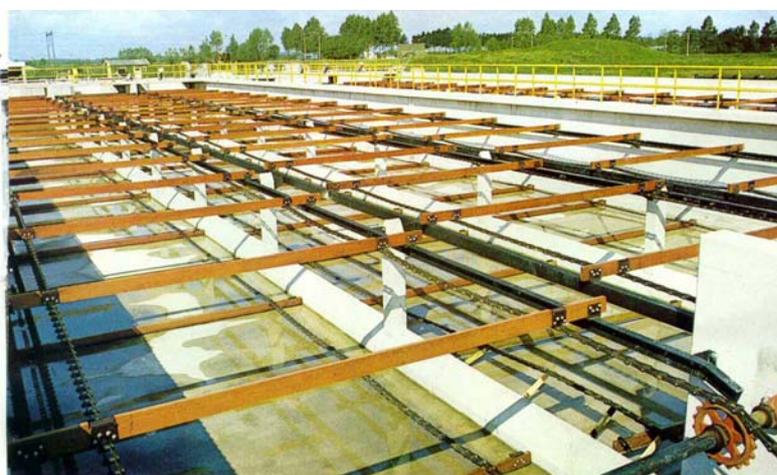
Les coûts sont d'une certaine façon, d'importance secondaire: les moyens de collecte doivent tout d'abord être des moyens appropriés pour un port particulier. Par exemple: Un camion est évidemment bien moins cher qu'une bouge, mais un camion est totalement inutile pour collecter les déchets s'il n'a pas d'accès au navire (navires au movillage, SBM, jetées). Un bouge est capable de recevoir des volumes bien plus grands qu'un camion, mais, encore une fois, est inadaptée si seulement des volumes faibles sont délivrés au port.

3.3 Traitement primaire de suppression du pétrole libre

Comme cela a été expliqué dans le chapitre 3.1, les déchets peuvent contenir du pétrole libre et/ou en émulsion. Un premier traitement est fait afin de supprimer le pétrole libre. Dans cette section plusieurs techniques différentes ont été abordées qui peuvent être utilisées pour enlever le pétrole libre. La première séparation du pétrole, de l'eau et des solides a évidemment lieu dans le réservoir de stockage temporaire. Le pétrole remonte à la surface et les solides se déposent au fond du réservoir. L'efficacité de la séparation est inégale, vu que le remplissage ou le vidage des réservoirs crée des turbulences.

3.3.1 Séparateur API

Un séparateur API est une cuvette rectangulaire, principalement construite en béton, où le phénomène de séparation se produit par gravité. En créant un temps de rétention dans le bassin, les polluants plus légers (pétrole) et plus lourds (solides) que l'eau sont séparés en une écume flottante (pétrole) et une boue de fond (sable et autres solides). Ils sont alors enlevés par un instrument qui gratte le fond pour la boue et un instrument qui supprime l'écume flottante en surface. L'équipement le plus communément utilisé pour la combinaison de ces deux tâches est un mécanisme de grattoir en chaîne. Des instruments plus simples d'écumage du pétrole existent aussi. Les séparateurs API sont souvent utilisés en raffineries, terminal aux pétroliers et installations de déballastage pour les flux élevés.



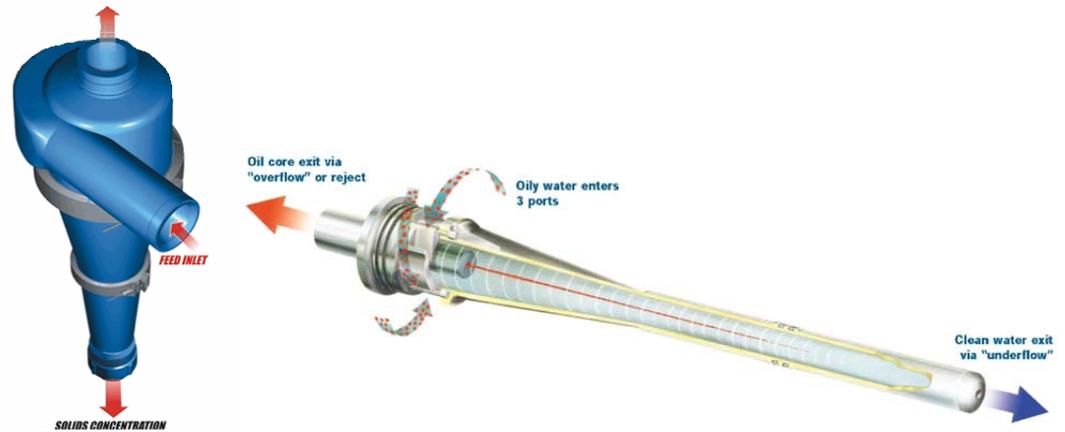
Séparateurs API	Capacité type de l'unité 100 – 600 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole en émulsion	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	physique	physique	physique
Addition de produits chimiques	Non	Non	Non
Efficacité de la purification [%]	90 - 95	0	80 – 95
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	15 - 20	n.d.	20 – 30

3.3.2 Hydrocyclone

Les hydrocyclones sont des séparateurs (à gravité rehaussée) sans éléments en mouvement. La paroi consiste en un cône inversé avec une entrée tangente dans la partie supérieure (diamètre large). Les mouvements rotatoires poussent les solides sur la paroi qui s'échappent alors par le bas du cône, tandis que le liquide propre s'échappe par le haut. Les hydrocyclones sont classés en fonction de par la taille du cône et vont séparer les particules aux échelles moyennes, fines et ultrafines.

Les hydrocyclones peuvent être utilisés pour la séparation eau solide, mais aussi pour la séparation eau pétrole. Plus la différence de densité est grande entre l'eau, le pétrole et les solides, meilleure sera l'efficacité de la séparation. Des exemples types (modèle horizontal et vertical) sont montrés ci-dessous:

Activité B: version finale



L'efficacité des Hydro cyclones est pauvre dans les fluides visqueux avec des composants ayant peu de différence de densité. Les hydrocyclones sont communément utilisés dans l'industrie pétrolière (on- et offshore) pour la séparation des solides ou de pétrole de l'eau. Les unités montrées sur les images ci-dessus contiennent un certain nombre de hydrocyclones dans chaque navire, afin d'augmenter la capacité du traitement et/ou l'efficacité de la séparation.

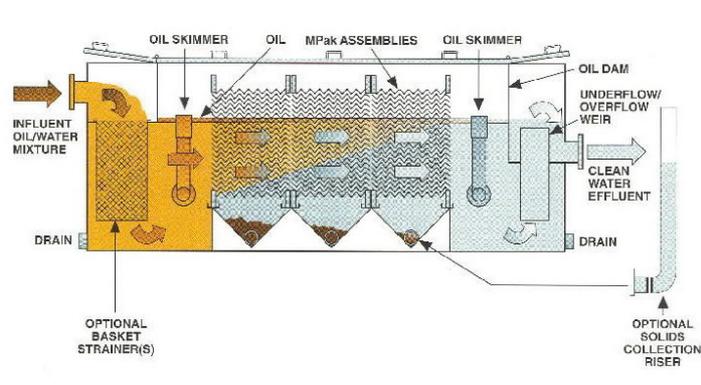
Hydrocyclones	Capacité type de l'unité 1 – 50 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole en emulsion	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	physique	physique	physique
Addition de produits chimiques	Non	Non	Non
Efficacité de la purification [%]	80 - 90	0	90 – 95
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	20 – 30	n.d.	5 – 10

Note: Des unités spéciales d'hydrocyclone peuvent traiter à un taux allant jusqu'à 2,000 m³/h.

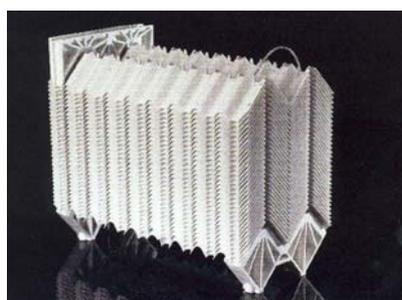
3.3.3 Le séparateur plaque coalesçant

Le séparateur plaques coalesçant est un réservoir rectangulaire en acier qui est équipé d'un paquet de plaques ondulées. Ces plaques sont principalement faites en plastique et métal et augmentent l'efficacité de la séparation par une stimulation de la coalescence des petites gouttelettes en des gouttelettes plus grandes qui sont séparé plus facilement.

Ils sont capables de séparer le pétrole en unités bien plus homogènes qu'un séparateur API conçu pour le même débit et la même efficacité. Les particules solides sont séparées au fond du système.



Les séparateurs API décrits dans la section 3.3.1 peuvent être complétés avec des paquets de plaques afin d'augmenter l'efficacité de la séparation.



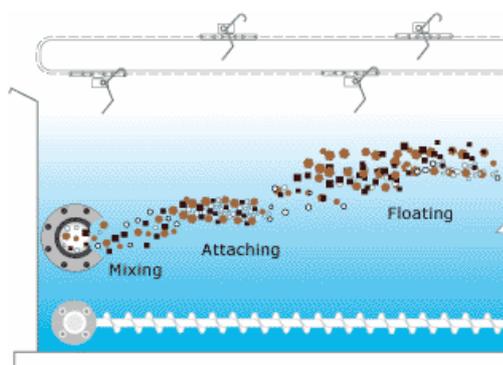
L'utilisation de séparateurs à plaque coalescente est appropriée pour les flux d'eau contenant de hydroc avec un taux très faible d'impuretés. Ces unités sont capables de traiter des échelles faibles à moyennes. Pour des flux plus élevés, on utilise une conception modulaire, c'est-à-dire que plusieurs unités opèrent en parallèle.

Séparateurs à plaque coalesçante	Capacité type de l'unité 15 – 250 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole en émulsion	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	physique	physique	physique
Addition de produits chimiques	Non	Non	Non
Efficacité de la purification [%]	90 - 95	0 - 10	90 – 95
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	10 – 15	10 – 15	5 – 10

3.3.4 Flottation à air induit

Le principe de la flottation à air induit (ou IAF en anglais), est la dispersion des petites bulles dans les eaux polluées qui adhèrent aux gouttelettes de pétrole et aux solides en suspension. Le pétrole et les solides montent en surface pour former une écume légère ou ils sont collectés et supprimés par mécanisme de grattoir. La boue produite a un très grand contenu en eau (typiquement 96%) et nécessite d'autres traitements pour séparer le pétrole et l'eau. Cela est habituellement fait en centrifugeuse comme décrit plus loin dans ce chapitre.

Un IAF est généralement utilise sans ajouts chimiques à l'eau, constitue une technologie fréquemment utilisée dans les stations de déballastage, et sont disponibles pour des grands flux. Un IAF ne sépare pas le pétrole émulsifié.



Unités IAF	Capacité type de l'unité 50 – 500 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole en émulsion	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	physique	physique	physique
Addition de produits chimiques	Non	Non	Non
Efficacité de la purification [%]	80 – 90	0	90 - 98
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	5 – 10	n.d.	5 – 10

3.3.5 Filtres de type coalesceur

Les filtres de type coalesceur contiennent des cartouches de matériel filtrant qui entraînent la coalescence des petites gouttelettes en plus grosses gouttelettes. A la suite de cela, le pétrole est séparé de l'eau. Ils sont aussi utilisés pour l'extraction de l'eau du pétrole, par exemple dans les systèmes d'huile lubrifiante. Un exemple type contenant plusieurs coalesceurs opérant en parallèle, est montré ci-dessous. Les filtres de type coalesceur fonctionnent bien pour le pétrole libre mais a un effet limité sur les émulsions de pétrole.



Filter coalescers	Capacité type de l'unité 5 – 500 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole libre	Pétrole libre
Procédé (chimique/physique)	Physical	Physical	physical
Addition de produits chimiques	No	No	No
Efficacité de la purification [%]	95 - 98	0 - 20	0
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	5 – 10	n.d.	n.d.

3.4 Traitement secondaire pour supprimer le pétrole en émulsion

Les eaux de nettoyage des citernes et les eaux de cale contiendront du pétrole mis en émulsion chimiquement ou mécaniquement. Ainsi, les techniques qui enlèvent le pétrole libre montreront une faible performance sur ces déchets. Tandis que ces techniques peuvent être utilisées en tant que prétraitement, d'autres traitements sont nécessaires pour obtenir un effluent qui puisse être déchargé.

3.4.1 Coagulation - floculation

Une bien meilleure qualité d'effluent peut être atteinte en cassant l'émulsion en appliquant coagulation et floculation. Dans ce but, des produits chimiques sont ajoutés aux eaux polluées. Les particules de pétrole en émulsion et les solides forment des agrégations plus larges qui sont ensuite séparées habituellement par flottation. Les sels inorganiques tels que le chlorure de fer ou d'aluminium, le sulfate de fer, la chaux, l'hydroxyde de sodium ou les polymères organiques sont les coagulants les plus communs. Suivant le coagulant, ils sont disponibles commercialement en solutions concentrées, nécessitant dilution avant addition aux eaux polluées ou en poudre, qui doivent être dissoutes avant usage. Le mélange des composés chimiques avec les eaux polluées peut se faire dans des réservoirs de coagulation/floculation, des mixeurs en chaîne ou des floculateurs en tuyaux (un élément pour mixer se branchant sur le flux de liquide et n'ayant pas de partie en mouvement).

3.4.2 Flottation à air dissous

La flottation à air dissous (DAF en anglais) est un système de flottation pour lequel, en comparaison avec le system IAF les bulles d'air dans l'eau sont substantiellement plus petites. Ces toutes petites bulles garantissent une séparation plus efficace. Pour un pré conditionnement des eaux polluées ayant des performances optimales pour la coagulation, la flottation est presque toujours utilisé.

Les bulles d'air sont générées en saturant un petit flux continu d'eau clarifiée avec de l'air provenant d'un petit compresseur à la pression approximative de 6 bar. Le liquide/gaz sous pression est alors injecté dans le réservoir de flottation et la chute brutale de pression crée un nuage de bulles très fines. Elles s'attachent aux floculés pétrole/solide, qui montent à la surface de l'eau dans le réservoir de flottation, et forment une couche flottante. Une écumoire enlève la mousse, avec 5% type de solides et de pétrole, vers l'endroit de déchargement et l'eau traitée est évacuée.



Une unité DAF peut être équipée avec un pack de plaques (comme décrit dans la section 3.3.3) pour augmenter encore l'efficacité de la séparation et ainsi réduire encore son empreinte.

Unité DAF	Capacité type de l'unité 10 – 500 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole en émulsion	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	Chim./physique	Chem./physique	Physique
Addition de produits chimiques	oui	oui	oui
Efficacité de la purification [%]	95 - 98	95 - 98	95 – 98
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	5 – 10	5 -10	5 – 10

La coagulation/floculation suivie par une unité DAF a d'innombrables applications dans le traitement des eaux polluées industrielles.

3.4.3 Filtration par membrane

La filtration par membrane est une technologie qui a été développée au cours des deux dernières décennies pour l'eau et le traitement des eaux polluées. Les systèmes de filtration par membrane peuvent être classés ainsi: la microfiltration (MF), l'ultrafiltration (UF), la nano filtration (NF) et l'osmose inverse (RO). Les membranes de Microfiltration ont des pores relativement larges, l'UF et la NF séparent les particules les plus petites et le RO est capable de supprimer l'élément dissous (sels). MF et UF sont utilisés pour le traitement des eaux polluées (bien que pas très souvent) et NF est très rarement utilisé. RO est utilisée pour la production d'eau potable et son utilisation pour le traitement des eaux polluées n'est pas justifiée, sauf si un prétraitement extensif (MF ou UF) a été préalablement fait.

La composition des membranes est très diverse, principalement des polymères comme la cellulose, le nylon, PTFE, mais les membranes peuvent aussi être en céramique. Les membranes sont fabriquées dans des configurations variées telles que membrane en tube vide de forme tubulaire ou spirale. Les membranes produisent un perméat (ou eau propre) et un retentât (dans lequel se concentre la pollution.) Le retentât, qui peut toujours contenir 98 à 99% d'eau, doit être pris en charge. Suivant le type de membrane et la composition des eaux, le retentât d'une unité de micro ou d'ultra filtration peut constituer 5 à 10% du flux d'eau.

Tandis que la membrane de filtration est capable de prendre en charge une concentration en pétrole de 5ppm ou moins, il faut cependant noter que les membranes n'ont pas été très largement utilisées en application intensive telle que le traitement des eaux polluées et le développement de membranes pour ces applications spécifiques fait toujours l'objet de recherches. Des membranes céramiques spécialement modifiées chimiquement pour le traitement des émulsions pétrole dans l'eau pourrait remplacer dans le commerce le système dans les 5 prochaines années. Les systèmes de membrane souffrent des problèmes de trop-plein et montrent un comportement très mauvaise stabilité du flux d'eau à long terme.

La majorité des utilisations commerciales se fait à bord des navires et ont donc une faible capacité de traitement. Des installations sur mesure, pour des capacités plus grandes, se caractérisent par un investissement plus élevé ou des coûts de maintenance encore plus grand. Les membranes doivent être remplacées tous les 3 à 5 ans.



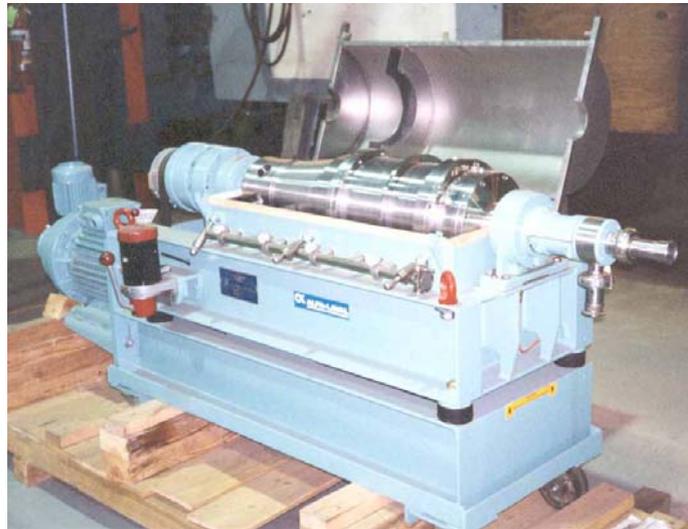
Membrane Filtration	Capacité type de petites unités 1 – 10 m ³ /h		
	Capacité type de grandes unités 10 – 50 m ³ /h		
	Pétrole libre	Pétrole en émulsion	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	Chim./physique	Chim./physique	En prétraitement additionnel
Addition de produits chimiques	Oui	Oui	Oui
Efficacité de la purification [%]	95 – 99	95 - 99	95 - 98
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	5	5	n.a.
Procédé (chimique/physique)	5 – 10	5 – 10	5 – 10

3.5 Traitement du pétrole récupéré

Le traitement du pétrole récupéré et des résidus a pour but de réduire le contenu en eau et en solide du pétrole afin de le rendre réutilisable. Evidemment, la première séparation se produit dans un réservoir de stockage temporaire où l'eau se retrouve au fond et peut être enlevée du réservoir. La séparation entre les solides et l'eau se fait après, par centrifugation.

3.5.1 Les centrifugeuses

Les centrifugeuses décanseuses sont adaptées à la séparation de mélange entre l'eau et les solides en deux ou trois phases. La centrifugeuse décanseuse continue est bien adaptée pour l'extraction d'eau des boues, bien qu'il soit impossible d'éviter l'entraînement d'une certaine quantité de pétrole dans le centre. Les centrifugeuses de décansement peuvent être utilisées pour le traitement du mazout, des eaux de sale provenant du pétrole brute et de lavage et de toutes sorte d'huiles de navire.



Les centrifugeuses décanseuses sont alimentées par des pompes à flux variable. La Floculation est menée en séquence, c'est à dire par introduction directe de la solution de polymère dans ligne de boue juste avant l'introduction dans la centrifuge. Des décanseurs en cône peu profonds sont utilisés pour clarifier le liquide, extraire l'eau des solides la classification et la séparation en trois phases (deux liquides et une solide). Le décanseur décharge toutes les phases de façon continue. Des flux variables peuvent être pris en charge en ajustant la vitesse différentielle du système.

Centrifugeuses décanseuses	Capacité type de l'unité ⁵ – 50 m ³ /h		
	Eau extraite du pétrole libre	Eau du pétrole en émulsion	Solides en suspension du pétrole
Procédé (chimique/physique)	physique	Chim./physique	physique
Addition de produits chimiques	Oui	Oui	Oui
Efficacité de la purification [%]	60 – 90	10 - 30	80 - 90
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	Eau/pétrole /boue	Eau/pétrole /boue	Eau/pétrole /boue

Un autre type est la centrifugeuse bol disque. Un système de traitement des boues inclue habituellement un système de chauffage, des pompes d'alimentation, les transporteurs des matériaux, les séparateurs. Plusieurs centrifuges peuvent être installées en parallèle afin d'augmenter la capacité totale de traitement.



Centrifugeuses Bol Disque	Capacité type de l'unité 5 – 10 m ³ /h		
	Eau extraite du pétrole libre	Eau du pétrole en émulsion	Solides en suspension du pétrole
Procédé (chimique/physique)	physique	Chim./physique	physique
Addition de produits chimiques	Yes	yes	yes
Efficacité de la purification [%]	60 – 90	40 - 80	90 - 95
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	Eau/pétrole	Eau/pétrole	Eau/pétrole

3.5.2 Déshydratation sous vide

L'eau provenant du pétrole est aussi enlevée par déshydratation sous vide. Ces systèmes sont principalement utilisés pour la purification du pétrole. Il sont conçus pour extraire les eaux libres, en émulsion et dissous es ainsi que les contaminations de particules et de gaz provenant du pétrole et des huiles synthétiques.



Vu que cette technologie est spécialement conçue pour le traitement du fioul avec une composition d'alimentation constante, elle n'est pas considérée comme étant utilisable pour le traitement de mélange de déchets de pétrole avec une large variation de composition. Il n'est donc pas nécessaire de faire une évaluation plus poussée.

3.6 Extraction des boues résiduelles

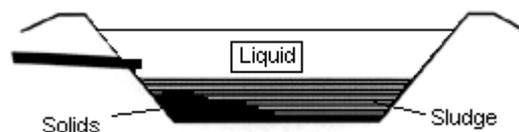
Les boues, telles les boues qui se trouvent au fonds des citernes et en particulier les boues provenant des procédés de séparation (séparateur API, séparateurs à plaque coalesçant, les unités de flottation qui peuvent contenir jusqu'à 95% d'eau) sont presque toujours libérés de leur eau avant la prise en charge finale. Un certain nombre de méthodes sont fréquemment utilisées.

3.6.1 Les bassins

L'eau des boues peut être extraite au cours de leur stockage dans des bassins construits dans les dépressions naturelles de terrain ou avec des digues en terre. Afin d'éviter les dangers pour l'environnement et la santé publique, les bassins doivent être construits avec du géotextile fermé, placé sur une couche d'argile. Une tranchée de sécurité doit être creusée autour des bassins et les bords du bassins bloqués en place et approximativement 0.5 m de sol doit être remplacé pour protéger ce qui couvre.



L'extraction d'eau est le résultat de la séparation physique selon le poids spécifique et l'évaporation des liquides (au cours d'une période plus longue). La suppression des liquides libres du bassin peut être réalisée facilement en pompant par la surface tandis que les sédiments peuvent être supprimés par creusement ou dragage. Le nettoyage des bassins à intervalle régulier (suppression des sédiments) est nécessaire.





bassins			
	Pétrole libre	Autres liquides	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	Physique	Physique	Physique
Addition de produits chimiques	Non	Non	Non
Efficacité de la purification [%]	Petr. /eau/boue	Petr. /eau/boue	Petr. /eau/boue
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	Imprévisible	Imprévisible	Imprévisible

3.6.2 Lits de séchage des boues

Les lits de séchage ouverts peut est être considérés comme des «bassins avec installation de drainage». Le drain est habituellement fait en sable recouvrant du gravier grossier reposant sur les collecteurs de drain. Les fluides sont retirés via le drain et d'autre part évaporés de la couche de surface. Ils sont largement répandus dans les zones tropicales car ils ont l'avantage aussi bien de sécher que d'extraire l'eau et ne requièrent virtuellement aucun équipement mécanique. Les performances et l'utilisation des lits de séchage sont cependant affectées par un certain nombre de facteurs incluant:

- Les conditions climatiques;
- Les caractéristiques des boues;
- La valeur des terrains et la proximité des habitations.



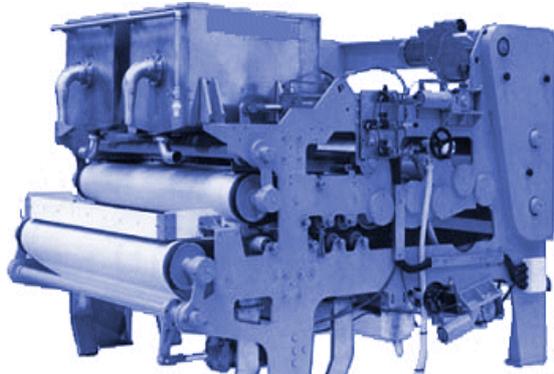
Les lits de séchage ne sont pas particulièrement adaptés pour les boues mazoutées car le séchage et le drainage sont lents et le drain peut se retrouver bouche par du pétrole.

Lits de séchage			
	Pétrole libre	Autres liquides	Solides en suspension
Procédé (chimique/physique)	Physique	Physique	Physique
Addition de produits chimiques	Non	Non	Non
Efficacité de la purification [%]	Petr. /eau/boue	Petr. /eau/boue	Petr. /eau/boue
Qualité type de l'effluent (pétrole) [mg/l]	Imprévisible	Imprévisible	Imprévisible

3.6.3 Equipement mécanique de d'extraction de l'eau des boues

Comme déjà décrit dans la section 3.5.1, les **centrifugeuses décanseuses** sont souvent utilisées pour l'extraction de l'eau des boues (contenant de hydroc). De plus, la méthode de filtration est fréquemment utilisée pour l'extraction de l'eau des boues. La filtration peut consister en un drainage à travers un lit de sable (lit de séchage) ou elle peut être mécanique, sous pression ou sous vide, ce qui nécessite un équipement plus compliqué. Les techniques les plus avancées sont le séchage par chauffage et par évaporation.

En utilisant continuellement permanente les **presses à filtre ceinture**, ou eu opérant par lot, les **presses à filtre** utilisent la fabrique de filtres pour la séparation de liquides et de solides. Ces fabriques sont en connexion avec les boues contaminées par la pétrole, sujets à de sévères bouchons qui ne peuvent être évités que par l'addition de matériels de conditionnement. Le conditionnement rajoutera approximativement 100 à 200% de solide au flux de boue original.



Une autre technique fréquemment utilisée est le **filtre sous vide**



Un filtre sous vide consiste en un cylindre troué couvert d'un milieu filtrant composé de textiles, plastiques ou acier. Tandis que le cylindre tourne, un vide est appliqué à une section du cylindre immergé dans la boue humide. En augmentant le vide, l'eau est envoyée à travers le milieu filtrant, laissant la boue sous la forme d'un gâteau qui est déchargé après une révolution.

Toutes ces techniques de filtration ont le sérieux désavantage qu'une quantité substantielle de produits chimiques doit être ajoutée et le textile du filtre est régulièrement bouché par le pétrole. Cela résulte en des coûts élevés de maintenance et d'exploitation, et ces techniques ne sont donc pas évaluées en détail.

Le séchage thermique réduit l'humidité d'environ 10%, ce qui est bien moins de ce qui peut être atteint dans le séchage des boues par lit de séchage, centrifugeuses ou par filtration sous vide. Les équipements sont:

- Des fours en rotation;
- Flash dryers.



Comme le séchage thermique est très cher en terme d'investissement de capital et de coût opérationnel, ce système n'est pas considéré comme une technologie réalisable pour le traitement et la suppression des déchets liquides des navires. Le séchage thermique des déchets avant leur suppression finale n'est pas très répandu, même dans les pays industrialisés.

3.7 Facteurs déterminants pour sélectionner une technologie de traitement

3.7.1 Critères de Sélection

Dans cette section, les alternatives possibles de modification du procédé sont évaluées. Nous avons appliqué une approche structure, prenant en compte plusieurs critères pertinents:

- A. Les technologies ayant fait leurs preuves (une technologie communément utilisée pour des applications similaires);
- B. La qualité de l'effluent pouvant être atteinte;
- C. La maintenance requise (doit être faible);
- D. La consommation des installations (doit être faible);
- E. Les contraintes de terrain (doit être faible);
- F. Les coûts des investissements (doit être faible).

L'aspect visant la qualité de l'effluent sera différencié suivant le type de pétrole et une technologie particulière. Comme exemple: un séparateur API fonctionne correctement avec le pétrole libre (pour lequel il peut être appliqué) mais pas pour du pétrole en émulsion (pour lequel on ne peut pas l'appliquer). Il est alors important d'identifier quels types de technologie de traitement fonctionnent pour quel type de pétrole. Les résultats de l'identification sont résumés ci-dessous. Il faut souligner que les conditions locales ne sont pas prises en compte.

3.7.2 Sélection des technologies

Le tableau 5 résume les caractéristiques du type de technologie de traitement telles qu'elles ont été discutées dans les sections précédentes.

Tableau 5: Adéquation du traitement en fonction des composants du pétrole

Technologie	Résultats de traitement sur:			
	Pétrole libre	Émulsions créées mécaniquement	Emulsions chimiques stables du pétrole dans l'eau	Emulsions chimiques stables de l'eau dans le pétrole + solides en suspension
Séparateur API	++	-	--	--
Hydrocyclone	+	-	--	--
Plaque coalesçant	++	++	-	-
Filtre coalesçant	+	++	-	-
IAF	++	+	-	-
Traitement Chim. + IAF	++	++	+	+
DAF	++	+	+/-	+/-

Technologie	Résultats de traitement sur:			
	Pétrole libre	Émulsions créées mécaniquement	Emulsions chimiques stables du pétrole dans l'eau	Emulsions chimiques stables de l'eau dans le pétrole + solides en suspension
Traitement Chim.+ DAF	++	++	++	++
Membrane Filtration	++	++	++	+
Centrifugeuse décanteuse (+ produits chim.)	+	+	++	++
Centrifugeuse bol Disque (+produits chim.)	+	+	++	++

-.-: n'atteint pas les objectifs

-: atteint les objectifs minimum

+: atteint les objectifs

++: dépassent les objectifs

Les Technologies caractérisées un '+' et '++' sont évaluées dans les tableaux qui suivent. Ensuite, un certain nombre de techniques de traitement des boues, comme le décrit la section 3.6 et plus tard la section 6, ont été elles aussi évaluées.

Notez s'il vous plaît que '++' sur une technologie ayant fait ses preuves peut être interprété comme «beaucoup de références, utilisé communément» et '+' sur un effluent de concentration faible en pétrole signifie «bien en dessous des concentrations acceptées pour décharger.»

Tableau 6: Technologies pour la suppression du pétrole libre

Technologie de suppression du pétrole	Critères de qualité					
	Technologie prouvée	Concentration faible dans l'effluent	Faible maintenance	Faible consommation des ressources	Faible surface	Faibles coûts d'investissement
Séparateur API	++	-	++	+	- -	-
Hydrocyclone	-	-	++	++	++	+
Plaque coalesçant	+	+	+	+	+	+
Philtre coalesçant	+	+	-	+	+	+
IAF	+	++	-	-	-	-
Traitement Chim.	+	++	+	- -	-	-

Technologie de suppression du pétrole	Critères de qualité					
	Technologie prouvée	Concentration faible dans l'effluent	Faible maintenance	Faible consommation des ressources	Faible surface	Faibles coûts d'investissement
+ IAF						
DAF	+	++	-	-	-	-
Traitement Chim.+ DAF	+	++	+	..	-	-
Membrane Filtration	..	++	..	-	+	..
Centrifugeuse décanteuse (+ produits chim.)	..	-	-	-	-	-
Centrifugeuse bol Disque (+produits chim.)	..	+	-	-	-	-

Tableau 7: Technologies pour la suppression du pétrole en émulsions

Technologies pour la suppression du pétrole en émulsions	Critères de qualité					
	Technologie prouvée	Concentration faible dans l'effluent	Faible maintenance	Faible consommation des ressources	Faible surface	Faibles coûts d'investissement
Séparateur API	+	-	++	++	+	+
Hydro cyclone	+	-	+	++	+	+
Plaque coalesçante	+	-	+	++	+	-
Philtre coalesçant	++	+	+	-	+	-
IAF	+	+	+	-	+	-
Traitement Chim. + IAF	++	++	+	-	+	-
DAF	-	++	-	+	+	..
Traitement Chim.+ DAF	..	-	-	-	-	-
Membrane Filtration	..	-	-	-	-	-

Tableau 8: Technologies pour l'extraction de l'eau dans le pétrole

	Critères de qualité					
Technologies pour l'extraction de l'eau dans le pétrole	Technologie prouvée	Concentration faible dans l'effluent	Faible maintenance	Faible consommation des ressources	Faible surface	Faibles coûts d'investissement
Centrifugeuse décanteuse	++	-	+	+	+	+
Centrifugeuse bol disque	++	+	-	+	+	-

Tableau 9: Technologie pour l'extraction de l'eau des boues

	Critères de qualité					
Technologie pour l'extraction de l'eau des boues	Technologie prouvée	Concentration faible dans l'effluent	Faible maintenance	Faible consommation des ressources	Faible surface	Faibles coûts d'investissement
Centrifugeuse décanteuse	++	+	-	+	+	-
Centrifugeuse bol disque	+	+	-	+	+	-
IAF incl. trait. chimique	+	-	-	-	-	-
DAF incl. trait. chimique	++	-	-	-	-	+
Filtre ceinture Press	--	+	--	--	+	-
Filtres plaques Press	--	+	--	--	-	-
Filtre à vide	--	+	--	-	+	-
Four rotatoire	+	++	-	--	-	--
Séchoirs flash	-	++	--	--	-	--
Bassins	+	++	+	++	++	-
Lit de Séchage	+	+	+	++	++	-

3.8 Evaluation des techniques concernées

L'évaluation d'une technique de traitement potentielle est basée sur les critères (de A à F) tels qu décrits dans le paragraphe 3.7.2 et les facteurs de pondération sont définis ci-dessous. Les facteurs de poids sont basés sur le jugement d'experts provenant de l'expérience dans des projets similaires.

Le score par critère utilisé dans l'évaluation, est divisé en 4 niveaux tels qu'il suit:

- 2 inadéquate
- 1 pauvre
- +1 bon
- +2 Très bon

Le score total a été compté et multiplié par les facteurs de pondération suivants:

Critères	Facteurs de pondération [%]
A Technologie ayant fait ses preuves	30
B Effluent à faible contenu en eau/pétrole	20
C Faible maintenance	10
D Faible consommation des ressources	10
E Faibles espaces nécessaires	10
F Faibles coûts d'investissement	20
Total	100

Le score total est déterminé en utilisant cette équation:

$$\text{Total score} = \sum_{i=A}^F \text{score}_i \times \text{weighing factor}_i$$

Les résultats sont présentés dans le tableau 10.

Basé sur les résultats présentés dans le tableau 9, les techniques suivantes ont été évaluées comme étant adaptées aux installations de réception et de traitement des déchets contenant des hydrocarbures de navires.

Tableau 11: Evaluation des résultats

Source	Traitement	Technologie
Eau de ballasts	Suppression du pétrole libre	Plaques Coalesçantes
Eaux de nettoyage	Suppression du pétrole en émulsion	DAF + Flocculation
Flaques de pétrole	Suppression de l'eau du pétrole	Centrifugeuse décanteuse
Traitement des boues	Extraction de l'eau des boues	Bassins

4 Recyclage et élimination finale des déchets

4.1 Types de déchets pour le recyclage et l'élimination finale

Le traitement des déchets contenant de hydrocutions et des ordures de navires conduit finalement à un nombre limité de résidus qui peuvent être recyclés ou - si le recyclage n'est pas possible - pour lesquels un moyen de prise en charge définitive doit être trouvé.

Le pétrole les hydrocutions

Ce qui est récupéré peut être mélangé avec du pétrole d'extraction ou pour une utilisation dans les navires ou les systèmes de combustion d'usine. Il peut être utilisé en temps que fioul de basse qualité et brûlé dans des usines d'asphalte, ciment et fours à chaux ou incinérateurs de déchets, utilisant ainsi sa valeur calorifique. Le pétrole récupéré peut aussi être re-raffiné.

Les boues

Les boues provenant des traitements des eaux sales peuvent être séchées avant leur entreposage final afin de réduire le volume et de produire un déchet qui est facile à manipuler. Les boues provenant des unités de traitement des déchets (industriels) sont pratiquement toujours non recyclables et doivent être entreposées. Ce séchage peut consister en un certain nombre d'étapes:

- Elimination de l'eau par évaporation naturelle
- Elimination de l'eau mécaniquement
- Séchage thermique
- Incinération

Le chapitre 3.6 décrit plusieurs possibilités pour l'élimination de l'eau dans les boues générées par le traitement des déchets de navires. Tandis que les boues ainsi traitées auront une consistance solide ou semi solide, elles peuvent encore contenir entre 50% et 80% de la masse totale. Il existe des options techniques disponibles pour réduire d'avantage la quantité d'eau dans les boues (déjà traitées), c'est à dire le séchage et l'incinération. Ces options sont discutées dans le chapitre 4.3 ci-dessous.

Le traitement des boues par séchage à chaud et incinération s'applique généralement aux boues dont l'eau a déjà été partiellement enlevée mécaniquement (le contenu en eau doit être <50%). Le séchage thermique réduit le contenu en eau des boues à un niveau très bas. L'incinération non seulement élimine le contenu en eau des boues, mais entraîne aussi la combustion des matières organiques contenues par ces boues. La cendre, consistant en la fraction inorganique non combustible des boues, reste et doit être entreposée. L'incinération inclut, bien entendu, une phase de séchage, mais vu qu'elle utilise la valeur calorifique des substances organiques des boues, elle demande moins d'énergie qu'un séchage par chauffage. Pour cette raison, le séchage par chauffage est seulement à considérer si le produit final peut être utilisé et mis sur le marché dans un processus industriel (ou si le coût de stockage est si élevé que les coûts de séchage sont compensés par la réduction des coûts d'entreposage, ce qui est rarement le cas). S'il n'y a aucun marché pour de tels produits la mise en élimination directe ou l'incinération est les options les plus réalisables pour le traitement des boues.

Les ordures solides

Les ordures solides non séparées peuvent être incinérées afin d'obtenir une réduction substantielle de volume ou peuvent être envoyés en décharge. Des fractions séparées d'ordures solides peuvent être

redirigées dans des procédés de recyclage.

La meilleure option pour l'élimination finale des déchets est le stockage dans une décharge contrôlée.

4.2 Les options de recyclage

4.2.1 Les ordures

Le recyclage consiste à utiliser des déchets de matériaux comme source de matériel brut. Il s'agit par exemple de cannettes d'aluminium, pièces de métal, plastiques, verre ou papier. L'Activité A rapporte que dans tous les ports les déchets des navires sont mis en décharge (à l'exception de Damiette), et aucune information supplémentaire n'est présentée pour des schémas de recyclage des déchets. Un aperçu des quantités d'ordures provenant des navires dans chaque port, comme rapporté dans l'activité A, est présenté en Appendice B. On peut en conclure que les ordures alimentaires constituent la plus grande partie du volume total d'ordures reçues.

Une difficulté particulière avec les ordures alimentaires peut être que débarquer ces déchets du navire est parfois officiellement interdit par des règles sur la santé publique ou par des règles vétérinaires. Le rapport de l'Activité A ne fournit aucune information à ce sujet. La situation suivante peut se produire:

- Les ordures alimentaires ne peuvent être réceptionnées selon les réglementations vétérinaires ou de santé publique qui s'appliquent.
- Si, cependant, les ordures alimentaires sont délivrées par des navires, l'incinération est la seule technologie qui garantit la suppression de tout risque sanitaire ou vétérinaire;
- Dans la pratique, les ordures alimentaires sont réceptionnées (séparés ou mélangés avec d'autres ordures) et sont menés à la décharge.

Les types de d'ordures de navire ne sont présents qu'en si faible quantité qu'il n'y a aucune justification pour proposer des options de séparation et de recyclage pour les ordures provenant exclusivement des navires. Pour tout port, c'est une option réalisable seulement si il existe déjà des installations de séparation et de recyclage des ordures provenant de sources déjà existantes (municipales) de déchets basées à terre. Vu qu'il ne semble pas que ce soit le cas, il est inutile d'élaborer des options de séparation et de recyclage des ordures. Cependant, en complément, dans l'annexe C, quelques informations sont présentées sur les méthodes de séparation.

4.2.2 Pétrole les hydrocarbures

Les déchets de contenant de pétrole les hydrocarbures peuvent être réutilisés à des fins variées, suivant la composition et les contraintes de qualité. Les rapports sur les Activités A et C soulignent plusieurs options :

- Mélange avec du pétrole les hydrocarbures d'extraction;
 - Utilisation comme Fuel secondaire dans les fours à ciment, les chauffe eau etc.
 - Re-raffinage.
-

Concernant les options d'entreposage final pour le pétrole, la situation décrite dans les Activités A et C fournit des informations utiles. Dans certains pays, un schéma pour la collecte et le traitement des déchets de pétrole existe, par exemple en Tunisie, à Chypre ou à Malte. Dans plusieurs autres ports, une raffinerie est susceptible d'accepter le pétrole récupéré. Aussi souvent que possible, le stockage final des déchets d'hydrocarbures des navires doit se faire selon les procédés de traitement et de stockage final déjà existants, vu que ce sera de loin, l'option la moins chère.

En annexe D un calcul simplifié a été fait sur les volumes de pétrole (potentiellement) récupérable, basé sur la composition moyenne des déchets contenant de hydrocutions. On en déduit rapidement que, en particulier pour les ports où un chemin à suivre pour le traitement du pétrole n'a pas encore été identifié, les volumes sont petits et ne justifient pas une unité de traitement (telle qu'une unité de distillation). Notre approche à ce sujet, concernant la conception des installations de traitement dans chaque port est élaborée plus loin dans le chapitre 5.1.

4.3 Traitement et entreposage final

4.3.1 Séchage

Avant que le séchage thermique ne soit effectif, l'eau doit être évacuée mécaniquement. Un certain nombre de technique pour l'élimination de l'eau sont déjà présentées dans la section 3.6 à propos du traitement des boues (filtres à vide, presses sur filtre, bassins et lits de séchage des boues).

Les installations de séchage ont été brièvement abordées dans le chapitre 3.6.3 comme alternative à l'élimination mécanique de l'eau. De tels systèmes peuvent être conçus pour un fonctionnement par sequence ou en continu. L'un des systèmes principalement utilisé est le système de lit fluide comme montré ci-dessous. Il est nécessaire d'avoir une capacité d'évaporation adéquate afin d'obtenir un rendement maximal dans des conditions de chargement en pic. Le taux d'évaporation est le paramètre le plus important dans la description des caractéristiques d'un système de séchage thermique.



Une autre technologie de séchage des boues consiste en un tambour de séchage rotatif tel que le montre la photographie suivante



Les tailles standards des sécheuses sont basées sur les taux d'évaporation d'une ou plusieurs tonnes par heure. Le séchage résulte en une réduction de volume des déchets à éliminer mais n'a pas d'autres avantages.

4.3.2 Les incinérateurs

Afin de réduire le volume des déchets dans un processus de combustion contrôlée, les incinérateurs sont habituellement utilisés en fonctionnement par séquence ou en fonctionnement continu. Ils sont disponibles dans le commerce, couvrant une large gamme de capacités, à partir d'environ 50 kg/jour jusqu'à plusieurs dizaines de tonnes, voir même plus. Suivant la taille de l'unité d'incinération, des systèmes peuvent être ajoutés comme la récupération de chaleur, la génération d'électricité et le traitement des gaz d'échappement. Les incinérateurs doivent de préférence être utilisés pour des opérations continues. Brûler des déchets à très haute température détruit les composants chimiques dangereux tels que les PCB. La cendre est entreposée dans une décharge. Plusieurs exemples d'incinérateurs sont montrés ci-dessous, d'une capacité très petite à une capacité moyenne. Des systèmes bien plus gros existent.

Les petits incinérateurs ne sont pas équipés de traitement des gaz d'échappement et émettent simplement de la fumée à travers un court tuyau. Les grandes unités doivent être équipées de traitement des gaz d'échappement, pour lesquels une variété de techniques est mise en combinaison, tels que les filtres électrostatiques, les filtres à charbon actifs et DeNOx. Le traitement des gaz d'échappement enlève une grande variété de polluants s'échappant par le tuyau. Il faut cependant noter que de tels incinérateurs à gros volumes est extrêmement chers (plusieurs millions d'euros) et approximativement 30 à 50 % de l'investissement va dans le traitement des gaz d'échappement.

Activité B: version finale



4.3.3 Les décharges

Bien que les réductions à la source, la réutilisation et l'incinération peuvent réduire le volume de déchets à éliminer, les décharges sont dans beaucoup de cas l'option d'élimination.



Les décharges modernes contrôlées sont des installations bien conçues qui comprennent:

- Un système de mesure des eaux souterraines;
- Des couches imperméables (géotextiles) pour empêcher les liquides pollués de pénétrer le sol et les eaux souterraines;
- Un système de drainage et le traitement des liquides pollués;
- Un système d'extraction des gaz;
- Le recouvrement des sections qui sont remplies.

A l'autre bout de l'échelle se trouvent les sites de décharge incontrôlés utilisés sans supervision ou et sans systèmes techniques empêchant la pollution du sol ou des eaux souterraines.

4.4 Facteurs déterminants pour la sélection des options d'élimination en charge finale des déchets

Les options décrites dans ce chapitre sont évaluées suivant les critères suivants :

- A. Une technologie ayant fait ses preuves (Une technologie communément utilisée pour des applications similaires);
- B. L'impact environnemental;
- C. La maintenance nécessaire (doit être faible);
- D. La consommation de ressources (doit être faible);
- E. Les contraintes d'espace (doit être faible);
- F. Le coût des investissements (doit être faible).

Tableau 12: Technologies pour la suppression des ordures solides

Technologies pour la suppression des ordures solides	Critères de qualité					
	Technol éprouv.	Impact environnement	Faible mainten.	Faible consom. ressources.	Prend peu de place	Faibles investis.
Séchage	-	+	--	--	+	--
Incinération	++	+	--	-	+	--
Décharge non contrôlée	++	--	++	++	-	++
Décharge contrôlée	++	+	+	+	-	+

Légende

- .-: n'atteint pas les objectifs
- : n'atteint que les objectifs minimums
- +: atteint les objectifs
- ++: va au delà des objectifs

Lorsque l'analyse à multicritères se fait telle qu'elle est décrite dans le chapitre 3.8, les résultats sont les suivants.

Le score par critère utilisé dans l'évaluation, divisé en 4 niveaux, est tel ce qui suit:

- 2 Inadéquat
- 1 Pauvre
- +1 Bon
- +2 Très bon

Le score total a été compté et multiplié par les facteurs de pondération suivants:

Critère	Poids [%]
A Technologie Eprouvée	10
B Impact environnemental	30
C Faible maintenance	10
D Faible consommation des ressources	10
E Faible espace	10
F Faibles coûts d'investissement	30
Total	100

Tableau 13: Résultat de l'évaluation des technologies de suppression des ordures solides

Tableau	Technique	Facteurs de pondération						Score total	rang
		A	B	C	D	E	E		
		10	30	10	10	10	30		
10	Séchage	-1	1	-2	-2	1	-2	-80	4
	Incineration	2	1	-2	-1	1	-2	-40	3
	Décharge non contrôlée	2	-2	2	2	-1	2	60	2
	Décharge contrôlée	2	1	1	1	-1	1	100	1

La décharge contrôlée apparaît comme la solution la meilleure. La décharge incontrôlée arrive en seconde place. Tebodin a inclus cette option dans son évaluation afin de prouver l'impact des facteurs de pondération: une décharge non contrôlée est peu coûteuse, ne demande quasiment pas de maintenance ou de ressources, mais elle a de sérieux impacts sur l'environnement. Afin d'éviter un malentendu: Tebodin ne recommande certainement pas la décharge non contrôlée.

Il est évident que l'incinération est chère et virtuellement inexistante dans les pays participants à cette étude. Le rapport de l'activité A décrit clairement que, à l'exception de Damiette, les ordures sont emmenés vers une décharge dans tous les ports et il s'agit, de loin, de la solution la moins chère. A chaque fois que cela s'avère possible, les décharges non contrôlées doivent être converties en décharge contrôlée afin d'être au niveau des standards environnementaux. Nous suivrons donc les pratiques existantes telles qu'elles sont décrites dans le rapport de l'Activité A.

5 Les installations proposées

5.1 Considérations générales

Avant d'évaluer quels équipements sont les plus appropriés pour chacun des ports dans chaque pays, un certain nombre de considérations générales s'appliquent.

Le niveau d'adéquation des installations existantes

Au cours des Activités A et C, les informations ont été récoltées en ce qui concerne les installations déjà existantes dans chaque port, et une analyse a été faite pour évaluer si ces installations sont adéquates ou non. Nous adhérons à ces évaluations qui ont été résumées dans le chapitre 2.

Les volumes de déchets et l'exploitation des installations pour les déchets contenant des hydrocarbures

Un des résultats des Activités A et C est une estimation du volume des différents types de déchet dans chacun des ports. Ce résultat est résumé dans annexe A. La capacité de réception est déterminée par le volume maximal de déchet délivré par un navire, et une supposition quant au nombre de navires qui délivrent leurs déchets simultanément. La capacité de traitement, cependant, est déterminée par le flux moyen de déchet. Dans ce but, les volumes moyens journaliers ont été calculés, sur la base des traitements des jours de la semaine, c'est à dire 250 jours par an, ainsi qu'un flux moyen par heure, sur la base de une exploitation de 8 heures par jour des installations de traitement. Les résultats sont présentés dans annexe E. En ce qui concerne leur conception, comme le propose le rapport des Activités A et C pour différents ports, on peut en conclure que:

1. La capacité de prise en charge de la majorité des ports est en générale suffisante pour une semaine de livraison de déchet et suffisante pour traiter les volumes maximum attendus par navire.
2. Les capacités de traitement dépassent de façon significative le flux journalier et sont généralement suffisants pour traiter le volume maximal qui peut être stocké dans le(s) citerne(s) de stockage en un jour.
3. Les mesures nécessaires d'acceptation (afin d'éviter l'écoulement d'un mélange qui ne serait pas séparé) doivent être prises en charge dans la planification de gestion des déchets.

Tebodin est en accord avec les recommandations faites dans les rapports des Activités A et C. En particulier en ce qui concerne la question des capacités de traitement, nous faisons les remarques suivantes:

- La citerne de stockage sera utilisée pour séparer le pétrole libre surnageant. Cela nécessite cependant que le contenu de la citerne (presque plein) doive avoir le temps de décanter. A la suite de quoi, le pétrole sera transféré à une citerne de stockage de pétrole et l'eau polluée est traitée.
 - Le processus se fait sur une période de temps relativement courte, afin d'éviter que les navires ne puissent pas décharger leurs déchets (délais non justifié). Il convient donc d'avoir une marge de sécurité dans la capacité de traitement.
 - La capacité de traitement proposée pour la majorité des ports est autour de 5 à 10 m³/h. Dans de nombreux types de technologie de traitement, ces capacités sont déjà atteintes pour les petits modèles (voire même du plus petit) disponibles dans le commerce. Des capacités de traitement de 1 à 2 m³/h sont dans beaucoup de cas des modèles pilotes ou presque, et nous ne recommandons pas d'installer des unités si petites.
-

Elimination finale des hydrocarbures

Pour plusieurs ports (section 2.1), les installations de réception et de traitement pour les déchets d'hydrocarbures sont recommandées, mais une option d'élimination du pétrole n'est pas abordée, et nous présumons que cela n'a pas été pris en compte en détail dans les activités A et C. Nous voulons insister sur le fait qu'une option d'élimination du pétrole récupéré est une nécessité pour la mise en place des installations de traitement, et ce point se doit de ne pas être oublié. Si aucune possibilité n'est trouvée pour une utilisation du pétrole, les opérations de traitement devront alors s'arrêter lorsque la citerne de stockage du pétrole est pleine, du déchets de pétrole peuvent alors être répandus dans l'environnement, les services de récupération des déchets des navires peuvent se détériorer, et ainsi de suite.

Pour plusieurs autres ports (section 2.1) où des volumes très faibles de déchets sont attendus, des services de collecte limités sont seulement recommandés, sans autre spécification pour les déchets contenant des hydrocarbures qu'ils doivent être déposés dans une installation approuvée. De telles installations ne semblent pas encore exister dans ces ports. Nous comprenons cela, mais nous voulons alors insister sur les dilemmes sous-jacents.

- Fournir un service de réception des déchets aux navires peut être relativement facile, mais les volumes mis en charge qui en résultent (même s'il s'agit seulement de 100 m³ par an) peuvent devenir très rapidement une opération qui n'a plus rien d'environnementale. Les déchets d'hydrocarbures peuvent être collectés contre une taxe, mais ensuite rejettes ou immergés alors sans coûts et sans prendre en compte les conséquences sur l'environnement.
- Une décision peut être alors de ne pas fournir de prestation de récupération des déchets et d'en informer les navires en conséquence. Dans le meilleur des cas, cela peut entraîner que les navires déchargent leurs déchets dans les ports précédents ou les gardent à bord jusqu'au prochain port où des installations existent, et cela est alors bien mieux que d'accepter des déchets sans aucune possibilité de traitement. Dans le pire des cas, cela peut mener à des rejets en mer.

Réception et traitement des ordures

Dans nos recommandations, nous suivrons les pratiques existantes de stockage des déchets, décrites pour les divers ports dans le rapport de l'activité A.

L'impact des conditions locales

Lorsque les différentes options de traitement et d'entreposage final des déchets ont été décrites dans les chapitres 3 et 4, les conditions locales spécifiques n'ont pas été prises en compte, et d'un point de vue technologique, il n'y a pas de raison de le faire. Tandis qu'il est clair que toute installation (ou qu'elle soit) doit être exploitée et maintenue de façon appropriée par des opérateurs formés de façon appropriée, il n'y a pas de conditions locales qui amèneraient à la sélection de différentes technologies dans différents ports et pays. En d'autres mots, par exemple, une unité de Dissolved Air Flotation fonctionnera partout si elle est convenablement utilisée.

Cependant les conditions locales ont bien un impact sur la conception des installations. Il s'agit de la présence ou de l'absence d'installations, équipements et options pour la prise en charge des déchets et cela est traité plus en détail dans les chapitres 5.2 et 5.3, qui visent les installations type.

Collecte des déchets

Les rapports des activités A et C de'orientent les besoins nécessaires pour la collecte des déchets dans les ports, pour des embarcations telles que des pétroliers ou des bouges. Dans le chapitre 5.2, les installations types de traitement seront décrites et des indications de coûts fournies. Cependant, nous avons supposé que la collecte de différents types de déchets ne demande pas d'investissement en équipement, mais que la collecte s'organise avec des contractants privés qui peuvent utiliser leur matériel à d'autres fins.

5.2 Installations type pour déchets contenant des hydrocarbures

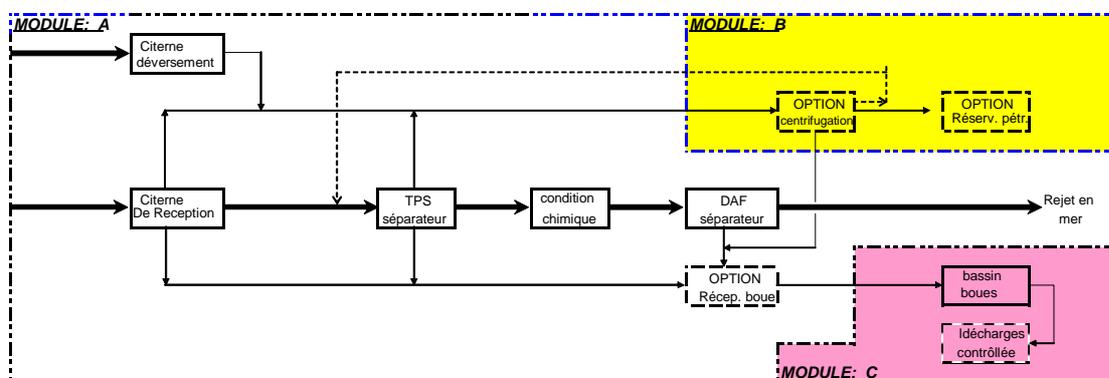
5.2.1 Description

Lorsque l'on reprend les installations proposées pour les déchets contenant de hydrocutions, comme décrit dans le chapitre 2.1, il apparaît que pour plusieurs ports, les conditions sont très proches en ce qui concerne la capacité de stockage temporaire et la capacité de traitement. Le chapitre 3 conduit à des conclusions claires sur les options de traitement qui sont applicables, en tenant compte des critères de sélection qui ont été décrits.

Ainsi, nous décrivons dans cette section les installations types qui peuvent s'appliquer dans un certain nombre de ports. Dans les sections 5.3 à 5.12 qui suivent, les pays et les ports seront individuellement traités. Une installation type de réception et traitement comprend trois blocs élémentaires:

- Module A: Réception et traitement de l'eau contenant des hydrocarbures+ stockage du pétrole récupéré;
- Module B: Traitement des résidus contenant de hydrocutions;
- Module C: extraction de l'eau des boues.

Le module A est nécessaire dans tous les cas où des installations de réception et de traitement de déchets sont établies, les modules B et C sont optionnels comme expliqué ci-dessous. Un diagramme simplifié est montré ci-dessous. L'annexe F fournit des informations détaillées.



Module A: Traitement des eaux contenant des hydrocarbures

Les déchets d'hydrocarbures contenant beaucoup d'eau (eaux de cale, lavage des citernes) sont transférés dans un réservoir de stockage temporaire, équipé avec un écrémateur pour enlever le pétrole séparé. Après un temps suffisamment long dans ce réservoir, la fraction d'eau est enlevée et pompée vers un coalescer en assiette (appelé TPS) afin de supprimer la fraction restante de pétrole libre. Dans certains ports, un séparateur API existe déjà. Si c'est le cas il peut être utilisé pour remplacer le TPS, mais cela n'est recommandé qu'après analyse des équipements afin de savoir si cela s'y prête bien. Pour le moment, nous supposons qu'un nouveau TPS est nécessaire.

L'étape suivante est la coagulation-flocculation. Des pompes ajoutent des produits chimiques à l'eau. Le liquide effluent est alors pompé dans une unité DAF où tous les produits pétroliers en flocon ou solides sont séparés.

Une citerne est prévue pour collecter le pétrole libre récupéré dans la citerne de stockage temporaire et dans le TPS. Les résidus à fort taux d'hydrocarbure sont aussi récupérés dans cette citerne. L'eau qui se décante dans cette citerne est drainée par intermittence et amenée au TPS. Une citerne à de boue est prévue pour récupérer les boues collectées dans le séparateur eau/pétrole et dans l'unité DAF. L'eau effluente ainsi traitée (à moins de 10 ppm typiquement) est alors rejetée dans un égout ou dans la mer.

Module B: Traitement des couches de pétrole

Le module B doit être considéré comme optionnel. Le pétrole peut avoir à atteindre certaines spécifications concernant la concentration en eau et en solides pour un usage ultérieur. Dans ce but, une centrifugation est faite. L'eau qui est séparée (décanteur trois phases) est redirigée vers le TPS, les solides seront transférés vers la citerne à boues et finalement stockés dans une décharge. Le pétrole libéré des solides et de l'eau est stocké dans une autre citerne pour un usage ultérieur.

S'il n'y a cependant pas d'exigence sur la qualité du pétrole, il est inutile de faire de la centrifugation. Les raffineries – et par exemple aussi, les usines à combustion pétrole- ont des systèmes déjà présents pour traiter les déchets de pétrole.

Dans les ports où se trouve une raffinerie, nous avons supposé que la raffinerie accepte de prendre en charge les déchets de pétrole provenant du module A et que le module B n'est pas nécessaire. Dans les ports sans raffinerie, un autre débouché doit être trouvé pour les résidus contenant des hydrocarbures tel qu'une industrie locale qui pourrait être intéressée à utiliser ce fioul pour son chauffage. Nous voulons souligner le fait que le module B ne doit seulement être construit que si sa nécessité a été clairement établie, et cela ne peut se faire qu'après investigation locale. Si finalement il est certain que ce pétrole ne peut être utilisé par personne, il peut être nécessaire d'installer un incinérateur pour les déchets.

Module C: Traitement des boues résiduelles

L'extraction de l'eau des boues obtenues dans les modules A et B, doit se faire avant que le stockage final puisse se faire. Le chemin que nous suggérons pour les boues consiste dans l'extraction d'eau dans des lits de séchage ou dans un bassin, suivie par une décharge contrôlée pour élimination. Les solides restants dans le lit de séchage/bassin sont extraits (une à deux fois par an, par exemple) et transportés dans une décharge existante.

5.2.2 Coûts d'investissement pour installations type de traitement des déchets contenant des hydrocarbures

Pour l'estimation des coûts d'investissement, les hypothèses telles que décrites dans la section 5.2 forment le point de départ. Les capacités types d'unité pour le module A ont été évaluées à

- A-I: Flux de 10 m³/h avec une citerne de réception de 70 m³;
- A-II: Flux de 20 m³/h avec une citerne de réception de 150 m³;
- A-III: Flux de 50 m³/h avec une citerne de réception de 500 m³.

Le module type 'I' correspond à Alger, Arzew & Bethioua, Port Saïd, Beyrouth, Tripoli, La Goulette, Sfax et la baie de Nemrut. Le module type 'II' correspond à Alexandrie & Dhekelia et Nador, tandis que 'III' correspond à Skikda. Pour Hedera, Tartous/Banias, Izmir et Antalaya des recommandations spécifiques sont à considérer qui seront expliquées dans la section spécifique aux pays, plus loin dans ce chapitre.

Pour les modules A et B l'estimation des coûts est préparée comme suit :

- Les coûts de l'équipement principal ont été déterminés;
- Des facteurs ont été utilisés pour ajouter les coûts de génie civil, le contrôle du processus, la construction d'un bâtiment et autres, pour arriver au coût total de l'installation. Il est supposé que les citernes se trouvent en plein air, tandis que l'équipement de traitement sera situé dans un bâtiment simple et petit.

Pour le module C, seule une somme provisionnelle a été évaluée car la construction de ces installations peut se faire avec le travail et les compétences locales.

Il est nécessaire de noter que l'estimation du coût doit être utilisée avec précaution et à titre indicatif seulement. Des estimations plus précises peuvent être faites après la réalisation de l'activité D du projet (conception standardisée), incluant une inspection de la situation locale. Les circonstances spécifiques peuvent avoir un impact significatif sur le coût total de construction d'un bâtiment de réception et de traitement des déchets. Par exemple :

- Le coût de l'apport d'énergie à l'installation peut varier de façon significative suivant l'emplacement où elle est construite
- La même chose s'applique pour les égouts, la route d'accès et autres.

Tableau 14: Coûts indicatifs des investissement pour les citernes de réception

		investissement [x € 1,000]			
Unité		Module A	Module B	Module C	Total
I	Citerne de réception 70 m ³ Flux 10 m ³ /h	1100	250	150	1500
II	Citerne de réception 150 m ³ Flux 20 m ³ /h	1600	250	150	2000
II I	Citerne de réception 500 m ³ Flux 50 m ³ /h	2600	400	500	3500

5.2.3 Installations de base pour les ports ayant un service de collecte limité

Pour un certain nombre de port, un service limité de collecte est recommandé. Les déchets doivent alors être déchargés dans des installations de stockage temporaire ou des installations pour traitement et élimination. Les installations types pour traitement et élimination ont été étudiés dans les chapitres 5.2.1 et 5.2.2.

Une installation temporaire de stockage pour les déchets contenant de hydrocutions peut être aussi simple qu'un champ clôturé pour fûts ou conteneur, accessible par camion. La seule nécessité d'un point de vue environnemental est de s'assurer que les déchets d'hydrocarbures ne se dispersent pas dans l'environnement. Les conteneurs doivent donc être en bonne condition, sans fuite ni rouille, fermés pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer, et capables de résister aux conditions climatiques locales les plus extrêmes. (température, vent, pluie). A cette fin, un abri peut s'avérer utile.

Vu que ces installations sont très simples, nous n'avons pas fait de conception pour eux. Nous voulons encore insister sur le fait qu'une zone de stockage temporaire n'est pas très recommandable à moins qu'une option pour l'élimination de déchets contenant de hydrocutions ne soit trouvée. Il est aussi à considérer de ne pas collecter ce type de déchet dans ces ports.

5.3 Installations type pour les ordures

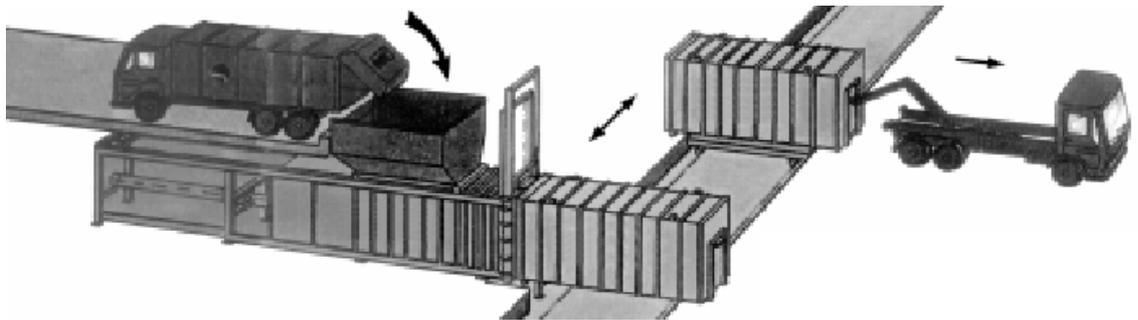
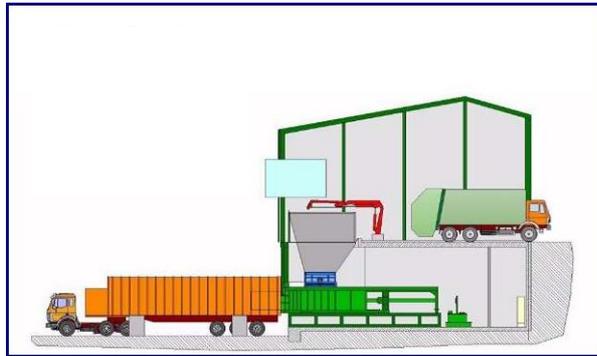
Concernant les ordures, l'Activité A a apporté les conclusions suivantes:

- Tartous, Saida (Sidon) et Mersin: des réceptacles sont recommandés;
- Des stations de transfert d'ordures sont suggérées - mais pas exigées - pour Alexandrie, Limassol, La Valette et Bodrun afin d'améliorer les services déjà existants.

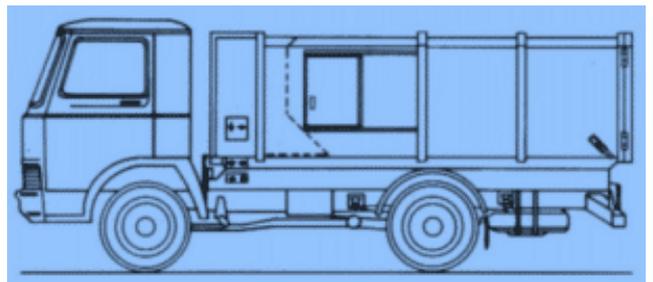
Au sujet des réceptacles nous supposons qu'il n'est pas nécessaire de fournir une conception type.

Pour les ports pour lesquels – selon l'Activité A sur des bases pilotes – une unité de transfert d'ordures de base pourrait être établie, les remarques suivantes s'appliquent. Le rapport de l'Activité A ne fournit pas d'information claire sur ce qui est fait pour les déchets municipaux. Des tris peuvent ou non exister. Cependant, vu que le volume d'ordure consiste pour sa plus grande part en déchets de navires (comme l'estime l'Activité A), nous en déduisons qu'il y a peu de possibilités pour la séparation des ordures à des fins de recyclage. Nous supposons donc maintenant que l'objectif premier d'une station de transfert de déchets est d'améliorer la logistique, telle que l'utilisation efficace des véhicules de collecte et la minimisation des mouvements de transport dans la zone (congestionnée) portuaire.

Suivant les besoins locaux, les stations de transfert des ordures peuvent être conçues avec des niveaux de sophistication très différents. Un exemple est montré ci-dessous:



D'autres options sont les conteneurs et camions qui compactent eux-mêmes.



Une inspection de terrain doit être menée à bien afin d'évaluer la situation locale et déterminer quelles sont les options appropriées.

5.4 Recommandations pour l'Algérie

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des citernes (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Alger	0	0	3.888	3.042
Annaba	0	0	395	330
Arzew & Bethioua	0	0	3.286	1.649
Bejaia	0	54.000	240	192
Ghazaouet	0	0	329	274
Jijel	0	0	126	102
Mostananem	0	0	510	512
Oran	0	0	1.440	886
Skikda	0	41.600	4.898	4.342
Tenes	0	0	42	58

Les installations types proposés pour ces ports concernant les déchets contenant de hydrocutions sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les détails concernant ces installations se trouvent dans le chapitre 5.2 et l'annexe E.

	Installation de traitement	Estimation du coût (x 1,000 €)	Remarques/hypothèses
Alger	Module A-I	1,100.-	Le pétrole récupéré et les boues sont transportés et traités par NAFTEC
Arzew & Bethioua	Module A-I	1,100.-	Le pétrole récupéré et les boues sont transportés et traités par SONATRACH.
Skikda	Module A-III	1,700.-	Le pétrole récupéré et les boues sont transportés et traités par une raffinerie.

Module A: stockage du pétrole + stockage et traitement des eaux contenant de hydrocution.

Ordures

Aucune installation additionnelle n'est requise en ce qui concerne les ordures.

5.5 Recommandations pour Chypre

Déchets contenant des hydrocarbures

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des citernes (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Terminal pétrolier de Dhekelia	0	3.978	60	161
Larnaka	0	0	939	467
Terminal pétrolier de Larnaka	0	1.974	138	69
Limassol	0	0	6.643	7.227
Terminal pétrolier de Moni EAC	0	876	24	79
Vassiliko	0	0	211	105
Terminal pétrolier de Vassilikos	0	2.871	21	73

Les installations adéquates sont présentes et aucune installation additionnelle n'est nécessaire pour les ports de chypre.

Ordures

Pour Limassol, un transfert de déchet est recommandé. Se référer au chapitre 5.3 pour plus d'informations.

5.6 Recommandations pour l'Egypte

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des citernes (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Complexe portuaire d'Alexandrie & Dhekelie	0	0	5.400	9.000
Damietta	0	0	2.190	2.993
Port Said	0	0	2.666	889

Les installations types proposés pour ces ports concernant les déchets contenant des hydrocarbures sont résumées dans le tableau ci-dessous. Les détails concernant ces installations se trouvent dans le chapitre 5.2 et l'annexe E. Une recommandation spécifique au port de Damiette est présentée ci-dessous.

	Installation de traitement	Estimation du coût (x 1,000 €)	Remarques/hypothèses
Alexandrie & Dhekelie	Module A-I	1,100.-	Le pétrole récupéré et les boues sont transportés et traités par APC.
Port Saïd	Module A-I + C-I	1,250.-	
Damiette	Voir ci-dessous	Non estime	Voir ci-dessous

Module A: stockage du pétrole + stockage et traitement des eaux.

Module B: traitement des résidus de pétrole

Module C: Prise en charge finale des boues provenant du traitement des eaux usées.

Damiette

Selon le rapport de l'Activité A et après clarification par le consultant qui l'a préparée, il semble que des citernes de stockage temporaire sont en construction, mais aucun traitement supplémentaire des eaux usées. Il est possible que cela se base sur une information incomplète, mais si cette information est correcte, nous recommandons alors à Damiette:

- Dès que l'installation rentre en activité, de contrôler la qualité de l'effluent;
- Si l'effluent n'est pas en accord avec les standards locaux de reset du pétrole, d'installer une unité DAF (incluant coagulation-flocculation) avec une capacité de traitement de 10 m³/h pour eaux contenant de hydrocarbures;
- Option: ajouter une citerne de stockage temporaire pour le pétrole récupéré ayant un volume de 20 m³. Le pétrole est alors emmené à la raffinerie. Vu que deux citernes sont déjà fournies pour les déchets mazoutés, un réservoir séparé pour le pétrole peut ne pas être nécessaire, ceci dépendant des accords pris avec la raffinerie. Il peut être aussi à considérer d'utiliser le pétrole de récupération comme fuel auxiliaire pour l'usine existante d'incinération des déchets.

Ordures

Une station de transfert de ordures a été recommandée pour Alexandrie. Voir le chapitre 5.3 pour plus de détails.

5.7 Recommandations pour Israël

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Ashdod	0	0	6.372	6.638
Terminal Ashkelon	0	67.500	750	2.250
Hedera	0	0	165	275
Haïfa	0	0	7.646	7.965
Terminal pétrolier de Haïfa	0	38.400	750	2.250

Comme les installations types décrites dans le chapitre 5.2 ne s'y appliquent pas, des recommandations spécifiques sont faites pour les ports de Hedera et Haïfa.

Hedera

Pour le port de Hedera, le rapport de l'Activité C recommande d'installer un réservoir de stockage temporaire supplémentaire pour les déchets mazoutés de 30 m³. Aucune autre installation supplémentaire n'est nécessaire.

Haïfa

Le rapport d'activité A recommande que les eaux usées (estimées approximativement à 7600 m³/an) et les résidus mazoutés (environ 8000 m³/an) peuvent être reçus et traité dans les installations de déballastage du terminal pétrolier. Bien qu'en terme de capacité de stockage (7000m³) et de traitement (séparateurs API, 300 à 400 m³/h) ce ne soit absolument pas un problème, nous recommandons:

- d'analyser la qualité de l'effluent, vu que les séparateurs existants – même grossièrement surdimensionnés – peuvent ou non être appropriés pour le traitement des eaux usées et de nettoyage des réservoirs ainsi que des résidus mazoutés.
- Si la concentration de l'effluent est en accord avec les standards en application, aucune autre mesure n'est à prendre. Sinon, des traitements additionnels tels que la coagulation-flocculation et une unité DAF peut être nécessaire.

Détritus

Aucune installation additionnelle n'est requise en ce qui concerne les détritrus

5.8 Recommandations pour le Liban

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Beyrouth	0	0	2.500	2.083
Jounieh	0	0	383	64
Selaata	0	0	160	44
Sidon	0	0	790	219
Tripoli	0	0	2.250	681
Installations pétrolières de Tripoli	0	0	1.059	402

Les installations types proposées pour ces ports concernant les déchets mazoutés sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	Installation de traitement	Estimation du coût (x 1,000 €)	Remarques/hypothèses
Beyrouth	Module A-I + C-I	1,250.-	La prise en charge finale du pétrole n'est pas encore établie.
Tripoli	Module A-I + C-I	1,250.-	La prise en charge finale du pétrole n'est pas encore établie.

Module A: stockage du pétrole + stockage et traitement des eaux mazoutées.

Module B: traitement des résidus de pétrole

Module C: Prise en charge finale des boues provenant du traitement des eaux usées.

Détritus

Aucune installation additionnelle n'est requise en ce qui concerne les détritrus

5.9 Recommandations pour Malte

Déchets contenant des hydrocarbures

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Terminal Croisières (Valletta)	0	0	0	168
Freeport Container Terminal	0	0	0	8.431
Marsaxlokk	0	0	4.340	144
Oil Tanking Malta (Port of Marsaxlokk)	0	0	12.000	643
Valletta	0	0	7.106	3.120

Aucune installation supplémentaire n'est nécessaire pour la collection et le traitement des déchets mazoutés dans les ports de Malte.

Détritus

Une station de transfère de détrituis a été recommandée pour Valeta dans le rapport de l'Activité A. Se référer à la section 5.3 pour plus de détails.

5.10 Recommandations pour le Maroc

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Nador	0	0	5.278	6.040
Tangiers	0	0	99	282

Les installations types proposées pour ces ports concernant les déchets mazoutés sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	Installation de traitement	Estimation du coût (x 1,000 €)	Remarques/hypothèses
Nador	Module A-I + C-I	1,250.-	La prise en charge finale du pétrole n'est pas encore établie.

Module A: stockage du pétrole + stockage et traitement des eaux mazoutées.

Module B: traitement des résidus de pétrole

Module C: Prise en charge finale des boues provenant du traitement des eaux usées.

Détritus

Aucune installation additionnelle n'est requise en ce qui concerne les détritrus

5.11 Recommandations pour la Syrie**Déchets contenant des hydrocarbures**

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eau de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Banias	0	234.000	365	65
Lattakia	0	0	1.971	1.460
Tartous	0	0	3.444	1.715
Terminal pétrolier de Tartous	0	164.980	611	1.255

Pour Lattakia, il a été conclu que pour le moment, les services de collecte des déchets mazoutés sont suffisants. D'autres traitements ne sont pas envisagés dans l'attente de l'établissement potentiel d'installations à Banias.

Une installation commune a été proposée pour les installations de Bania et le terminal pétrolier de Tartous a été recommandé. En terme d'étapes de traitement, il sera similaire à la conception fournie en Appendice E, mais le réservoir de stockage temporaire et les capacités de flux sont bien plus grands:

- Le volume du réservoir de stockage temporaire des eaux mazoutées sera de 3.720 m³;
- Le volume du réservoir contenant le pétrole sera de 375 m³;
- Le flux de traitement des eaux usées sera de 470 m³/h.

En guise d'indication, le coût pour une telle installation peut être d'environ €6,5 million.

Détritus

Des réceptacles sont recommandés pour le port de Tartous sans autres installations nécessaires.

5.12 Recommandations pour la Tunisie

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Bizerte - Menzel Bourguiba	71.905	62.400	875	486
Gabes	0	0	3.577	605
Complexe portuaire La Goulette & Rades	0	0	3.102	2.333
La Skhira (Terminal pétrolier)	444.680	319.740	666	3.402
Sfax	0	0	2.701	3.942
Sousse	0	0	99	282
Zarzis	0	9.600	743	413

Les installations types proposées pour ces ports concernant les déchets mazoutés sont résumées dans le tableau ci-dessous. Une recommandation spécifique a été faite pour Zarzis.

	Installation de traitement	Estimation du coût (€)	Remarques/hypothèses
La Goulette & Rades	Module A-I + C-I	1,400,000.-	Le pétrole de récupération est transporté et traité par SOTULUB.
Sfax	Module A-I + C-I	1,400,000.-	Le pétrole de récupération est transporté et traité par SOTULUB.

Module A: stockage du pétrole + stockage et traitement des eaux mazoutées.

Module B: traitement des résidus de pétrole

Module C: Prise en charge finale des boues provenant du traitement des eaux usées.

Pour Zarzis, il est supposé que les services de collecte peuvent être fournis en passant par le secteur privé. Si cela n'est pas le cas, une péniche devra être alors achetée mais cela sera assez cher. Une alternative serait qu'une installation de collecte et de traitement soit fournie (module A) et le pétrole récupéré est alors transporté à La Skhira.

Détritus

Aucune installation additionnelle n'est requise en ce qui concerne les détritrus

5.13 Recommandations pour la Turquie

Déchets contenant des hydrocarbures

Les ports dans lesquels doivent être créées des installations de réception et de traitement sont surlignés en gris.

Port	Eaux de Ballast (m ³ /an)	Nettoyage des réservoirs (m ³ /an)	Eaux de cale (m ³ /an)	Boues, résidus (m ³ /an)
Antalaya	0	0	1.643	731
Bodrum	0	0	0	876
Dikili	0	0	37	219
Iskenderun	0	0	1.550	767
Izmir	0	0	3.468	2.472
Kusadasi	0	0	365	194
Marmiris	0	0	0	1.314
Merisin	0	0	2.946	2.728
Baie de Nemrut	0	0	4.242	2.120

Les installations types proposés pour ces ports concernant les déchets mazoutés sont résumées dans le tableau ci-dessous. Des recommandations spécifiques ont été faites pour les ports de Antalaya, Bodrum, Izmir et la baie de Nemrut.

	Installation de traitement	Estimation du coût (x 1,000 €)	Remarques/hypothèses
Antalaya	Module A-I + C-I	1,250.-	La prise en charge finale n'a pas encore été établie. Voir ci-dessous.
Bodrum	Voir ci-dessous	Not estimated	La prise en charge finale n'a pas encore été établie.
Izmir	Voir ci-dessous	See below	Voir ci-dessous
Baie de Nemrut	Module A-I + C-I Voir ci-dessous	1,250.- (see below)	Le pétrole récupéré et les boues du traitement des eaux usées sont transportés et traités par la raffinerie TURPAS .

Module A: stockage du pétrole + stockage et traitement des eaux mazoutées.

Module B: traitement des résidus de pétrole

Module C: Prise en charge finale des boues provenant du traitement des eaux usées.

Antalaya

L'activité A conclue que les installations existantes sont obsolètes, que le traitement de l'eau doit être remis à niveau et que potentiellement, une nouvelle installation doit être faite. En regard des volumes des déchets à Antalaya, les modules A-I et C-I seraient ainsi nécessaires comme le montre le tableau ci-dessous. Quelques économies peuvent être faites si le réservoir de décantation de 20 m³ - s'il est en bon état – peut être utilisé en tant que réservoir de stockage temporaire pour le pétrole récupéré.

Bodrum

Une petite Station Environnementale peut être recommandée pour Bodrum, suivant le rapport d'Activité A. Prenant en compte les volumes estimés de déchets, Bodrum rentre dans la catégorie des ports pour lesquels un service de collecte limité sont fournis (chapitre 2.1). Se reporter au chapitre 5.1 concernant notre commentaire sur la prise en charge finale du pétrole et au chapitre 5.2.3 qui donne quelques guidances pour la conception d'une telle installation.

Izmir

Suivant le rapport de l'Activité A, les installations de Izmir comprennent 2 réservoirs de stockage temporaire (200 m³ chacun), un coalescer API (60 m³/h) et un réservoir pour pétrole de récupération. Il a été recommandé d'ajouter une installation supplémentaire, telle que IAF, DAF, ou une membrane de filtration, afin de supprimer le pétrole en émulsion.

Suivant les découvertes de ce rapport, nous recommandons d'installer une unité DAF incluant coagulation-floculation. Le séparateur API a une capacité de 60 m³/h, mais cela semble assez élevé pour la capacité qui est actuellement nécessaire. L'indication des coûts: d'une unité DAF de 20 m³/h coûtera environ 175,000 (le FOB prix de l'unité DAF inclue la floculation, les pompes de mesure, la filtration de l'aer). Il exclue les coûts du transport, de l'installation sur le site, les tubes du pompage, etc. Par conséquent, le prix total sera significativement plus haut. Il faut garder en mémoire que des coûts additionnels seront faits pour rediriger les tuyaux, égouts, le transport des équipements et autres. Il est aussi recommandé d'installer un réservoir de stockage temporaire pour les boues et un lit de séchage des boues (Module C-I), qui nécessiterait un additionnel € 150,000.

Baie de Nemrut

Le rapport de l'Activité A recommande la mise au point d'une installation de réception et traitement des déchets pour le port de la baie de Nemrut. Bien que cela paraisse légitime en tenant compte des volumes estimés de déchet, il faut d'abord considérer le fait que Petkim et Ofisi possèdent des installations de réception et de traitement dans leurs terminaux respectifs. Il semble alors recommandable d'évaluer auparavant la possibilité de livrer les déchets mazoutés à ces installations au lieu d'essayer d'établir de nouvelles installations.

Détritus

Aucun équipement additionnel n'est nécessaire.

6 Retour sur investissement et situation institutionnelle

La discussion concernant le retour sur investissement pour opérer une installation de réception portuaire semble ne devoir se finir jamais. Les propriétaires des navires sont relativement enthousiastes quand il s'agit pour eux de payer le traitement de leurs déchets de navires, tandis que les autorités dans beaucoup de pays font attention aux dangers des rejets de déchets en mer. Les Autorités Portuaires sont aussi inquiètes pour leur compétitivité car les coûts de réception et de traitement des déchets peuvent avoir une influence négative sur les coûts supportés par le port.

L'entité à qui doivent être payées les taxes pour le traitement des déchets et la collecte est très différent suivant le port et dépend très largement des niveaux de participation du privé dans les activités.

6.1 Situation institutionnelle des ports

Il semble approprié de décrire plus en détail la situation actuelle en ce qui concerne l'établissement et les opérations des installations de réception de déchets des ports. En fait un certain nombre de possibilités existent de par le monde, qui apparaissent être extrêmement liées au niveau de privatisation des opérations portuaires en général. Les opérations portuaires, incluant la prise en charge des cargaisons, peuvent être décrites suivant les quatre systèmes d'institution suivants:

- *Le modèle seigneurial*, dans lequel les compagnies privées sont aux commandes des terminaux (prise en charge des cargaisons), tandis que les autorités portuaires (municipales ou nationales) sont responsables de la sécurité et de l'environnement dans le port ainsi que de son développement. Dans de tels cas, les autorités portuaires possèdent le terrain ainsi que les quais, tandis que les compagnies privées louent le territoire mais s'investissent aussi elles-mêmes dans l'infrastructure du terminal (équipements, bâtiments etc);
- *Le modèle outil*, dans lequel les compagnies louent aux autorités portuaires les terminaux avec leurs installations.
- *Le modèle service*, dans lequel les autorités portuaires s'occupent elles-mêmes des cargaisons et aucune compagnie privée n'est impliquée dans la prise en charge des marchandises.
- *Le modèle privé*, pour lequel une compagnie, généralement grande (raffinerie, usines) possède et opère le port et les installations portuaires elles-mêmes. Dans beaucoup de cas, il y a seulement un seul utilisateur, c'est à dire la compagnie possédant le terminal lui-même.

Dans le modèle seigneurial, les installations de réception de déchet sont souvent privatisées avec la possible exception de la collecte et du traitement des détritiques qui est souvent pris en charge par les autorités responsables de la collecte des déchets municipaux. Les grands terminaux (import/export, raffinerie, complexes chimiques) ont souvent leurs propres installations, ou une compagnie privée de récupération de matériaux liquides fournit ces services en utilisant des péniches le long des pétroliers pour collecter les eaux mazoutées.

Dans les ports outils et services, c'est principalement les autorités elles-mêmes qui prennent en charge la collection et le traitement des déchets générés par les navires. Cette activité est souvent gérée par un département séparé des éboueurs municipaux. Ces activités sont rarement privatisées.

Il est évident que dans tous les modèles de port, le contrôle du traitement des déchets par des entités publiques ou privées est critique pour un traitement à long terme des déchets solides et liquides des navires. Dans certains cas, les déchets sont rejetés sans contrôle et cela à cause de l'absence d'une législation appropriée, des pratiques de contrôle inefficaces ou seulement un manque de connaissances et de compréhension des conséquences environnementales de telles pratiques.

6.2 Retour sur investissement

Il y a deux façons d'amortir les coûts d'investissement et de mettre en opération les installations de réception portuaires:

- De façon directe, où le propriétaire du navire paie directement les taxes, basées sur le tonnage, à la compagnie s'occupant des déchets.
- De façon indirecte, où les coûts d'amortissement sont inclus dans les droits de port. Dans ce cas-ci, les autorités portuaires récupèrent leurs propres dépenses pour l'installation de réception, ou transfèrent une partie de ces tarifs à la compagnie s'occupant des déchets.

En Annexe B se trouve un tableau résumé des structures tarifaires disponibles dans ces ports où les installations sont disponibles et en activité, basées sur les résultats des Activités A et B. Une conclusion apparaît clairement de ces tableaux : une large variation existe dans la structuration des tarifs (en tonnes, m³ et autres unités).

En général les taxes pour la collecte et le traitement des déchets sont normalement prises sur une base en tonne ou en m³. Afin de permettre aux terminaux et les opérateurs portuaires dans la mer Méditerranée de calculer eux-mêmes les structures tarifaires possibles, nous avons inclus un modèle de calcul très basique, dans lequel quelques calculs rudimentaires peuvent être faits pour évaluer les taxes unitaires afin d'amortir les coûts (d'investissement et opérationnels) des installations. Un exemple de calcul est présenté dans l'Annexe H. Les paramètres de base de ce modèle sont par exemple:

- Investissement / coûts des capitaux (et période de dépréciation);
- Les coûts d'opération, base sur le travail, l'énergie, le carburant et autres.
- Les coûts de maintenance;
- Les coûts de location du terrain (nombre de mètres carrés utilisés)
- Tonnes ou m³ de déchet.

Il est difficile de faire un benchmarking des tarifs et des taxes, vu que qu'il existe une très grande variété de structure. La différenciation des tarifs sont aussi basés sur :

- Le moment où les services sont fournis (nuit vs. jour);
 - Distance de l'installation elle-même;
 - Nécessité de transport entre les navires et les installations de réception portuaires;
 - Type de transport utilisé (péniche ou camion);
 - La 'qualité' des déchets ou niveaux de contamination.
-

6.3 Développement en Europe des systèmes de retour sur investissement

Il a été reconnu qu'un système de tarification direct fournit une raison aux bateaux pour ne pas délivrer les déchets : le coût de déchets peut être évité si le bateau ne délivre pas de déchet. Tandis que la prise en compte de l'environnement augmente dans l'industrie des transports maritimes, les décharges illégales en mer sont toujours très fréquentes.

Afin de réduire ces décharges, la directive EU 2000/59/EC sur les déchets des navires contient entre autre:

- La remise obligatoire des déchets au port.
- La préparation de programmes de gestion de déchet pour les ports ;
- Un système de préavis.
- Le retour sur investissement indirecte: les bateaux doivent contribuer au coût de collecte et traitement des déchets, qu'ils déchargent ou non leurs déchets dans un port ou pas.

Ces éléments doivent conduire à une réduction significative des décharges en mer et une utilisation bien meilleur des installations de réception des ports. Il n'est pas nécessaire que tous les coûts liés à la collecte et au traitement des déchets soient couverts par ce système indirecte : Il est écrit qu'un minimum de 30 % doit être couvert par cette taxe indirecte.

Les systèmes de taxation indirecte sont déjà utilisés depuis une période considérable en mer Baltique. De façon générale, ces systèmes sont 100% indirectes. Un navire paie une taxe obligatoire pour laquelle il est autorisé à déchargé une quantité (parfois limitée) de déchets mazoutés.

Les effets d'un système de taxation indirecte, en terme de volume de déchet qui sont délivrés est difficile à évaluer dû au manque de données. Les ports de la mer Baltique déclarent avoir augmenté les volumes, mais les effets réels ne sont pas bien documentés. Dans d'autres pays en Europe de l'Ouest, le système de tarification indirecte est en train d'être introduit, mais il n'y a pas encore de données pour chiffrer les effets. Dans le port de Rotterdam, une étude¹ a été faite afin d'estimer les effets potentiels des livraisons obligatoires. Le rapport conclue qu'une augmentation de facteurs 2 à 3 peut être attendue.

Un argument qui a mené à des débats très animés est le « niveau de jeu ». Dans bien des cas, il est avancé que l'introduction d'un système de taxation indirecte augmente le coût global du port et ainsi réduit considérablement la compétitivité du port en comparaison avec les autres ports qui n'introduisent pas ce système. De nombreux arguments pour ou contre ce système ont été mis en évidence. L'effet général est pour le moment que, par mesure de prudence, beaucoup de pays démarreront avec le pourcentage minimum de 30% qui peut augmenter dans le future. Discuter des avantages et les inconvénients d'un système d'amortissement des coûts direct sur un système indirect est une chose. Nous supposons cependant qu'il n'y a plus de débat sur le fait d'échapper aux coûts en ne fournissant pas d'installation de réception.

En mer Méditerranée, une approche commune sur le sujet de l'amortissement des coûts suivant la méthode directe ou indirecte peut être étudiée. De même qu'en mer baltique, il s'agit d'une mer confinée dans laquelle la pollution a tendance à s'accumuler. D'un autre côté, le nombre de pays concernés en Méditerranée est plus grand qu'en mer baltique, ce qui rend les choses plus difficiles et plus longues pour mettre au point un approche commune. Il y a aussi l'aspect des ports de l'Union Européenne qui ont à mettre en pratique la directive européenne et les autres qui ne l'ont pas.

A ce niveau, il n'est pas possible de fournir des recommandations simples pour ce sujet très compliqué. Cependant, si cela n'a pas déjà été fait, il est conseillé de consulter HELCOM. De plus, le processus d'introduction de la directive Européenne aux pays membres est une opération de laquelle des leçons peuvent être tirées.

7 Conclusions et recommandations

7.1 Conclusions et recommandations générales

1. Le résultat des Activités A et C était inconnu au moment où Tebodin a préparé le dossier d'appel d'offre pour l'activité B. Cependant, les rapports des Activités A et C ont prouvé être des bases solides pour le travail mené par Tebodin.
 2. La sélection des équipements de collecte est déterminée principalement par la situation locale de chaque port, et les recommandations ont déjà été préparées dans les Activités A et C. Quelques informations guides ont été fournies sur les critères à appliquer pour sélectionner les moyens les plus appropriés pour la collecte. Les recommandations telles qu'elles ont été fournies dans les activités A et C apparaissent comme étant correctes et Tebodin n'a pas de divergences dans ses conclusions.
 3. Des techniques variées ont été étudiées pour le traitement des déchets contenant des hydrocarbures. Une évaluation multicritère de ces techniques a été faite, résultant en une classification de toutes les techniques discutées. Les résultats sont:
 - Pour les eaux mazoutées (qui contiennent du pétrole en nappe et peut aussi en contenir en émulsion): Un écrémage suivi par une coagulation-floculation et une unité de flottation par air dissous est l'option préférée;
 - Pour le traitement du pétrole de récupération, afin d'enlever l'eau et les solides: une centrifugeuse est l'option préférée;
 - Pour le traitement des boues résiduelles provenant du traitement des eaux usées: lit de séchage ou bassins sont les options préférées.
 4. Les options pour le recyclage du pétrole de récupération (comme le raffinement) sont très limitées, comme les volumes pour chaque port ne justifient pas la mise en place d'une installation spécifiquement dédiée.
 5. Pour un certain nombre de ports. Des services de collecte minimale sont recommandés, vu que les volumes estimés des déchets mazoutés sont très faibles. Cependant, il n'y a que peu d'intérêt à recevoir les déchets mazoutés sans possibilité de traitement en accord avec les réglementations environnementales en vigueur. On peut considérer l'option de ne pas recevoir les déchets mazoutés dans ces ports
 6. Les détritres sont – presque sans exception – emmenés en décharge et il n'y a presque aucune information sur les systèmes de recyclage pour les déchets municipaux. Il apparaît aussi que les volumes générés par les navires ne justifient pas la mise en œuvre d'un système de recyclage qui leur serait spécifiquement dédiés. Cependant, l'information sur les techniques de séparation des déchets est fournie comme information de fond.
 7. Pour la prise en charge finale des déchets (détritres et boues déshydratées), des options variées ont été considérées et, après une analyse à multicritères, une décharge contrôlée est l'option recommandée. Pour l'intérêt de la comparaison, la décharge non contrôlée a été incluse dans l'analyse, bien que Tebodin ne recommande en aucun cas les décharges non contrôlées.
 8. Pour la réception et le traitement des déchets mazoutés, des installations types ont été développées, incluant les volumes de stockage temporaire ainsi que les capacités de traitement. Ces systèmes types peuvent être utilisés dans différents ports. Dans l'Activité D, ces conceptions peuvent être affinées et adaptées aux contraintes spécifiques de chaque port concernant les volumes de stockage, les capacités de traitement ainsi que le type de traitement.
 9. Les estimations de coût ont été préparées pour les installations types. Ces estimations servent seulement d'indication et doivent n'être utilisées qu'avec précaution.
-

7.2 Recommandations par port

1. Dans les recommandations par port, Tebodin a suivi les conclusions présentées dans les rapports des Activités A et C concernant les ports où les installations doivent mises en place.
 2. Dans les ports où une raffinerie opère, il est recommandé que la raffinerie s'occupe du traitement du pétrole de récupération et qu'elle traite aussi les boues issues de l'unité de traitement des eaux usées. C'est de loin le système le moins cher. Il est évident que cette recommandation peut ne s'appliquer qu'après discussions et négociation. Certains pays (Malte, Chypre, Tunisie) ont déjà un système de recyclage en place et le pétrole de récupération doit s'inscrire dans ce schéma. Dans d'autres ports, des solutions de prise en charge finale doivent être trouvées.
 3. Pour les ports dans lesquels les installations types ne sont pas applicables, des recommandations spécifiques ont été préparées autant que possible. Il s'agit en particulier des situations « champ marron », c'est à dire où les installations de réception et de traitement peuvent déjà exister qui peuvent être ou non appropriées mais qui nécessitent des modifications. Quand le travail de conception s'effectuera dans l'Activité D, nous recommandons que, pour ces ports, une inspection sur terrain soit faite afin de déterminer l'état et le rendement des installations existantes et d'évaluer si la réutilisation de pièces est, ou non, possible.
 4. La collecte des déchets de navires est faite dans beaucoup de port par des entreprises privées. Dans certains ports, des moyens additionnels de collecte tels que des camions ou des péniches sont recommandés dans les rapports des Activités A et C. Une décision doit être prise pour, soit investir dans la collecte, soit l'inclure dans un contrat avec le privé. Dans l'estimation des coûts pour des installations (types), nous avons supposé que les services de collecte seront effectués par des entreprises privées.
 5. Il serait avantageux, pour les autorités concernées dans les pays MEDA respectifs où des installations (additionnelles) de réception des déchets sont suggérées, de leur apporter une aide dans la préparation d'évaluation de viabilité incluant la fabrication, des estimations détaillées des coûts, les documents d'appel d'offre ainsi que l'évaluation des tarifs à appliquer pour le retour sur investissement (ce dernier au moyen d'un outil financier interactif.)
-

Annexe A: Tableau synthétisant les Activités A et C

Algérie

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports d'Algérie en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	100,301
Matières liquides	82,410
Matières sèches	10,085
Container, Ro-Ro et marchandises générales	7,805
Autres marchandises	1
Marchandises déchargées	18,529
Marchandises chargées	81,772

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports d'Algérie

Type de navire	Alger			Mostananem			Oran		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Container	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	365	428	515
Croisière et passagers	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	264	246	241
Matières sèches et marchand	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	481	476	575
Ro-Ro	n.d	n.d	n.d	76	58	94	n.d	n.d	n.d

Type de navire	Alger			Mostananem			Oran		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Pétroliers	539	551	529	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:

Bejaia, Arzew & Bethioua, Ghazaouet, Annaba, Tenes, Jijel, Skikda.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports d'Algérie (x m³ par an)

Type de déchets		Bejaia	Arzew & Beth	Ghazaouet	Annaba	Tenes	Jijel	Algiers	Skikda	Mostanem	Oran
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	maximum par arrivée de	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	54,000	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	41,600	n.d	n.d
	maximum par arrivée de	900	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	2,400	n.d	n.d
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	240	3,286	329	395	42	126	3,888	4,898	510	1,440
	maximum par arrivée de	15	15	19	14	10	10	18	20	18	15
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	192.0	1,649.0	274.0	329.8	57.7	102.0	3,042.0	4,342.0	511.5	886.0
	maximum par arrivée de	18.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	15.5	22.0	7.5	12.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports d'Algérie

Type de déchet	Bejaia	Arzew & Beth	Ghazaouet	Annaba	Tenes	Jijel	Algiers	Skikda	Mostanem	Oran
Déchets domestiques	417.6	950.0	156.0	278.5	7.3	48.9	876.2	1,389.6	245.5	518.4
Déchets de maintenance	153.1	290.5	48.2	57.9	5.4	17.9	428.3	473.2	91.0	158.4
Déchets liés à la cargaison	12.2	122.2	0.0	0.0	0.0	0.0	163.2	52.0	16.0	109.2
Volume total de déchet	582.9	1,362.7	204.2	336.4	12.7	66.8	1,467.7	1,914.8	352.5	786.0
Volume maximal par arrivée	3.5	3.5	3.5	3.0	3.5	3.5	3.5	2.0	3.5	3.5
Coût de la livraison (en US \$)										

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Chypre

Tableau X - Marchandises transitant par les principaux ports de Chypre en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	7,280
Matières liquides	3,095
Matières sèches	1,845
Container, Ro-Ro et marchandises générales	474
Autres marchandises	1,866
Marchandises déchargées	1,805
Marchandises chargées	5,475

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports de Chypre

Type de navire	Laranka			Limmassol		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Container	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Croisière et passagers	74	32	38	1,138	861	508
Matières sèches et marchandises	235	137	150	1,538	1,752	1,695
Ro-Ro	147	159	128	1,388	1,506	1,590

Type de navire	Terminal pétrolier Laranka			Limmassol		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Pétroliers	693	579	607	3,037	3,366	3,373

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude: Vassiliko, Moni, Dehkelia.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports de Chypre (x m³ par an)

Type de déchets		Laranka	Terminal pétrolier Laranka	Terminal pétrolier Moni EAC	Vassiliko	Terminal pétrolier Vassilikos	Limassol	Terminal pétrolier Dhekelia
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	maximum par arrivée de	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d	1,974.0	876.0	n.d.	2,871.0	n.d.	3,978.0
	maximum par arrivée de	n.d	525.0	900.0	n.d.	500.0	n.d.	450.0
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	939.0	138.0	24.0	211.0	21.0	6,643.0	60.0
	maximum par arrivée de	15.0	25.0	30.0	15.0	30.0	25.0	30.0
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	467.2	69.0	79.0	105.0	73.0	7,227.0	160.9
	maximum par arrivée de	7.5	30.0	7.5	7.5	7.5	39.5	7.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports de Chypre

Type de déchet	Laranka	Terminal pétrolier Laranka	Vassiliko	Terminal pétrolier Vassilikos	Limassol	Terminal pétrolier Dhekelia
Déchets domestiques	375.6	n.d	21.2	n.d	4,643.0	n.d
Déchets de maintenance	82.0	n.d	16.8	n.d	208.0	n.d
Déchets liés à la cargaison	0.0	n.d	0.0	n.d	119.6	n.d
Volume total de déchet	457.6	0.0	38.0	0.0	4,970.6	0.0
Volume maximal par arrivée	5.0	n.d	2.0	n.d	5.0	n.d
Coût de la livraison (en US \$)						

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Egypte

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports d'Egypte en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	54,777
Matières liquides	7,281
Matières sèches	22,449
Container, Ro-Ro et marchandises générales	25,047
Autres marchandises	0
Marchandises déchargées	41,713
Marchandises chargées	13,064

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports d'Egypte

Type de navire	Damietta			Port Said			Complexe portuaire d'Alexandrie & Damiette		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Container	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Croisière et passagers	538.0	376.0	243.0	538.0	376.0	243.0	n.d.	n.d.	n.d.
Matières sèches et marchandises	1,068.0	829.0	1,633.0	1,068.0	829.0	1,633.0	n.d.	n.d.	n.d.
Ro-Ro	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Type de navire	Damietta			Port Said			Complexe portuaire d'Alexandrie & Damiette		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Pétroliers	n.d.	n.d.	n.d.	2,400.0	2,400.0	2,300.0	2,400.0	2,400.0	2,300.0

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports d'Egypte (x m³ par an)

Type de déchets		Damietta	Port Saïd	complexe portuaire d'Alexandrie & Dhekelie
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	2,190	2,666	5,400
	maximum par arrivée de	25	15	25
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	2,993.0	888.8	9,000.0
	maximum par arrivée de	18.5	7.5	18.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports d'Egypte

Type de déchet	Damietta	Port Saïd	complexe portuaire d'Alexandrie & Dhekelie
Déchets domestiques	759.2	691.2	2,880.0
Déchets de maintenance	232.4	211.2	792.0
Déchets liés à la cargaison	n.d.	130.0	754.0
Volume total de déchet	991.6	1,032.4	4,426.0
Volume maximal par arrivée	5.0	5.0	5.0
Coût de la livraison (en US \$)			

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports israéliens en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	36,091
Matières liquides	n.d.
Matières sèches	n.d.
Container, Ro-Ro et marchandises générales	n.d.
Autres marchandises	n.d.
Marchandises déchargées	n.d.
Marchandises chargées	n.d.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports israéliens

Type de navire	XXX		
	2000	2001	2002
Container	n.d.	n.d.	n.d.
Croisière et passagers	n.d.	n.d.	n.d.
Matières sèches et marchandises	n.d.	n.d.	n.d.
Ro-Ro	n.d.	n.d.	n.d.

Type de navire	XXX		
	2000	2001	2002
Pétroliers	n.d.	n.d.	n.d.

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:
Ashdod, Haifa, Asqelon, Hadera

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports israéliens (x m³ par an)

Type de déchets		Ashdod	Haifa	Haifa oil terminal	Hadera	Ashkelon Terminal
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	38,400	n.d.	67,500
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	2,560	n.d.	20,000
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	6,372	7,646	750	165	750
	maximum par arrivée de	15	15	25	13	25
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	6,637.5	7,965.0	2,250.0	275.0	2,250.0
	maximum par arrivée de	25.0	25.0	15.5	7.5	15.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports israéliens

Type de déchet	Ashdod	Haifa	Hadera
Déchets domestiques	3,059.7	8,045.7	193.6
Déchets de maintenance	934.5	700.9	48.4
Déchets liés à la cargaison	n.d.	n.d.	n.d.
Volume total de déchet	3,994.2	8,746.6	242.0
Volume maximal par arrivée	4.5	10.0	3.5
Coût de la livraison (en US \$)			

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Liban

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports du Liban en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	5,547
Matières liquides	1,666
Matières sèches	1,749
Container, Ro-Ro et marchandises générales	1,505
Autres marchandises	627
Marchandises déchargées	5,195
Marchandises chargées	352

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports du Liban

Type de navire	Sidon			Selaata			installations pétrolières de Tripoli			Jounieh		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Container	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Croisière et passagers	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Matières sèches et marchandises	116	128	114	80	80	80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	64	54
Ro-Ro	39	38	40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40	41

Type de navire	Sidon			Selaata			installations pétrolières de Tripoli			Jounieh		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Pétroliers	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	40.0	39.0	40.0	59.0	34.0	45.0

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:

Zahrani Oil Terminal, Jounieh, Beirut

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports du Liban (x m³ par an)

Type de déchets		Tripoli	Tripoli Oil Installations	Sidon	Selaata	Beirut	Jounieh
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	2,250	1,059	790	160	2,500	383
	maximum par arrivée de	15	25	15	15	15	15
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	680.5	401.5	219.0	44.4	2,083.0	63.8
	maximum par arrivée de	7.5	35.0	7.5	7.5	7.5	7.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports du Liban

Type de déchet	Tripoli	Sidon	Selaata	Beirut
Déchets domestiques	352.8	113.7	19.2	900.0
Déchets de maintenance	107.8	34.7	7.0	330.0
Déchets liés à la cargaison	n.d.	6.2	15.0	78.0
Volume total de déchet	460.6	154.6	41.2	1,308.0
Volume maximal par arrivée	5.0	5.0	5.0	5.0
Coût de la livraison (en US \$)				

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Malte

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports de Malte en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	5,711
Matières liquides	n.d.
Matières sèches	n.d.
Container, Ro-Ro et marchandises générales	n.d.
Autres marchandises	n.d.
Marchandises déchargées	n.d.
Marchandises chargées	n.d.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports de Malte

Type de navire	Valletta		
	2000	2001	2002
Container	n.d.	n.d.	n.d.
Croisière et passagers	226.0	358.0	408.0
Matières sèches et marchandises	n.d.	n.d.	n.d.
Ro-Ro	n.d.	n.d.	n.d.

Type de navire	Valletta		
	2000	2001	2002
Pétroliers	n.d.	n.d.	n.d.

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:
Marsaxlokk

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports de Malte (x m³ par an)

Type de déchets		Terminal Container Freeport	Marsaxlokk	Oil Tanking Malta, Port de Marsaxlokk	Valetta	Terminal passagers (Valetta)
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	4,340	12,000	7,106	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	97	3,600	120	n.d.
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	8,431	144	643	3,120	168
	maximum par arrivée de	25	15	25	25	5
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	18,750.0	79.5	464.1	1,950.0	153.3
	maximum par arrivée de	60.0	7.5	7.5	16.0	7.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau Z - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports de Malte

Type de déchet	Terminal Container Freeport	Marsaxlokk	Oil Tanking Malta, Port de Marsaxlokk	Valetta	Terminal passagers (Valetta)
Déchets domestiques	1,346.8	38.1	182.0	936.0	3,156.4
Déchets de maintenance	412.5	13.9	56.4	343.2	24.4
Déchets liés à la cargaison	n.d.	n.d.	n.d.	94.6	0.0
Volume total de déchet	1,759.3	52.0	238.4	1,373.8	3,180.8
Volume maximal par arrivée	3.5	3.5	1.5	3.5	6.0
Coût de la livraison (en US \$)					

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Maroc

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports du Maroc en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	53,444
Matières liquides	14,526
Matières sèches	28,699
Container, Ro-Ro et marchandises générales	8,721
Autres marchandises	1,498
Marchandises déchargées	29,560
Marchandises chargées	23,884

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports du Maroc

Type of ship	Tangier			Nador		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Container (ro-ro inclus)	286	386	377	11	3	11
Croisière et passagers	77	58	76	1,049	959	1,082
Matières sèches et marchandise	86	76	61	1,431	1,340	1,453

Type de navire	Tangier			Nador		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Pétroliers	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports du Maroc (x m³ par an)

		Tangiers	Nador
Type de déchets			
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	99	5,278
	maximum par arrivée de	31	30
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	281.5	6,040.0
	maximum par arrivée de	7.5	16.6

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports du Maroc

	Tangiers	Nador
Type de déchet		
Déchets domestiques	306.3	3,255.0
Déchets de maintenance	63.4	414.4
Déchets liés à la cargaison	925.5	98.8
Volume total de déchet	1,295.2	3,768.2
Volume maximal par arrivée de	1.8	5.0
Coût de la livraison (en US \$)		

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Syrie

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports de Syrie en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises	28,959
Matières liquides	21,190
Matières sèches	3,917
Container, Ro-Ro et marchandises générales	3,852
Autres marchandises	0
Marchandises déchargées	8,521
Marchandises chargées	20,438

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports de Syrie

Type de navire	XXXX		
	2000	2001	2002
Container	0	0	0
Croisière et passagers	0	0	0
Matières sèches et marchand	0	0	0
Ro-Ro	0	0	0

Type de navire	XXXX		
	2000	2001	2002
Pétroliers	0	0	0

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:
Lattakia, Tartous, Baniyas

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports de Syrie (x m³ par an)

Type de déchets		Lattakia	Tartous	Terminal pétrolier de Tartous	Banias
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	164,980	234,000
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	3,600	3,900
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	1,971	3,444	611	365
	maximum par arrivée de	15	25	50	1,900
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	1,460.0	1,715.0	1,255.0	64.8
	maximum par arrivée de	7.5	7.5	68.4	68.4

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports de Syrie

Type de déchet	Lattakia	Tartous
Déchets domestiques	707.2	583.2
Déchets de maintenance	260.0	178.2
Déchets liés à la cargaison	156.0	67.6
Volume total de déchet	1,123.2	829.0
Volume maximal par arrivée	5.0	3.5
Coût de la livraison (en US \$)		

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tunisie

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports de Tunisie en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises		26,104
	Matières liquides	12,490
	Matières sèches	5,737
	Container, Ro-Ro et marchandises générales	7,877
	Autres marchandises	0
Marchandises déchargées		14,895
Marchandises chargées		11,209

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports de Tunisie

Type de navire	XXXX		
	2000	2001	2002
Container	0	0	0
Croisière et passagers	0	0	0
Matières sèches et marchandises	0	0	0
Ro-Ro	0	0	0

Type de navire	XXXX		
	2000	2001	2002
Pétroliers	0	0	0

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:

La Skira oil Terminal, Sfax, Sousse, La Goulette and Rades port complex, Bizerte and Manzel Bourguiba, Gabes, Zarzis.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports de Tunisie (x m³ par an)

Type de déchets		Sfax	Sousse	Complexe portuaire de La Goulette & Rades	Gabes	La Skhira (Terminal pétrolier)	Bizerte - Menzel Bourguiba	Zarzis
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	444,680	71,905	n.d.
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	48,000	18,000	n.d.
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	319,740	62,400	9,600
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12,800	4,800	1,600
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	2,701	99	3,102	3,577	666	875	743
	maximum par arrivée de	50	13	25	50	25	25	25
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	3,942.0	281.5	2,333.0	605.0	3,402.0	486.1	412.5
	maximum par arrivée de	24.0	7.5	7.5	27.9	75.6	7.5	7.5

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports de Tunisie

Type de déchet	Sfax	Sousse	Complexe portuaire de La Goulette & Rades	Gabes	Bizerte - Menzel Bourguiba	Zarzis
Déchets domestiques	592.8	306.2	1,119.9	936.0	166.4	213.8
Déchets de maintenance	218.4	63.4	410.0	286.0	77.0	62.4
Déchets liés à la cargaison	769.6	925.5	82.3	304.4	27.6	169.6
Volume total de déchet	1,580.8	1,295.1	1,612.2	1,526.4	271.0	445.8
Volume maximal par arrivée	6.5	1.8	5.5	3.5	3.0	3.5
Coût de la livraison (en US \$)						

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Turquie

Tableau I - Marchandises transitant par les principaux ports de Turquie en 2000 (x 1000 tonnes)

Total des marchandises		186,469
	Matières liquides	89,092
	Matières sèches	30,701
	Container, Ro-Ro et marchandises générales	51,197
	Autres marchandises	15,479
Marchandises déchargées		106,933
Marchandises chargées		79,536

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau II - Nombre total de demandes des navires par type de navire en 2000, 2001 et 2002 dans les principaux ports de Turquie

Type de navire	Port industriel de la baie de Nemrut		
	2000	2001	2002
Container	n.d.	n.d.	n.d.
Croisière et passagers	n.d.	n.d.	n.d.
Matières sèches et marchand	259.0	132.0	81.0
Ro-Ro	n.d.	n.d.	n.d.

Note: Seuls les chiffre globaux sont mentionnés, sans différenciation par type de navire.

Type de navire	Port industriel de la baie de Nemrut		
	2000	2001	2002
Pétroliers	0	0	0

Note: En raison du manque d'information, les ports suivants ne sont pas inclus dans cette étude:
Izmir, Iskenderun, Nemrut Bay, Dikilli, Ceyhan, Aliaga, Mersin, Kusadasi, Altalya, Marmaris, Bodrun.

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité A & C, Octobre 2003

Tableau III - Estimation de la production de déchets contenant des résidus pétroliers et capacités de réception des principaux ports de Turquie (x m³ par an)

Type de déchets		Iskenderun	Dikili	Kusadasi	Merisin	Bodrum	Marmiris	Nemrut Bay	Izmir	Antalya	XXXX
Eau sales des ballastes	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
Nettoyages de réservoir	Volume moyen annuel	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
	maximum par arrivée de	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
Eaux usées mazoutées	Volume moyen annuel	1,550	37	365	2,946	n.d.	n.d.	4,242	3,468	1,643	0
	maximum par arrivée de	25	9	< 10	25	n.d.	n.d.	25	25	25	0
Résidus de pétrole sous formes de boues et autres	Volume moyen annuel	766.5	219.0	194.4	2,727.5	876.0	1,314.0	2,120.0	2,472.0	730.8	0.0
	maximum par arrivée de	7.5	15.8	< 3,5	7.5	7.5	7.5	18.5	15.5	7.5	0.0

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Tableau IV - Estimation des volumes déchet et capacités de réception disponible dans les principaux ports de Turquie

Type de déchet	Iskenderun	Dikili	Kusadasi	Merisin	Bodrum	Marmaris	Nemrut Bay	Izmir	Antalya
Déchets domestiques	442.0	161.2	1,890.0	1,413.9	1,695.4	158.4	1,099.4	830.4	313.2
Déchets de maintenance	136.2	15.6	216.1	432.0	0.0	87.1	335.9	320.3	114.8
Déchets liés à la cargaison	8.3	0.0	0.0	48.7	0.0	0.0	227.6	234.0	32.5
Volume total de déchet	586.5	176.8	2,106.1	1,894.6	1,695.4	245.5	1,662.9	1,384.7	460.5
Volume maximal par arrivée	5.0	5.5	5.4	12.0	7.5	5.0	5.0	5.0	5.0
Coût de la livraison (en US \$)									

Source REMPEC Project MAD.B7.41.97.0415.8 - Activité C, Octobre 2003

Annexe B: Aperçu des quantités de déchets de navires et par port

Estimation du volume de déchet, selon l'Activité A

	Pays	Déchets domestiques (m3/an)	Déchets de Maintenance (m3/an)	Cargo Déchets liés à la cargaison (m3/an)	Total déchets (m3/an)
Alger	Algerie	876	428	163	1,468
Annaba	Algerie	279	58	0	336
Arzew & Bethioua	Algerie	950	291	122	1,363
Bejaia	Algerie	418	153	12	583
Ghazaouet	Algerie	156	48	0	204
Jijel	Algerie	49	18	0	67
Mostananem	Algerie	246	91	16	353
Oran	Algerie	518	158	109	786
Skikda	Algerie	1,390	473	52	1,915
Tenes	Algerie	7	5	0	13
Terminal pétrolier Dhekelia	Chypre	n.a	n.a	n.a	0
Larnaka	Chypre	376	82	0	458
Terminal pétrolier Larnaka	Chypre	n.a	n.a	n.a	0
Terminal pétrolier Moni EAC	Chypre	4,643	208	120	4,971
Vassiliko	Chypre	21	17	0	38
Terminal pétrolier Vassilikos	Chypre	n.d.	n.d.	n.d.	0
Complexe portuaire Alexandrie & Dhekelia	Egypte	2,880	792	754	4,426
Damiette	Egypte	759	232	n.d.	992
Port Said	Egypte	691	211	130	1,032
Ashdod	Israel	3,060	935	n.d.	3,994
Hedera	Israel	194	48	n.d.	242
Haifa	Israel	8,046	701	n.d.	8,747
Beirut	Liban	900	330	78	1,308
Selaata	Liban	19	7	15	41
Sidon	Liban	114	35	6	155
Tripoli	Liban	353	108	n.d.	461
Cruise Terminal (Valletta)	Malte	3,156	24	0	3,181
Terminal Container Freeport	Malte	1,347	413	n.d.	1,759
Marsaxlokk	Malte	38	14	n.d.	52
Oil Tanking Malta, Port of Marsaxlokk	Malte	182	56	n.d.	238
Valletta	Malte	936	343	95	1,374
Nador	Maroc	3,255	414	99	3,768
Tangiers	Maroc	306	63	926	1,295
Lattakia	Syrie	707	260	156	1,123
Tartous	Syrie	583	178	68	829
Bizerte - Menzel Bourguiba	Tunisie	166	77	28	271
Gabes	Tunisie	936	286	304	1,526
Complexe portuaire La Goulette & Rades	Tunisie	1,120	410	82	1,612
Sfax	Tunisie	593	218	770	1,581
Sousse	Tunisie	306	63	926	1,295
Zarzis	Tunisie	214	62	170	446
Antalya	Turquie	313	115	33	461
Bodrun	Turquie	1,695	0	0	1,695
Dikili	Turquie	161	16	0	177
Iskenderun	Turquie	442	136	8	587
Izmir	Turquie	830	320	234	1,385
Kusadasi	Turquie	1,890	216	0	2,106
Marmiris	Turquie	158	87	0	246
Merisin	Turquie	1,414	432	49	1,895
Baie de Nemrut	Turquie	1,099	336	228	1,663
Total		48,793	9,971	5,750	64,514

Annexe C: Information de fond sur les technologies de traitement des déchets

1 Information de fond sur les technologies de traitement des déchets

Les principales opérations de bases sont::

- La réduction de taille ;
- La séparation.

1.1 Réduction de taille

Dans les cas où un mélange de déchets solides (déchets alimentaires exclus) est amené aux installations de réception, il est essentiel de réduire la taille des éléments avant tout traitement ultérieur. Cela peut être fait par écrasement et déformation dans des équipement spéciaux et il en résulte alors une augmentation de la densité.

Les équipements habituels utilisés dans ce but sont :

Des coupeuses

Des déchiqueteuses

Des broyeuses

1.1.1 Les déchiqueteuses

Les déchiqueteuses réduisent rapidement nombre de matériaux solides grâce a leur action rotatoire déchiquetant. Ces unités réduisent le volume de détritux jusqu'a 80%. En appliquant différents profils de lame, la déchiqueteuses peut être utilisée pour traiter des matériaux spécifiques tels que les déchets de métaux, plastiques, bois, caoutchouc ou autres.



Il y a différents modes possibles tels arbre seul, haut moment de torsion, cisaillement lent de déchiquètemnt pour la réduction de taille de matériel emballé, ou deux arbres, haut moment de torsion, cisaillement lent de déchiquètemnt pour la réduction de taille des déchets généraux. (moteur électrique puissance 15kW - 320kW).

1.1.2 Broyeuses

Les broyeuses sont souvent utilisées pour le bois, le plastique, caoutchouc ou autre matériaux déchets.



L'équipement peut être manipulé par un opérateur et consiste en une broyeuse à grande vitesse conçue pour réduire rapidement les déchets (puissance du moteur 1.5kW – 300kW)

1.2 Séparation

Si le triage des déchets n'a pas lieu à bord, un équipement technique peut séparer les déchets en un certain nombre de catégories principales comme

- Les plastiques
- Le verre
- Le métal
- Autres déchets solides

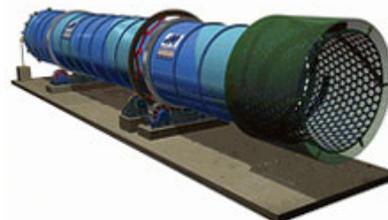
1.2.1 Filtration

Le fil de coin et la barre de secousse de trie sont conçus avec moteur vibratoires pour poids excentrique pour les installations à la fois fixes et mobiles.

Un trommel est un cylindre rotatoire qui est en général incliné vers le sol, ce qui, combiné avec l'action de tambour du trommel, sépare les matériaux de différente densité. Le trommel est utilisé pour séparer les produits recyclables mélangés, les éléments des déchets municipaux ou pour inspecter un compost.



Vibrating Wedge wire



Trommel Screen

Les analyses par Trommel sont utilisées par les installations de récupération de matériaux afin de séparer le papier du verre et d'autres contaminants des déchets municipaux préalablement

chiffonnés. Des trommels plus petits ont été utilisés afin de séparer les bouchons des étiquettes du verre brisé. Certains trommels sont conçus pour laisser passer le papier à travers tandis que des matériaux plus lourds sont dirigés vers un reécrasement ou une décharge. D'autres applications nécessitent des trommels en plusieurs parties ayant des ouvertures de taille différente.

1.2.2 Séparation magnétique

Le triage et la séparation de métaux ferreux par utilisation de systèmes magnétiques a été la pratique habituelle pendant de nombreuses années. Cependant, la récupération des métaux non ferreux était un travail intensif, coûteux et prenant du temps .

La majorité des séparateurs de métaux sont construits autour, soit de cartouches magnétique, soit d'assiettes magnétiques. Tandis que certaines options pour ces séparateurs peuvent nécessiter des connexions électriques ou pneumatiques, les aimants permanents eux-mêmes ne demandent aucune énergie extérieure.

En général, le choix entre ces deux types de base dépend largement des caractéristiques des matériaux qui doit être traité et du système de maintiens de ceux-ci.



Les aimants autonettoyants de recyclage sont des aimants permanents utilisant les derniers et les plus purs matériaux adaptés pour ce type de système. En comparaison avec les électro-aimants aucune source électrique n'est nécessaire, ils sont nettement plus léger en poids, ont un profile plus bas, ne nécessitent virtuellement aucune maintenance et sont moins cher à acheter, installer et utiliser.



Annexe D: Indication des volumes de pétrole récupérables par port

Volumes de pétrole récupérable						
Port	Pays	Ballastes (m3/an)	Nétoyages réservoirs (m3/an)	Eaux usées (m3/an)	Boues, résidus (m3/an)	Total récupérable oil (tonnes/an)
Alger	Algerie	0	0	3,888	3,042	792
Annaba	Algerie	0	0	395	330	85
Arzew & Bethioua	Algerie	0	0	3,286	1,649	448
Bejaia	Algerie	0	54,000	240	192	1,346
Ghazaouet	Algerie	0	0	329	274	71
Jijel	Algerie	0	0	126	102	26
Mostaganem	Algerie	0	0	510	512	131
Oran	Algerie	0	0	1,440	886	236
Skikda	Algerie	0	41,600	4,898	4,342	2,119
Tenes	Algerie	0	0	42	58	15
Terminal pétrolier Dhekelia	Chypre	0	3,978	60	161	135
Larnaka	Chypre	0	0	939	467	127
Terminal pétrolier Larnaka	Chypre	0	1,974	138	69	66
Limassol	Chypre	0	0	6,643	7,227	1,841
Terminal pétrolier Moni EAC	Chypre	0	876	24	79	40
Vassiliko	Chypre	0	0	211	105	29
Terminal pétrolier Vassilikos	Chypre	0	2,871	21	73	87
Complexe portuaire Alexandrie & Dhekelia	Egypte	0	0	5,400	9,000	2,246
Damiette	Egypte	0	0	2,190	2,993	753
Port Saïd	Egypte	0	0	2,666	889	256
Ashdod	Israel	0	0	6,372	6,638	1,695
Terminal Ashkelon	Israel	0	67,500	750	2,250	2,172
Hedera	Israel	0	0	165	275	69
Haïfa	Israel	0	0	7,646	7,965	2,034
Terminal pétrolier Haïfa	Israel	0	38,400	750	2,250	1,474
Beyrouth	Liban	0	0	2,500	2,083	540
Jounieh	Liban	0	0	383	64	21
Selaata	Liban	0	0	160	44	13
Sidon	Liban	0	0	790	219	65
Tripoli	Liban	0	0	2,250	681	199
Tripoli Oil Installations	Liban	0	0	1,059	402	113
Cruise Terminal (Valletta)	Malte	0	0	168	153	39
Terminal Container Freeport	Malte	0	0	8,431	18,750	4,635
Marsaxlokk	Malte	0	4,340	144	80	126
Oil Tanking Malta, Port of Marsaxlokk	Malte	0	12,000	643	464	410
Valletta	Malte	0	7,106	3,120	1,950	688
Nador	Maroc	0	0	5,278	6,040	1,534
Tanger	Maroc	0	0	99	282	69
Banias	Syrie	0	234,000	365	65	5,637
Lattakia	Syrie	0	0	1,971	1,460	382
Tartous	Syrie	0	0	3,444	1,715	467
Terminal pétrolier Tartous	Syrie	0	164,980	611	1,255	4,270
Bizerte - Menzel Bourguiba	Tunisie	71,905	62,400	875	486	1,634
Gabes	Tunisie	0	0	3,577	605	202
Complexe portuaire La Goulette & Rades	Tunisie	0	0	3,102	2,333	610
La Skhira (Terminal pétrolier)	Tunisie	444,680	319,740	666	3,402	8,536
Sfax	Tunisie	0	0	2,701	3,942	989
Sousse	Tunisie	0	0	99	282	69
Zarzis	Tunisie	0	9,600	743	413	341
Antalaya	Turquie	0	0	1,643	731	202
Bodrun	Turquie	0	0	0	876	210
Dikili	Turquie	0	0	37	219	53
Iskenderun	Turquie	0	0	1,550	767	209
Izmir	Turquie	0	0	3,468	2,472	649
Kusadasi	Turquie	0	0	365	194	52
Marmiris	Turquie	0	0	0	1,314	315
Merisin	Turquie	0	0	2,946	2,728	702
Baie de Nemrut	Turquie	0	0	4,242	2,120	577
Total		516,585	1,025,365	106,555	110,414	52,854

Legende

1. Ports où les installations sont proposées, mais pour lesquels aucune prise en charge du pétrole récupéré n'existe
2. Port pour lesquels les installations sont proposées et pour lesquels le pétrole est pris en charge (raffinerie par exemple)
3. Il est supposé que 80% du pétrole est récupéré

Annexe E: Calculs pour les installations de traitement

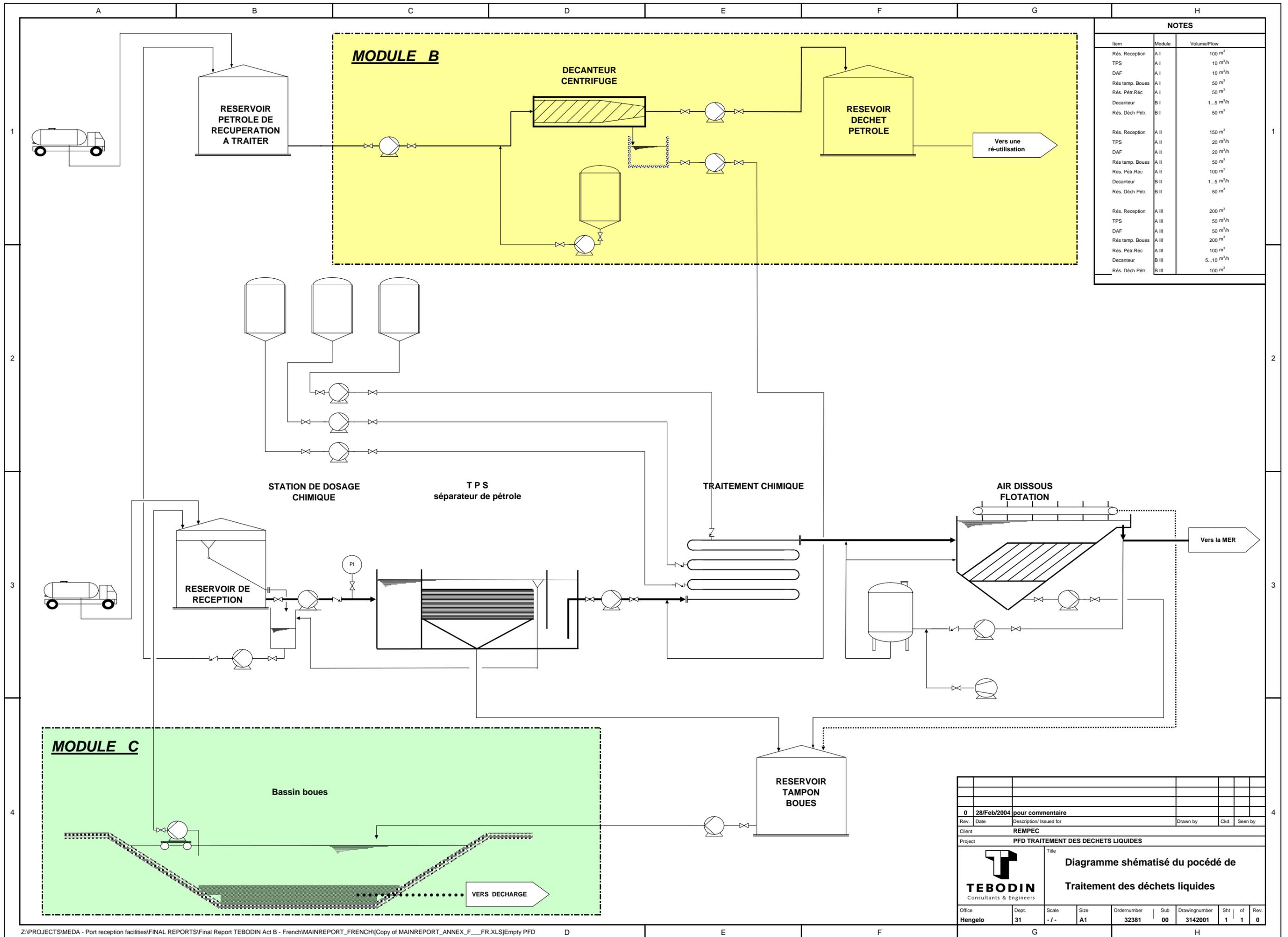
Port	Pays	Nettoyage des réservoirs (m3/an)	Eaux usées (m3/an)	Semaine moyenne (m3/sem)	Jour moyen (m3/j)	Flux moyen (m3/h)	Stockage proposé (Act. A et C) (m3)	Traitement proposé (Act. A et C) (m3/h)
Algiers	Algerie	0	3,888	74.8	15.6	1.9	70	9
Arzew & Bethioua	Algerie	0	3,286	63.2	13.1	1.6	50	6
Skikda	Algerie	41,600	4,898	894.2	186.0	23.2	450	55
Alexandria & Dhekelia	Egypte	0	5,400	103.8	21.6	2.7	140	18
Port Said	Egypte	0	2,666	51.3	10.7	1.3	34	5
Hadera	Israel	0	165	3.2	0.7	0.1	Ajout. 30	n.a
Beirut	Liban	0	2,500	48.1	10.0	1.3	45	6
Tripoli	Liban	0	2,250	43.3	9.0	1.1	30	5
Terminal pétrolières de Tripoli	Liban	0	1,059	20.4	4.2	0.5	Tripoli	Tripoli
Nador	Maroc	0	5,278	101.5	21.1	2.6	105	13
Banias	Syrie	234,000	365	4507.0	937.5	117.2	3720	470
Tartous	Syrie	164,980	4,055	3250.7	676.1	84.5	35	Banias
La Goulette & Rades	Tunisie	0	3,102	59.7	12.4	1.6	70	8.5
Sfax	Tunisie	0	2,701	51.9	10.8	1.4	65	8
Zarzis	Tunisie	9,600	743	198.9	41.4	5.2	barge	La Shkira
Antalya	Turquie	0	1,643	31.6	6.6	0.8	n.d.	n.d
Bodrum	Turquie	0	0	0.0	0.0	0.0	n.d.	n.d
Izmir	Turquie	0	3,468	66.7	13.9	1.7	Existant	n.d
Baie de Nemrut	Turquie	0	4,242	81.6	17.0	2.1	62	8

Legende:

n.d. = non déterminé

n.a. = non applicable

Annexe F: Diagramme schématisé d'installation type de réception de traitement de déchets



NOTES		
Item	Module	Volume/Flow
Rés. Reception	A I	100 m ³
TPS	A I	10 m ³ /h
DAF	A I	10 m ³ /h
Rés tamp. Boues	A I	50 m ³
Rés. Pétr. Réc	A I	50 m ³
Decanteur	B I	1...5 m ³ /h
Rés. Déch Pétr.	B I	50 m ³
Rés. Reception	A II	150 m ³
TPS	A II	20 m ³ /h
DAF	A II	20 m ³ /h
Rés tamp. Boues	A II	50 m ³
Rés. Pétr. Réc	A II	100 m ³
Decanteur	B II	1...5 m ³ /h
Rés. Déch Pétr.	B II	50 m ³
Rés. Reception	A III	200 m ³
TPS	A III	50 m ³ /h
DAF	A III	50 m ³ /h
Rés tamp. Boues	A III	200 m ³
Rés. Pétr. Réc	A III	100 m ³
Decanteur	B III	5...10 m ³ /h
Rés. Déch Pétr.	B III	100 m ³

0		28/Feb/2004		pour commentaire							
Rev.	Date	Description/ Issued for				Drawn by	Ckd	Seen by			
Client		REMPEC									
Project		PFD TRAITEMENT DES DECHETS LIQUIDES									
 TEBODIN Consultants & Engineers		Title Diagramme schématisé du pocédé de Traitement des déchets liquides									
		Office	Dept.	Scale	Size	Ordernumber	Sub	Drawingnumber	Sht	of	Rev.
Hengelo		31	- / -	A1	32381	00	3142001	1	1	0	

Annexe G: Aperçu des installations de réception disponibles, basé sur les Activités A et C

Country	Port / Terminal	Method of treatment of oily wastes	Charging system	Other remarks	
Algeria	NAFTEC spa Oil Terminal (port of Algiers)	Separation of oil and water Phases is achieved in two stages involving an initial treatment in an API separator followed by a decanting basin at 250 cub. Meters per hour maximum rate.	Up to 5.000 tons a charge equal to 100.000 Alg. dinars applies. For volumes greater than 5.000 tons 150.000 Alg. dinars	Oil recovered from the whole separation and treatment process is directed back to the distillation process.	
	Sontrach oil terminal (port of Skikda)	Separation of oil and water Phases is achieved in two stages involving an initial treatment in an API separator followed by a decanting basin at 250 cub. Meters per hour maximum rate.	Up to 5.000 tons a charge equal to 100.000 Alg. dinars applies. For volumes greater than 5.000 tons 150.000 Alg. dinars	Oil recovered from the whole separation and treatment process is directed back to the distillation process.	
Cyprus	ECOFUEL CYPRUS (port of Vassilikko)	Setting, chemical treatment, centrifugation and vacuum evaporation is carried out to separate oil fuel before its further filtration, homogenisation to provided as a commercial, replacement fuel oil. Effluent water is treated by DAF (5m ³ / hour) and biological treatment reducing the oil content below 15 ppm. It is not allowed to be discharged at sea.	During the period of the project, CYP 6 per m ³ , expected to be doubled shortly	The facility has been operating since March 2002. on average it receives 800 - 1.000 m ³ of oily wastes per month	
	Limassol	Controlled land filling	Charges are compulsory for each day in the port or anchorage at about \$.S. 16.0 per day.		
	Lankra	Controlled land filling at a designated disposal area 15 km from the port	Charges are compulsory for each day in the port (euro per day), passenger ships 85.5, container ships 25.7, Ro-Ro ships 43.2, Bulk carriers 22.8, Convent. Ship 28.5, Ships awaiting orders 17.1, laid up ships craft etc.. 11.40	Cargo associated waste can be also collected following an agreement with ships' representatives.	

Country	Port / Terminal	Method of treatment of oily wastes	Charging system	Other remarks
	Vassiliko	Controlled land filling	Charges are compulsory for each day in the port at about 10 CYP per day	
Egypt	Sidi Kerir Terminal	Mechanical type achieving 8.000 m ³ /hour through settling of water and skimming of separated oil.		
	Port of Damietta	Enhanced oil - water mixtures separation in the tanks. Oil recovered is disposed of the near by operating refinery.		
	Port of Said	Controlled land filling at a designated disposal area 10 km from the port.	Charges vary per cub. Meter of collected garbage. No other information.	
Israel	Haifa Oil Terminal	Gravitational settling of water in the reception and storage tank and treatment at standard API separators at a maximum of 400 cub. Meters/hour	A fixed fee of 15 \$ US per cubic meter dirty ballast tank washings collected applies according to Port Regulations	Scale and sludge retained onboard from tank cleaning operations can be accepted and treated to recycle as road construction material or disposed of in designated landfills following stabilization. Oily wastes from the machinery spaces of ships can be similarly collected from the facility.
	Ashkelon Terminal	Gravitational settling of water in the reception and storage tank and treatment at standard API separators at a maximum of 500 cub. Meters/hour	In accordance with the applicable port Regulations, vessels witch greater than 24 meters long, must pay a fee at as rate of 25% of the lighthouse dues imposed under these regulations, while the owners of the tankers calling at the port of Askelon must pay a fee at the rate of lighthouse dues.	Oily wastes from the machinery spaces of ships can be collected from barges operating in the area of the terminal

Country	Port / Terminal	Method of treatment of oily wastes	Charging system	Other remarks	
Malta	Tank Cleaning Facility (Malta Drydocks)	Mechanical type through settling tanks and separators achieving 2 - 7 ppm oil content in the water effluent.	Costs depends on quantity delivered	Oil recovered from the whole separation and treatment process can either be burned as boiler fuel or sold provided that a favourable flash point is achieved within the range of fuel oils.	
	Waste Oils Co.	mechanical treatment at 350m ³ /hour, thermal, enhanced dewatering, able to achieve less than 5 ppm water based effluent	Costs depends on quantity delivered	Oil recovered from the whole separation and treatment process can be blended to become a commercial fuel oil.	
Morocco	Tangier	Controlled land filing	Charges are compulsory for each day in the port at about 300 - 1.000 DH per day.		
Tunisia	La Skihira Terminal	Through a system of open air lagoons, separation of oil and water is achieved by gravity enhanced by the 3 meters eight of the basin resulting at an oil content of effluent water less than 10 ppm.	Free of charge		
Turkey	BOTAS Terminal (Chyhan Port)	Gravitational settling of water in the reception and storage tanks at a maximum rate of 1.000 cub. Meters/hour	\$ US 0.25 per each cub. Meter	Effluent water free oil (oil level around 2-3 ppm) is finally discharged at sea.	
	TUPRAS Terminal (Aliaga Port)	Gravitational settling and skimming of oil in the reception and storage tanks Further treatment of effluent water in the sewage treatment plant of the refinery.	For tanks washing and slops \$ US 100 plus \$ US 30 for every 100 gross tons. For dirty ballast or oily bilage water a charge of \$ US 60 per 1.000 gros tons.	Bilge oil water and other oil residues from the machinery spaces can be delivered to tanks used to receive drainage from hoses and loading arms at each jetty and pier.	
	Iskendeun Port	Mechanical (settling tanks/ conv. Separator) type in a 98 tons tank.	\$ US 45 per each 1.000 gross tons of tonnage.	Effluent water free oil (oil level around 15 ppm) is finally discharged at sea.	

No data available for Lebanon and Syria

Annexe H: Exemple de calcul rudimentaire de tarifs pour la réception dans les ports

Type d'Installation Incinérateur

Pays: Nicaragua

Port / Terminal: El Rama

IL S'AGIT SEULEMENT D'UN EXEMPLE
NON BASÉ SUR DES CHIFFRES RÉELS

Eléments de coût		Coûts	
Coûts d'investissement		Coûts en x1.000 Euro	
Investissement pour l'installation		€ 235	<input type="text"/>
Autres coûts francs		€ 30	<input type="text"/>
Eléments de coût		Coûts	
Dépréciation		Coûts en Euro	
Période de dépréciation (années)	10 <input type="text"/>		
Coût de dépréciation (par an)		€ 26,500	
coûts opérationnels par an			
Employés	2 <input type="text"/>		
Coût du travail par employé	€ 5,658 <input type="text"/>	€ 11,316	
Coût du travail par an		€ 11,316	
Surface (M²)	600 <input type="text"/>		
Coûts par M² de terrain	€ 5 <input type="text"/>		
Coûts du terrain		€ 3,000	
Energie		€ 240	<input type="text"/>
Carburants		€ 1,600	<input type="text"/>
Transport		€ 0	<input type="text"/>
Gestion		€ 1,500	<input type="text"/>
Coûts divers		€ 1,600	<input type="text"/>
Coûts capitaux			
Coûts des intérêts par an		€ 1,523	<input type="text"/>
Total		€ 58,595	

Type de déchet mazouté	Nombre de M³ (annuels)	
<input type="checkbox"/> Ballastes sales	0	<input type="text"/> FALSE
<input type="checkbox"/> Nettoyage des réservoirs	0	<input type="text"/> FALSE
<input checked="" type="checkbox"/> Eaux usées mazoutées	9,000	<input type="text"/> TRUE
<input checked="" type="checkbox"/> Résidus de pétrole (boues) et autres déchets de pétrole	20,500	<input type="text"/> TRUE
Total	29,500	

Coûts par M³ de déchet mazouté

€ 2.88