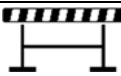



## Fiche technique

Procédé	<b>Traitement des résidus d'hydrocarbures</b>	
Types de déchets entrants (Input)		Les résidus d'hydrocarbures contenus dans les déchets municipaux proviennent principalement des déchets de chantier.
Définition 	<p>Un hydrocarbure (HC)<sup>1</sup> est un composé organique contenant exclusivement des atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H).</p> <p>Les résidus d'hydrocarbures<sup>2</sup> sont des déchets contenant du pétrole ou des dérivés du pétrole. Ces déchets proviennent généralement de l'entretien et du nettoyage d'installations de stockage et de distribution de carburant, de production et de distribution d'énergie et des activités de transport : station-service, fonds de cale des navires, ... Dans le cas des déchets municipaux, ceux-ci proviennent principalement des déchets de chantier.</p> <p>Les déchets d'hydrocarbures peuvent également provenir d'une pollution accidentelle.</p> <p>Les boues d'hydrocarbures sont issues du curage de cuves à fioul inutilisées.</p> <p>Les effluents résiduaires sont en général :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les huiles minérales,</li> <li>• les alcools (antigel),</li> <li>• les graisses minérales,</li> <li>• les paraffines (pas les copolymères!),</li> <li>• les huiles essentielles (parfum),</li> <li>• etc.</li> </ul>	
Références juridiques	Il n'existe aucune directive spécifique pour ce type de déchets, mais il existe la <b>Directive 91/689/CEE</b> du 12 Décembre 1991 relative aux déchets dangereux a pour principal objectif le rapprochement des législations des États membres relatives à la gestion contrôlée des déchets dangereux.	
Principales composantes	<p>Les hydrocarbures<sup>3</sup> se distinguent selon leur nature :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>les hydrocarbures saturés</b> dont la chaîne carbonée est constituée uniquement de liaisons simples (ex. : les alcanes).</li> <li>• <b>les hydrocarbures insaturés</b> dont la chaîne carbonée présente au moins une liaison double ou triple (ex. : les alcènes, les alcynes et les hydrocarbures aromatiques).</li> </ul> <p>De plus, il existe plusieurs enchaînements possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>les hydrocarbures acycliques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>les hydrocarbures linéaires</b> où chaque atome de carbone n'est lié qu'à deux autres atomes de carbones au plus (ex.: allènes).</li> <li>○ <b>les hydrocarbures ramifiés</b> où un ou plusieurs atomes de carbone sont liés à plus de deux autres atomes de carbone (ex. : isoctane).</li> </ul> </li> <li>• <b>les hydrocarbures cycliques</b> où la chaîne carbonée se referme sur elle-même (ex.: cyclohexane).</li> </ul> <p>Mais ils se distinguent également de par leur provenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>les hydrocarbures biogéniques</b> "frais" (gaz issu de la méthanisation naturelle contemporaine ou industrielle) ;</li> <li>• <b>les hydrocarbures conventionnels</b> (pétrole, gaz naturel et charbons tels qu'exploités dans leurs "réservoirs" géologiques jusqu'aux années 2000), de grande qualité pour l'industrie mais se raréfiant car ayant été surexploité ;</li> </ul>	

<sup>1</sup> [www.dlk.ch/index.php?/Traitement-des-eaux-residuaires/traitement-des-hydrocarbures.html](http://www.dlk.ch/index.php?/Traitement-des-eaux-residuaires/traitement-des-hydrocarbures.html)


<sup>2</sup> [www.ordimip.com/dechets?id=92](http://www.ordimip.com/dechets?id=92)

<sup>3</sup> [fr.wikipedia.org/wiki/Hydrocarbure](http://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrocarbure)

- **les hydrocarbures non-conventionnels** de roche-mère qui sont des formes de carbone fossile dont les gaz de houille (adsorbé sur du charbon et les hydrocarbures) que sont :
  - gaz de houille (CBM, adsorbé sur le charbon) ;
  - gaz de schiste exploité depuis 2004 essentiellement ;
  - pétrole de schiste aussi dit huile de schiste trouvés sous forme de condensat de gaz naturel ;
  - schistes bitumineux et sables bitumineux.

Les 3 derniers de ces hydrocarbures forment en réalité un continuum (de qualité de plus en plus mauvaise du point de vue industriel et environnemental).

Les différents procédés de traitement



Pour traiter ces effluents, cela dépend beaucoup des charges, des débits, du type de composés et des normes de rejet applicables. Ainsi leur traitement peut suivre différentes voies :

1. Valorisation énergétique
  - a. Décantation
  - b. Centrifugation
  - c. Flocculation
  - d. Ultrafiltration
  - e. Evapo-incinération
  - f. Incinération
2. Elimination
  - Enfouissement

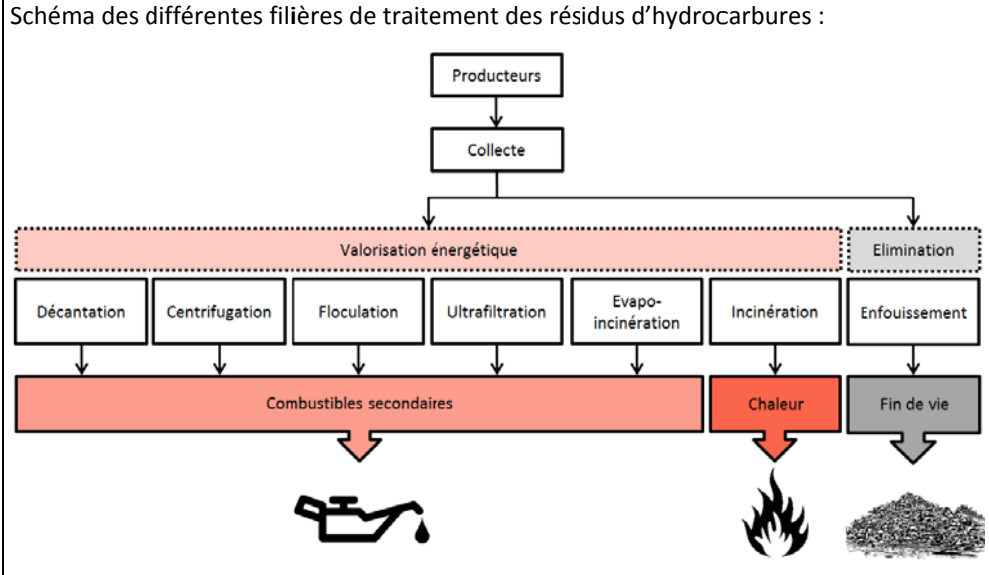



Figure 1 – Les différentes filières de traitement des résidus d'hydrocarbures

Coûts


**\$**

<b>Coûts</b>	Coûts variables selon le traitement choisi, la technologie utilisée et la capacité de l'installation
Traitement	entre 20€ à 180€/tonne à traiter <sup>4</sup> ≈ <b>220-2.000 MAD/tonne</b>


<sup>4</sup> Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, Rapport Final, BRGM/RP-58609-FR, France Juin 2010

Spécifications du procédé 1a	Décantation
<p>Description du procédé</p> 	<p>La décantation<sup>5</sup> est une opération de séparation mécanique, par différence de gravité de phases non-miscibles dont l'une au moins est liquide. On peut séparer des phases liquides, une phase solide en suspension dans une phase liquide.</p> <p>Dans le cadre du traitement de déchets, elle est utilisée afin de séparer les diverses phases en vue d'un traitement spécifique. Par exemple, des boues humides ainsi traitées donneront une phase liquide et des boues sèches qui iront chacune sur une chaîne de traitement particulière (épuration pour la phase aqueuses et valorisation pour les boues). L'illustration la plus répandue de cette technique est la station d'épuration.</p> <p><b>Principe</b></p> <p>Lorsqu'une suspension solide repose dans une phase liquide, les particules sous l'action de la pesanteur et de la poussée d'Archimède tendent à tomber vers le fond ou à remonter à la surface selon leur densité et leur taille. Cette décantation peut cependant être relativement lente pour les très fines particules (sensibles à l'agitation thermique) et les liquides particulièrement visqueux. Toutefois, il est possible d'agir sur plusieurs paramètres pour augmenter la vitesse de sédimentation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le diamètre des particules, en utilisant des flocculants</li> <li>• la différence de densité</li> <li>• la viscosité du fluide, qui diminue avec l'élévation de la température</li> <li>• la surface de base du bac</li> </ul> <p>Pour que la décantation soit efficace, il faut que la vitesse de sédimentation des particules soit supérieure à 8 m/h. Les temps de séjour augmentent lorsque la vitesse de décantation diminue, donc entre 5 et 8 m/h, une étude économique est nécessaire pour choisir la meilleure alternative entre décantation et aéroflottation.</p> <p>Ces installations ont pour objectifs (parfois concourants) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la clarification, qui donne phase liquide quasi débarrassée de particules solides.</li> <li>• l'épaississement, qui donne une boue à la teneur en solide la plus haute possible.</li> </ul> <p>On distingue deux types d'installations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les décanteurs à contact de boues, que l'on alimente périodiquement en effluent (floculé, coagulé...) pour y maintenir la teneur en suspension.</li> <li>• les décanteurs statiques, que l'on coupe du circuit d'alimentation en effluents pour la durée de la décantation.</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédé simple</li> <li>- Procédé bon marché</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédé de longue durée selon la vitesse de sédimentation</li> <li>- Efficacité moindre</li> </ul>

<sup>5</sup> [www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich4\\_4.htm](http://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich4_4.htm)


Spécifications du procédé 1b	Centrifugation
<p>Description du procédé</p> 	<p>La centrifugation<sup>6</sup> est une opération de séparation mécanique, par action de la force centrifuge, de deux à trois phases entraînées dans un mouvement de rotation. On peut séparer deux phases liquides, une phase solide en suspension dans une phase liquide, voire deux phases liquides contenant une phase solide.</p> <p>Dans le cadre du traitement de déchets, elle est utilisée afin de séparer les diverses phases en vue d'un traitement spécifique. Par exemple, des boues humides ainsi traitées donneront une phase liquide et des boues sèches qui iront chacune sur une chaîne de traitement particulière (épuration pour la phase aqueuses et valorisation pour les boues).</p> <p><b>Principe</b></p> <p>Idem que le principe de la décantation, seulement la centrifugation permet de découpler le pouvoir séparateur du champ de pesanteur vertical en lui substituant un champ centrifuge radial. Il s'agit donc d'entraîner un appareil (le "bol") à grande vitesse, en rotation autour d'un axe. Son accélération, proportionnelle à la distance à l'axe de rotation, varie comme le carré de la vitesse.</p> <p>À 10 000 tr/mn, on obtient, à 10 cm de l'axe, une accélération mille fois plus grande que celle de la pesanteur. Dans le cadre du traitement des effluents, le coefficient de centrifugation se situe en général autour de 10 000 g. On peut agir sur plusieurs paramètres pour augmenter l'efficacité de la centrifugation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le diamètre des particules, en utilisant des flocculants</li> <li>• la différence de densité</li> <li>• la viscosité du fluide, qui diminue avec l'élévation de la température</li> <li>• la surface de base du bol</li> <li>• la vitesse de rotation, qui laisse la plus grande latitude de réglage</li> </ul> <p>On distingue deux domaines de centrifugation : la décantation (par séparateur) et la filtration (paressoreuse) centrifuges.</p>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédé simple</li> <li>- Procédé bon marché</li> <li>- Procédé de sédimentation accéléré</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficacité moindre</li> </ul>

<sup>6</sup> [www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich4\\_5.htm](http://www.emse.fr/~brodhag/TRAITEME/fich4_5.htm)


Spécifications du procédé 1c	Floculation
<p data-bbox="188 275 352 331">Description du procédé</p> 	<p data-bbox="432 275 1410 432">La floculation<sup>7</sup> est le processus physico-chimique au cours duquel des matières en suspension dans un liquide s'agglomèrent pour former des particules plus grosses, généralement très poreuses, nommées floccs. Les floccs sédimentent généralement beaucoup plus rapidement que les particules primaires dont ils sont formés. La floculation peut avoir lieu naturellement ou peut être accélérée par l'ajout d'un flocculant.</p> <p data-bbox="432 454 1410 544">Le principe de base<sup>8</sup> consiste à utiliser des réactifs chimiques pour séparer physiquement les polluants de l'eau à l'aide de différentes techniques, telles que les filtres à bande, les filtres à poche ou les filtre-presse.</p> <p data-bbox="432 566 1410 656">Les systèmes physico-chimiques (floculation) sont particulièrement adaptés pour le traitement des métaux lourds ou des particules colloïdales (taille entre 1 et 10 µm), mais également pour les hydrocarbures.</p> <p data-bbox="432 678 1410 768">Dans certains cas, le traitement chimique s'apparente plus à une réaction chimique qu'à une séparation des particules. Il s'agit de solutions de traitement appliquées au traitement des effluents issus de l'industrie chimique et médicale.</p> <p data-bbox="432 790 1410 857">Par contre, quand il n'y a que des huiles, typiquement dans le cas des eaux de lavages de véhicules, c'est une solution peu recommandée.</p> <p data-bbox="432 880 1410 936">Il s'agit de systèmes avantageux à l'achat et universels. Les frais d'exploitation sont par contre souvent assez élevés.</p>
Avantages	- Coûts d'investissement bon marché
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûts d'exploitation considérables</li> <li>- Solution non recommandée lorsqu'il n'y a que des huiles dans les effluents</li> </ul>

<sup>7</sup> [fr.wikipedia.org/wiki/Floculation](http://fr.wikipedia.org/wiki/Floculation)


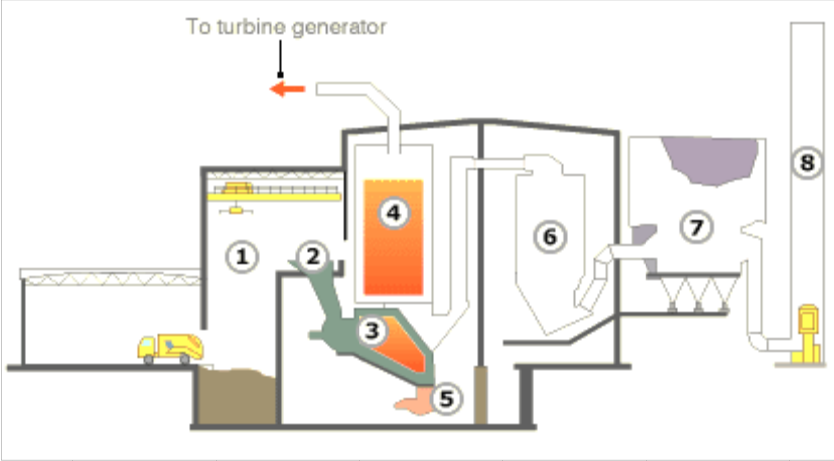
<sup>8</sup> [www.dlk.ch/index.php?/Traitement-des-eaux-residuaires/systeme-de-floculation-spa.html](http://www.dlk.ch/index.php?/Traitement-des-eaux-residuaires/systeme-de-floculation-spa.html)

Spécifications du procédé 1d	Ultrafiltration
<p>Description du procédé</p> 	<p>L'ultrafiltration<sup>9</sup> décrit la filtration d'un fluide par membrane microporeuse afin de le débarrasser de particules qu'il pourrait contenir en suspension.</p> <p>En eau potable, l'ultrafiltration est caractérisée par un seuil de coupure de l'ordre de 0,01 µm. Toutes les molécules de taille supérieure sont stoppées (pollens, algues, parasites, bactéries, virus, germes et grosses molécules organiques), laissant filtrer à l'arrivée une eau parfaitement clarifiée et désinfectée sans utilisation de produits chimiques.</p> <p>En assainissement, l'ultrafiltration est utilisée comme clarificateur et sert donc à séparer les boues biologiques de l'effluent épuré.</p> <p>Procédé universel qui peut être installé seul ou intégré dans une chaîne de traitement plus complexe, l'ultrafiltration clarifie et désinfecte l'eau en une seule étape.</p>
<p>Avantages</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédé universel</li> <li>- Peut être installé seul ou intégré dans une chaîne de traitement plus complexe</li> <li>- Clarifie et désinfecte l'eau en une seule étape</li> <li>- Efficacité de traitement</li> </ul>
<p>Inconvénients</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solution intéressante uniquement pour les effluents faiblement chargés</li> </ul>

<sup>9</sup> [fr.wikipedia.org/wiki/Ultrafiltration](http://fr.wikipedia.org/wiki/Ultrafiltration)

Spécifications du procédé 1e	Evapo-incinération
Description du procédé 	L'évapo-incinération <sup>10</sup> est un traitement thermique et physico-chimique au cours desquels la phase aqueuse volatile du déchet est séparée par évaporation de la phase huileuse non volatile puis "cassée" thermiquement : les vapeurs d'eau subissent un traitement d'oxydation thermique à haute température qui détruit la totalité des polluants ainsi que la charge organique résiduelle. Généralement réservé à la séparation par évaporation de la phase aqueuse d'un déchet et d'une phase en général huileuse (mais aussi dans certains cas minérale) ; les vapeurs dégagées sont oxydées thermiquement et le concentrât huileux peut être utilisé comme combustible d'appoint dans les incinérateurs.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Destruction totale des polluants</li> <li>- Efficacité de traitement</li> <li>- Utilisation des concentrât huileux comme combustible secondaire</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologie complexe et coûteuse</li> <li>- Nécessite une installation à grande échelle pour être économiquement rentable</li> <li>- Doit être équipé d'un dispositif de traitement des gaz toxiques</li> </ul>


<sup>10</sup> [www.dictionnaire-environnement.com/evapo-incineration\\_ID442.html](http://www.dictionnaire-environnement.com/evapo-incineration_ID442.html)

Spécifications du procédé 1f	Incinération
<p data-bbox="186 275 352 331">Description du procédé</p> 	<p data-bbox="432 275 1409 562">L'incinération est une technique qui permet de réduire rapidement le volume des déchets entrants jusqu'à 95%. Mais les cendres restantes doivent encore être éliminées. Les incinérateurs sont généralement utilisés pour détruire les déchets organiques qui présentent des risques élevés pour la santé et l'environnement. Dans le cas d'un environnement sensible et où aucune autre option d'élimination n'est réalisable, l'incinération peut être la meilleure façon de gérer les huiles usagées. En revanche, leur incinération ne peut se faire que dans un four équipé de dispositifs de traitement de fumées toxiques. Les émissions produites par ces incinérateurs doivent suivre les normes réglementaires et de permettre une production d'énergie efficace.</p> <p data-bbox="432 618 1353 707">Pour chaque type d'incinérateur et de types de déchets à traiter, le processus varie légèrement. L'illustration ci-après montre le processus d'incinération des déchets de manière générale.</p>  <p data-bbox="464 1211 1377 1240">Figure 2 – Schéma du procédé de craquage thermique à l'exemple du pétrole brut<sup>11</sup></p> <p data-bbox="432 1272 1409 1753">Les déchets entrant sont amenés à l'usine d'incinération des déchets et déversés dans la zone de stockage (1). Les déchets passent ensuite dans une trémie (2). De la trémie, les déchets sont progressivement introduits dans l'incinérateur (3). Celui-ci fonctionne à différentes gammes de températures en fonction du type de déchets à incinérer. La chaleur provenant de l'incinération des déchets est ensuite utilisée pour réchauffer le fluide de travail (généralement de l'eau) dans la chaudière (4). La vapeur de ce processus est ensuite transmise à un générateur de turbine pour produire de l'électricité. Les cendres des déchets brûlés tombent dans une zone de collecte (5). A ce stade, un électro-aimant peut être utilisé pour ramasser les métaux restants dans les cendres qui pourraient ensuite être recyclés. Les gaz de combustion contenant des cendres fines et d'autres vapeurs toxiques passent ensuite à travers un réacteur d'épuration (6). Cet épurateur filtre les gaz de combustion et extrait les polluants acides tels que le SO<sub>2</sub> et les toxines. De l'épurateur, les gaz peuvent ensuite passer à travers un système d'élimination des particules fines qui réduit encore la toxicité des gaz de combustion (7). Les fumées sont finalement évacuées par la cheminée (8).</p> <p data-bbox="432 1776 1074 1798">Il existe de nombreuses formes d'incinérateurs de déchets:</p> <ul data-bbox="432 1821 1409 1982" style="list-style-type: none"> <li>- <b>Incinérateur à grille mobile</b> : une grille mobile est utilisée pour déplacer les déchets vers le brûleur. Ainsi les déchets sont brûlés de manière uniforme et leur combustion maximum est assurée.</li> <li>- <b>Incinérateur à four rotatif</b> : les déchets sont chargés dans un four cylindrique et tournés pendant que les déchets brûlent. Ce type d'incinérateur est le plus largement</li> </ul>

<sup>11</sup> me1065.wikidot.com/waste-incineration



	<p>utilisé dans les applications industrielles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Incinérateur à lit fluidisé</b> : les déchets alimentent un four où ils entrent en contact avec du sable porté à 850°C. De l'air est injecté, qui brasse les déchets et le sable afin d'assurer une combustion homogène.</li> </ul> <p>Le type d'incinérateur utilisé est basé sur le type de déchets à incinérer, la quantité de déchets à brûler (capacité) et les besoins spécifiques de l'installation. Comme indiqué ci-dessus le four rotatif est le plus largement utilisé car il permet de brûler très efficacement de nombreux types différents de déchets et la rotation du four permet de brûler tous les combustibles en entièrement et de façon uniforme.</p>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction du volume entrant jusqu'à 95%</li> <li>- Permet de traiter les déchets dangereux et toxiques</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologie complexe et coûteuse</li> <li>- Nécessite une installation à grande échelle pour être économiquement rentable</li> <li>- Doit être équipé d'un dispositif de traitement des gaz toxiques</li> </ul>

Spécifications du procédé 2	Enfouissement
Description du procédé 	<p>Les boues contenant des hydrocarbures peuvent être admises en centre de stockage de déchets dangereux.</p> <p>Ces sites d'enfouissement sont spécialement conçus pour l'entreposage sécurisé des matières dangereuses et potentiellement dangereuses qui ne peuvent pas être traitées. L'objectif est que les déchets perdent leur dangerosité ou risques potentiels pour l'environnement.</p>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfouissement sécurisé des matières dangereuses et potentiellement dangereuses</li> <li>- Prévention des émissions nocives par le biais de mesures de protection spécifiques telles qu'une étanchéité de base, une étanchéité de surface et les systèmes de collecte des lixiviats et des gaz</li> <li>- Sécurisation de longue durée par des mesures de sécurité spécifiques et une phase post-opératoire</li> <li>- Option économiquement avantageuse par rapport à d'autres options de traitement plus chers</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grands dommages sur l'environnement (pollution de l'air), dans le cas où ceux-ci sont brûlés</li> <li>- Nécessite un contrôle et un suivi durable et intensif</li> </ul>