



## Fiche technique

Procédé	<b>Traitement des piles et accumulateurs usagés</b>	
Types de déchets entrants (Input)		<p>Les piles et accumulateurs sont des générateurs électrochimiques utilisés comme source d'énergie principale ou secondaire dans de nombreux équipements électriques ou électroniques (EEE) ou dans des véhicules. Ils peuvent être composés d'un ou plusieurs éléments connectés entre eux. Les piles et accumulateurs sont utilisés par les entreprises, mais également par les administrations et les ménages.</p>
Définition 	<p>On distingue différentes catégories de piles et accumulateurs<sup>1</sup> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Les piles et accumulateurs portables</b> (en forme de bâton, de bouton ou plate) sont scellés et peuvent être portés à la main : ils sont utilisés dans des équipements portables d'usage courant (calculatrices, montres, lampes, appareils photo, téléphones, ordinateurs, jouets, outillage...).</li> <li>• <b>Les piles et accumulateurs automobiles</b> sont destinés à alimenter les systèmes de démarrage, d'éclairage ou d'allumage (batteries de démarrage au plomb).</li> <li>• <b>Les piles et accumulateurs industriels</b> sont conçus exclusivement pour des applications industrielles ou professionnelles, ou utilisés dans tous les types de véhicules électriques.</li> </ul> <p>Les piles et accumulateurs usagés sont considérés comme des déchets lorsqu'ils ne répondent plus à l'usage pour lequel ils ont été fabriqués. Ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une pile déchargée est dite usagée (piles jetables),</li> <li>• un accumulateur, au-delà d'un nombre importants de cycles de charges, n'est plus utilisable,</li> <li>• une batterie qui ne contiendrait plus d'électrolyte est également en fin d'usage (sauf recharge possible dans certains cas).</li> </ul> <p>Par ailleurs, les piles et accumulateurs peuvent être dits usagés alors qu'ils fonctionnent encore : plus d'utilité, dysfonctionnement ou obsolescence de l'appareil les contenant.</p> <p>Les accumulateurs au plomb, accumulateurs nickel-cadmium, les piles contenant du mercure et les électrolytes de piles et accumulateurs collectés séparément sont classés déchets dangereux. Les piles salines et alcalines ne sont pas classées déchets dangereux, sauf lorsqu'elles se retrouvent en mélange avec d'autres types de piles et accumulateurs (quelle que soit la proportion du mélange).</p>	
Références juridiques	<p>La <b>Directive 91/157/CEE</b> du 18 Mars 1991 relative aux piles et accumulateurs contenant certaines matières dangereuses.</p> <p>La <b>Directive 2006/66/CE</b> du 6 septembre 2006 modifie la <b>Directive 91/157/CEE</b> relative aux piles et accumulateurs contenant certaines substances dangereuses.</p>	
Principales composantes	<p>La composition standard des piles vendues sur le marché est décrite par le tableau suivant<sup>2</sup> :</p> <p>Table 1 – Composition standard des piles</p>	

<sup>1</sup> [www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?catid=14813](http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?catid=14813)

<sup>2</sup> Handbook for Practical Waste Management Implementation in Romania (NWMP implementation) 2004

System	Métaux									Electrolytes					Autres Kunststoffe, Papier, Kohle, Ruß
	Pb	Ni	Cd	Zn	Mn	Ag	Hg	Li	Fe	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KOH	NH <sub>4</sub> Cl, ZnCl <sub>2</sub>	Or- gan. Elektr.	H <sub>2</sub> O	
Pb/ PbO <sub>2</sub>	65	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	17	10
NiCd (Stahlg.)	-	20	15	-	-	-	-	-	45	-	5	-	-	10	5
Zn/ MnO <sub>2</sub> -sauer -alkalisch	-	-	-	20 20	25 30	-	-	-	20 20	-	-	5	-	10 10	20 15
Zn/ AgO <sub>2</sub>	-	-	-	10	-	30	1	-	40	-	3	-	-	6	10
Zn/ HgO	-	-	-	10	-	-	30	-	40	-	3	-	-	6	11
Zn/ O <sub>2</sub>	-	-	-	30	-	-	2	-	45	-	4	-	-	8	12
Li/ MnO <sub>2</sub>	-	-	-	-	30	-	-	2	50	-	-	-	10	-	10

L'utilisation des piles à base de mercure est actuellement en train de diminuer sur le marché. Cependant, leur nombre reste important et donc leur enfouissement devra être pris en considération pendant encore un certain nombre d'années.

Les différents procédés de traitement



Les différents procédés de traitement sont les suivants :

1. Valorisation matérielle
  - a. Distillation et pyrolyse
  - b. Hydrométallurgie
  - c. Pyrométallurgie
  - d. Fusion
2. Valorisation énergétique
  - Incinération
3. Elimination
  - Enfouissement

Schéma des différentes filières de traitement des piles et accumulateurs usagés :

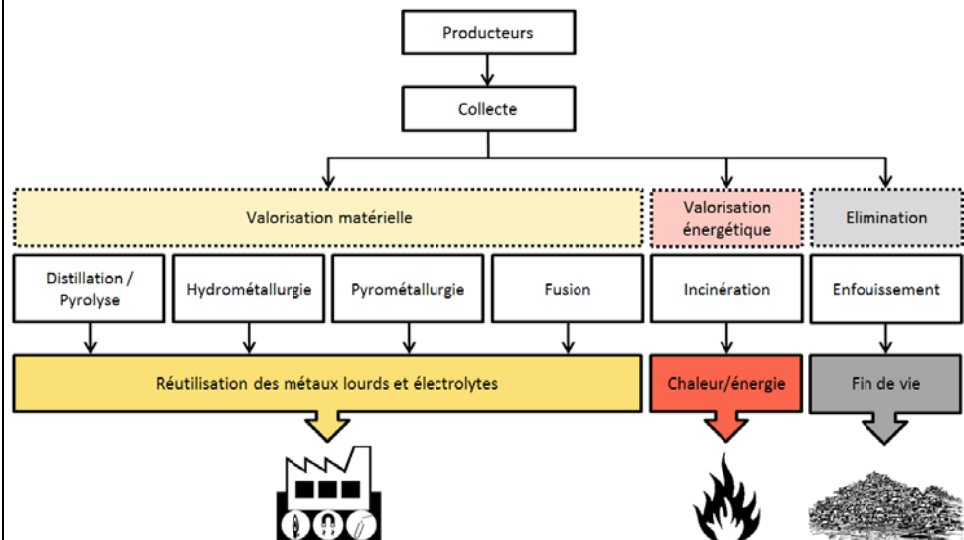


Figure 1 – Les différentes filières de traitement des piles et accumulateurs usagés


Coûts




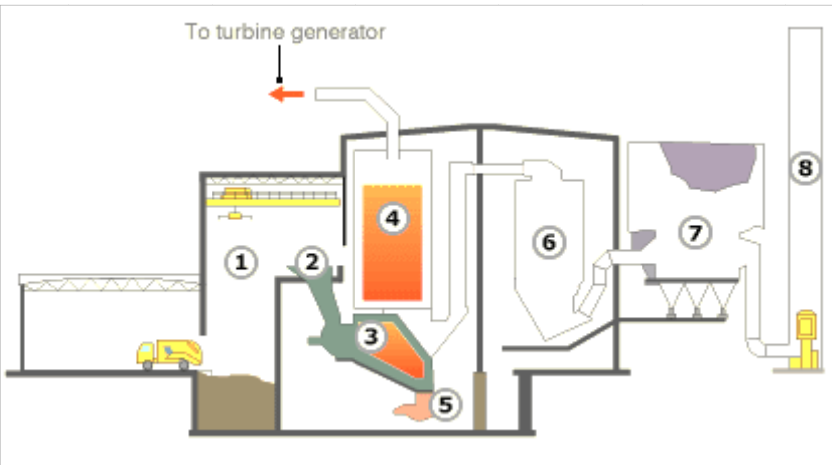
<b>Coûts</b>	Coûts variables selon le traitement choisi, la technologie utilisée et la capacité de l'installation
Investissement et exploitation	> 4.400 €/tonne de piles et accumulateurs <sup>3/4</sup> > 50.000 MAD/tonne

<sup>3</sup> "Used Battery Collection and Recycling" de G. Pistoia, J.-P. Wiaux, S.P. Wolsky

<sup>4</sup> www.senat.fr/rap/098-415/098-41526.html


Spécifications du procédé 1	Valorisation matérielle
<p>Description du procédé</p> 	<p>Quatre types<sup>5</sup> de procédés de valorisation matérielle existent, selon les types de piles et accumulateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. Distillation et pyrolyse</b> La distillation et la pyrolyse s'applique en particulier aux piles bouton : les piles subissent d'abord un broyage cryogénique sous azote liquide afin d'éviter la vaporisation du mercure. L'amalgame obtenu subira ensuite une distillation.</li> <li><b>b. Hydrométallurgie</b> L'hydrométallurgie est un procédé chimique qui concerne les piles alcalines-salines, les accumulateurs Ni-Cd et lithium-ion. Après broyage et séparation par tri magnétique, les fractions non ferreuses sont mises en solution et subissent une attaque acide ou basique à basse température ;</li> <li><b>c. Pyrométallurgie</b> La pyrométallurgie peut être utilisée pour la majorité des piles et accumulateurs : les piles et accumulateurs usagés sont introduits dans un four qui va permettre de séparer les métaux par condensation (grâce aux différentes températures d'évaporation des métaux) et par différence de densité ;</li> <li><b>d. Fusion</b> Ce procédé concerne les batteries au plomb. Il est comparable à la pyrométallurgie mais ne donne qu'une seule matière en sortie de four : du plomb sous forme de lingots.</li> </ul> <p>A noter que la filière hydrométallurgique est parfois complétée par une voie pyrométallurgique en fonction des fractions à valoriser.</p>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les métaux sont récupérés et réutilisés</li> <li>- Les effets néfastes sur l'environnement sont minimisés</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certaines technologies sont complexes et coûteuses</li> <li>- Certaines technologies nécessitent un processus intensif en énergie</li> </ul>

<sup>5</sup> [www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?catid=14813](http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?catid=14813)

Spécifications du procédé 2	Incinération
<p>Description du procédé</p> 	<p>L'incinération des piles et accumulateurs usagés n'est pas une option appropriée.</p> <p>En Europe, la <i>Directive 2006/66/CE</i> interdit aux états membres l'incinération des déchets de piles et d'accumulateurs industriels et automobiles. Cependant, les résidus des piles et des accumulateurs qui ont été soumis à la fois à un traitement et au recyclage peuvent être éliminés dans des incinérateurs.</p> <p>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>Le pouvoir calorifique élevé des huiles usagées intéresse particulièrement les entreprises fortes consommatrices de chaleur, comme les cimentiers, les incinérateurs, etc.</p> <p>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>Figure 2 – Schéma du procédé de craquage thermique à l'exemple du pétrole brut<sup>6</sup></p> <p>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>

<sup>6</sup> me1065.wikidot.com/waste-incineration

	<p>Il existe de nombreuses formes d'incinérateurs de déchets:</p> <ul 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 utilisé dans les applications industrielles.</li> <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 3	Enfouissement
<p>Description du procédé</p> 	<p>L'enfouissement des piles et accumulateurs usagés en décharges pour déchets dangereux n'est pas une option appropriée.</p> <p>En Europe, la <i>Directive 2006/66/CE</i> interdit aux états membres la mise en décharge des déchets de piles et d'accumulateurs industriels et automobiles. Cependant, les résidus des piles et des accumulateurs qui ont été soumis à la fois à un traitement et au recyclage peuvent être éliminés dans des décharges pour 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>
<p>Avantages</p>	<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 coûteuses</li> </ul>
<p>Inconvénients</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le pouvoir énergétique ou le recyclage des piles et accumulateurs n'est pas utilisé</li> <li>- Nécessite un contrôle et un suivi durable et intensif</li> </ul>