

GUIDE DE LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES EN MÉDITERRANÉE



Strategic Partnership for the Mediterranean Sea Large Marine Ecosystem

Together for the Mediterranean Sea

MedPartnership





GUIDE DE LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES EN MÉDITERRANÉE



UNEP



Notice légale

Les appellations employées dans le présent document, et la présentation des données qui y figurent n'impliquent aucune prise de position de la part de l'Unité de Coordination du PNUE/PAM quant au statut juridique des pays, territoires, régions ou villes, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN: 978-92-807-3539-0

Droits d'auteur

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale de la part du détenteur du droit d'auteur, à condition de faire mention de la source. Le PNUE/PAM serait reconnaissant de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source. Il n'est pas possible d'utiliser la présente publication pour la revente ou à toute autre fin commerciale, sans demander au préalable par écrit la permission à l'Unité de Coordination du PNUE/PAM.

Ce guide a été commandé par l'unité d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine (MED POL) du Plan d'Action pour la Méditerranée (PNUE/PAM) au Centre d'activités régionales pour la consommation et la production durables (CAR/CPD) dans le cadre du projet MedPartnership.

Supervision : CAR/CPD

Contenu technique : Consultant en matière de développement durable pour le suivi et l'évaluation participatifs : www.pmecon.com et INESCOP : www.cator-sa.com

2015



PREFACE

Ce guide technique est axé sur la gestion écologiquement rationnelle (GER) des batteries au plomb et son objectif ultime est d'apporter des informations aux pays méditerranéens afin de mettre en place un système de gestion approprié pour prévenir les risques pour la santé humaine et l'environnement.

Il a été développé par le Programme MED POL du PNUE/PAM en collaboration avec le Centre régional de la Convention de Bâle à Bratislava en 2014, au titre du Projet MedPartnership et dans le cadre du Programme de travail PAM 2015-2015.

La gestion de batteries au plomb usagées se réfère au processus global de collecte, transport, récupération et/ou élimination des batteries au plomb usagées, y compris la supervision de telles opérations. Le système de gestion écologiquement rationnelle des batteries au plomb usagées peut être mis en œuvre avec succès uniquement lorsque des dispositions législatives sont efficaces et applicables, lorsque tous ou au moins la plupart des producteurs/importateurs de batteries au plomb participent au système, lorsque les installations pour le recyclage du plomb sont disponibles à une distance appropriée (idéalement

dans le pays ou à faible distance dans un pays voisin) et lorsqu'il existe des contrôles efficaces par l'État afin de prévenir des dangers pour la santé humaine et l'environnement sur la santé avec une application renforcée de la loi.

Ce guide technique fournit des informations et données de bases concernant les sources et quantité de batteries au plomb usagées, un aperçu des normes disponibles, des spécifiques et lignes directrices techniques concernant le stockage et le traitement des batteries et accumulateurs ainsi que des informations concernant les aspects environnementaux et sanitaires associés. Il décrit également la collecte, le transport, le stockage, le traitement et la récupération de

batteries au plomb usagées ainsi que leur mouvement transfrontalier. Pour finir, il explique les potentielles sources de contamination environnementale et discute des aspects économiques de la gestion écologiquement rationnelle des batteries au plomb usagées.

Ce guide a été examiné par une réunion d'experts et approuvé par la réunion des Points focaux PAM en 2015. Il est publié en ligne en anglais et en français afin de soutenir les pays méditerranéens dans la mise en œuvre des actions prioritaires pertinentes du Plan d'action national adopté dans le cadre des Articles 5 et 15 du Protocole « tellurique » de la Convention de Barcelone et son Programme d'action stratégique PAS-MED.

1. Le Partenariat stratégique pour le grand écosystème marin de la Méditerranée (MedPartnership) représente un effort collectif d'organisations phares (régionales, internationales, intergouvernementales, etc.) et de pays partageant la mer Méditerranée pour la protection du milieu marin et du littoral méditerranéen. Le MedPartnership est dirigé par le Plan d'action pour la Méditerranée du Programme (PAM) des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et la Banque mondiale et soutenu financièrement par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et d'autres donateurs, y compris l'Union européenne (UE) et tous les pays participants.

TABLES DES MATIÈRES

● DÉFINITIONS	9	● VALORISATION DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	41
● DESCRIPTION D'UNE BATTERIE AU PLOMB	10	● ELIMINATION DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	56
● ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES	12	9.1 Décharges pour déchets dangereux	56
● SOURCES DES DÉCHETS DE BATTERIES AU PLOMB, ESTIMATION DE LA QUANTITÉ DE BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	14	9.2 Stockage souterrain à long terme des déchets dangereux	60
● APERÇU DES NORMES, SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES ET DIRECTIVES SUR LE STOCKAGE ET LE TRAITEMENT DES BATTERIES ET ACCUMULATEURS	17	9.3 Admission des déchets dans les décharges	61
5.1 Cadre législatif de l'Union européenne	17	● MOUVEMENTS TRANSFRONTIÈRES DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	62
5.2 Les meilleures techniques disponibles – documents de référence de la Commission européenne	18	10.1 Exigences générales pour le transport / ADR	64
5.3 Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination	21	10.2 Attention particulière aux batteries et accumulateurs à électrolyte liquide	67
5.4 Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales de la Convention de Stockholm	21	● SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT	67
● COLLECTE, TRANSPORT ET STOCKAGE DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	23	11.1 Procédé de rupture des batteries	67
6.1 Recommandations générales pour la sécurité et la protection de la santé au travail pour les travailleurs lors de la manutention et du traitement des batteries au plomb usagées	24	11.2 Procédé de réduction du plomb	68
6.2 Collecte et tri des batteries au plomb usagées	25	11.3 Procédé d'affinage du plomb	70
6.3 Transport des batteries au plomb usagées	29	11.4 Exemples d'une mauvaise gestion des déchets susceptible d'engendrer une pollution de l'environnement	71
6.4 Stockage des batteries au plomb usagées	32	● ASPECTS ÉCONOMIQUES DE LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	72
● TRAITEMENT DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES	38	● CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	75
		● BIBLIOGRAPHIE	76



DÉFINITIONS

Batterie – tout dispositif qui stocke l'énergie pour une utilisation ultérieure ; l'usage habituel du mot « batterie » est cependant limité à un dispositif électrochimique qui transforme l'énergie chimique en électricité au moyen de cellules galvaniques.

Cellule galvanique – dispositif composé de deux électrodes (anode et cathode) et de solution d'électrolyte; les batteries peuvent contenir une ou plusieurs cellules galvaniques.

Batterie au plomb – accumulateur électrique où le matériel actif des plaques positives est fabriqué des éléments de plomb et le matériel des plaques négatives est essentiellement le plomb, l'électrolyte étant une solution d'acide sulfurique dilué.

Batterie au plomb usagée – batterie qui n'est plus capable d'être rechargée, ou bien ne peut retenir sa charge correctement, sa durée de vie touche à sa fin et devient un déchet.

Gestion des batteries au plomb usagées – processus global de collecte, transport, valorisation et élimination des batteries au plomb usagées, y compris la surveillance de ces opérations

Collecte séparée – ramassage des batteries au plomb usagées, y compris le tri et le stockage préliminaires des batteries au plomb usagées en vue de leur transport au centre de traitement

Stockage – dépôt des batteries au plomb

usagées dans les locaux du centre de traitement des déchets avec des surfaces imperméables et une couverture résistante aux intempéries, ou bien dans des récipients appropriés

Traitement des batteries au plomb usagées – processus de valorisation ou d'élimination des batteries au plomb usagées, y compris la préparation qui précède la valorisation ou l'élimination

Valorisation – opération dont le résultat est que la batterie au plomb usagée sert à être utilisée pour d'autres matériaux qui ne seraient pas autrement utilisables pour une fonction particulière, ou bien comme un déchet pour remplir cette fonction dans l'usine ou dans l'ensemble de l'économie

Recyclage – toute valorisation par laquelle une batterie au plomb usagée et des matériaux qu'elle contient sont retraités en produits, matières ou substances en vue d'une utilisation initiale ou nouvelle

Fractions de batteries au plomb usagées – éléments et pièces issus du traitement des batteries au plomb usagées et processus accessoires pertinents

Élimination – toute opération sauf valorisation, même si le résultat secondaire de l'opération serait la remise en état des matières ou de l'énergie

DESCRIPTION D'UNE BATTERIE AU PLOMB

Une batterie est composée notamment des électrodes (deux plaques de plomb) placés dans une solution d'électrolyte (acide sulfurique). Le métal de l'anode oxyde et dégage des électrons chargés négativement et des ions métalliques chargés positivement. Les électrons se

déplacent de l'anode vers la cathode. Les électrons se lient avec le matériel de la cathode par réduction et dégagent l'ion d'oxyde métallique chargée négativement. Si l'anode est entièrement oxydée, ou bien la cathode entièrement réduite, la réaction chimique est arrêtée et la batterie est considérée comme déchargée. La description schématique d'une batterie au plomb est démontrée dans la figure 1.

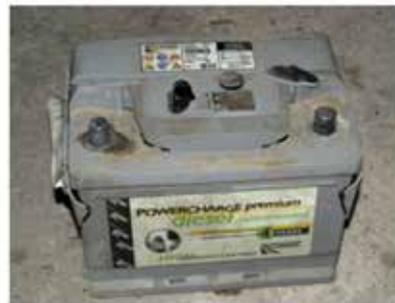
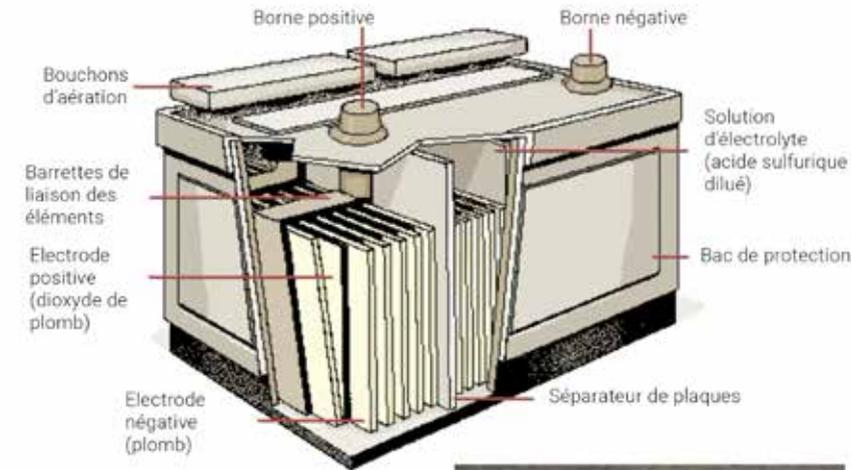


Figure 1: Schéma d'une batterie au plomb et les images de son étiquetage (Auteur: Neil McNiven)

Bornes positives et négatives: fabriquées de plomb, partie où sont branchés des dispositifs de consommation d'électricité externes;

Bouchon: partie de la batterie par laquelle on peut remplacer l'eau distillée / déionisée si besoin, permettant aussi aux gaz formés dans la cellule de s'échapper;

Connecteurs: fabriqués de plomb, ils établissent un contact électrique entre les plaques de même polarité et aussi entre les éléments séparés;

Couvercle et bac: d'origine en ébonite, actuellement fabriqués à partir de polypropylène ou de copolymère;

Solution d'acide sulfurique: électrolyte de la batterie;

Séparateurs des éléments: habituellement parties du bac, fabriqués à partir du même matériel, pour isolation chimique et électrique entre les éléments électriques. Ils sont connectés en série pour augmenter la tension finale de la batterie;

Séparateurs des plaques: fabriqués en PVC ou autres matériaux poreux, ils empêchent tout contact physique entre deux plaques voisines, mais en même temps ils permettent la libre circulation des ions dans la solution d'électrolyte;

Plaques négatives: constituées d'une grille de plomb métallique recouverte d'une pâte de dioxyde de plomb (PbO_2);

Plaques positives: constituées de plaques de plomb métalliques;

Élément de la batterie: série de plaques négatives et positives en alternance avec

séparateurs intercalés entre elles. Les plaques de même polarité sont connectées en parallèle.

Les plaques de la batterie sont constituées d'une structure de plomb métallique connue comme grille, où les plaques négatives sont recouvertes d'une pâte de dioxyde de plomb et les plaques positives d'une pâte de plomb métallique poreuse. Le plomb utilisé dans les deux sortes de plaques peut contenir plusieurs autres éléments chimiques, notamment antimoine, arsenic, bismuth, cadmium, cuivre, calcium, argent, étain et parfois d'autres. Le processus de fabrication des plaques utilise aussi des matériaux d'extension comme sulfate de baryum, noir de carbone ou lignine, ajoutés pour éviter une déformation des plaques pendant l'utilisation. Après la fabrication les plaques sont séchées, durcies et formées pour être assemblées en éléments de batterie.

L'industrie automobile fabrique une gamme complète de batteries de démarrage pour tous les types de véhicules à moteur diesel ou essence. Le trait caractéristique d'une batterie au plomb-acide est son poids considérable, une durée de vie relativement courte sans recharge, et la capacité de produire des courants élevés. Les batteries au plomb sont bien adaptées pour fournir des courants élevés si besoin, sous condition de recharge régulière (pendant la conduite). La batterie au plomb a une bonne capacité de stockage d'énergie et ne coûte pas cher.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES

Les batteries au plomb usagées sont dangereuses pour l'environnement et doivent être traitées convenablement. Les matériaux toxiques contenus dans les batteries peuvent nuire à l'environnement et aussi à l'homme. C'est pour cette raison qu'il faut procéder au recyclage d'une manière très suivie. Le traitement incorrect des batteries au plomb usagées menace les eaux, le sol et l'atmosphère, ainsi que la santé de l'homme.

Les batteries sont sûres, mais il faut être prudent si les éléments sont abîmés et lors du traitement des systèmes communiquant avec le plomb et l'acide sulfurique. Les batteries au plomb sont marquées comme matériel dangereux.

Le plomb est un métal toxique pouvant entrer dans le corps par l'inhalation de la poussière de plomb ou par l'ingestion lorsqu'on touche la bouche avec les mains contaminées par le plomb. Une fois la batterie endommagée, les éléments acides et le plomb peuvent contaminer le sol et après séchage ils pénètrent dans l'atmosphère.

L'exposition au plomb a divers effets sur la santé, et touche les enfants en particulier. Le plomb est un métal qui ne présente aucun avantage connu pour l'homme sur le plan biologique. Un excès de plomb

peut nuire à plusieurs systèmes dans l'organisme, y compris le système nerveux et reproductif et les reins, et il peut causer une hypertension artérielle et une anémie. Il n'existe pas de concentration de plomb dans le sang qui serait sans danger. On sait cependant que les fortes concentrations de plomb dans le sang augmentent l'ampleur et la gravité des effets³.

L'acide sulfurique contenu dans les batteries au plomb est très corrosif et peut être encore plus nuisible que les acides contenus dans d'autres batteries. Le contact avec les yeux peut provoquer la cécité ; l'ingestion altère les organes internes et peut conduire jusqu'à la mort.

Beaucoup d'entreprises ont mis en oeuvre le recyclage des batteries au plomb usagées dans le cadre de leurs efforts de prévention de la pollution. L'entreprise qui décide de mettre en place le recyclage des batteries usagées contribue à la protection de l'environnement et assure la conformité avec la législation environnementale. Le traitement des batteries au plomb usagées apporte de nombreux bénéfices.

- Le recyclage des batteries maintient les métaux dangereux en un seul endroit;
- Les métaux obtenus grâce au traitement des batteries sont réutilisés dans le processus de fabrication de nouvelles batteries;
- Les plastiques (PP) de boîtier de la

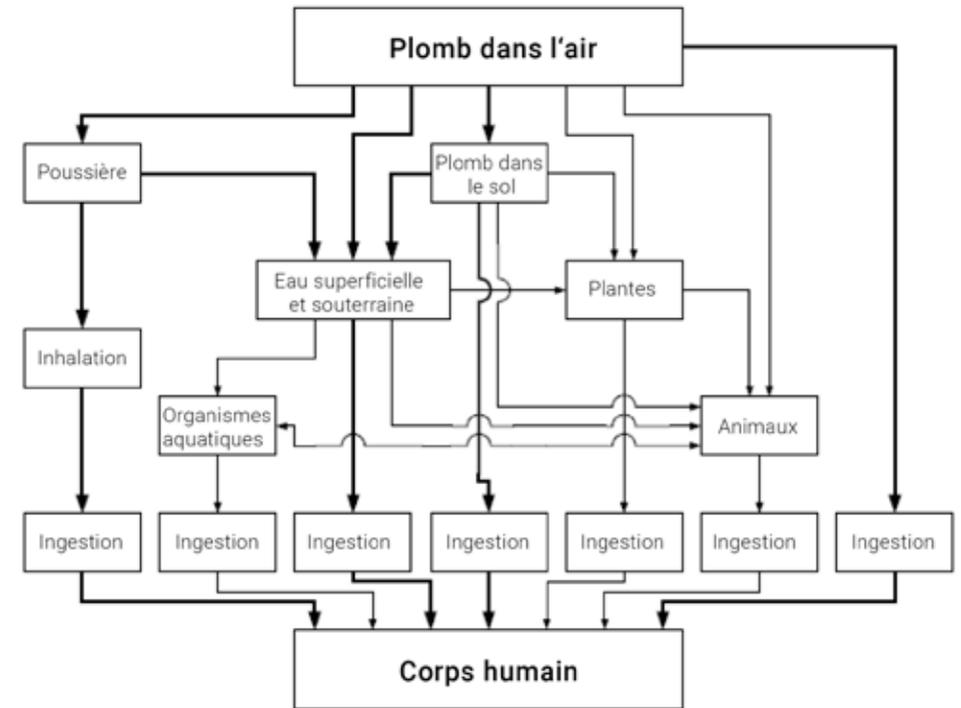


Fig. 2: Principales voies d'entrée du plomb dans le corps humain¹

batterie sont aussi recyclés pour une utilisation ultérieure;

- Le traitement des déchets de batteries au plomb suit une bonne politique environnementale;
- Le recyclage des déchets de batteries protège des ressources naturelles.

Le principal moyen d'utilisation du plomb au niveau mondial consiste en la fabrication des batteries au plomb. Les batteries au plomb acide sont une composante essentielle de l'industrie automobile pour lesquelles il n'y a pas aujourd'hui d'alternative électrochimique,

économique ni environnementale acceptable. Le recyclage des batteries ainsi devient primordial. Le recyclage du plomb économise l'argent, le plomb et surtout protège l'environnement.

SOURCES DES DÉCHETS DE BATTERIES AU PLOMB, ESTIMATION DE LA QUANTITÉ DE BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

Les batteries au plomb sont utilisées dans tous types de véhicules. Etant donné que le nombre de véhicules dans le monde ne cesse d'augmenter, la quantité de batteries au plomb usagées s'accroît également (Fig. 3, 4 et 5 montrent les exemples du marché européen des batteries pour automobiles).



Fig. 3: Production de véhicules en Europe et pronostic pour les années 2011 – 2015 (en mille) quant aux voitures, véhicules utilitaires lourds (HCV) et véhicules utilitaires légers (LCV), Commission pour les batteries automobiles, 2012

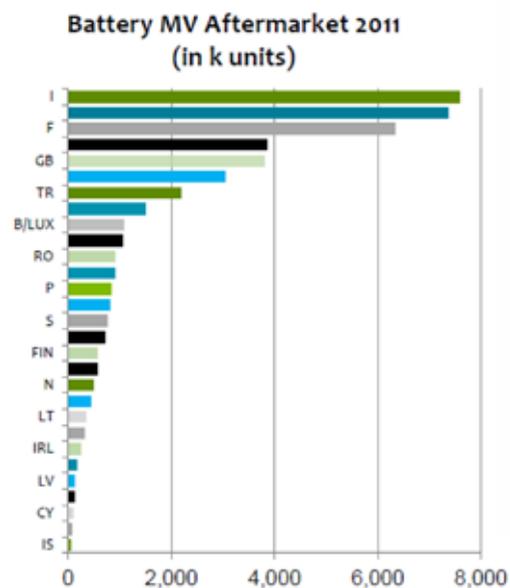


Fig. 4: Quantité des batteries vendues dans l'UE (2011 – 2015, en mille).⁵

Un autre exemple est la consommation de batteries au plomb-acide en Australie, fourni par l'initiative en faveur du recyclage des batteries en Australie (Australian Battery Recycling (ABRI) Initiative) pour l'année 2010 [6]. Au total environ 9.2 millions de batteries au plomb-acide ont été vendues, et 7.8 millions finissent leur durée de vie chaque année. Du point de vue du poids les batteries au plomb-acide représentent

Battery Aftermarket 2011 Share per Country

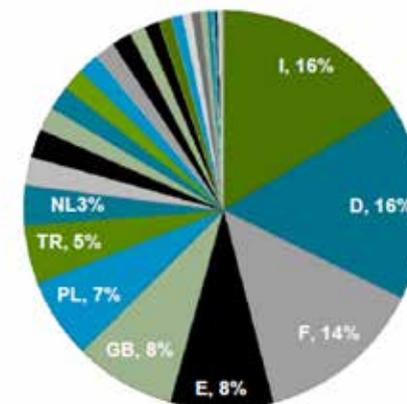


Fig. 5: Quantité des batteries vendues dans les différents pays en 2011.⁵

jusqu'à 91%, ou plus de 120 000 tonnes de batteries éliminées en Australie. Les ménages australiens achètent plus de 7.6 millions ou 92 000 tonnes. Selon les études de Pollinate et ABRI les batteries au plomb-acide sont le plus couramment utilisées dans les voitures (Tab. 1). Ces batteries représentent jusqu'à 63% de toutes les batteries au plomb-acide utilisées en Australie.

Tab. 1: Batteries au plomb-acide utilisées par les ménages australiens selon l'étude ABRI en 2010⁶

%	Q1 nombre	Q2 Changement actuel
Automobile	87	80
Systèmes d'alarme Maison	23	12
Motocycles	8	3
Bateaux	8	2
Panneaux solaires	19	2
Scooter électrique	1	1
Autres	11	-
N	1000	893

Q1: Lequel des objets suivants avez-vous?

Q2: Lequel des objets a eu une batterie échangée le plus récemment?

Base: Echantillon total des Australiens de 14 à 64 ans (septembre 2011, n = 1000)

Les sources des batteries au plomb usagées sont dans la plupart des cas les ateliers professionnels, les sociétés de construction avec l'entretien de véhicules, les fermes agricoles avec l'entretien de véhicules et

plusieurs autres entreprises industrielles.

Dans les pays à niveau de vie inférieur les particuliers échangent eux-mêmes des batteries, et donc les ménages deviennent une source importante des batteries au plomb. Dans les pays européens la quantité des batteries au plomb usagées atteint environ 1,2 – 1,5 kg par habitant et par an.

La composition typique des déchets de batteries au plomb-acide figure en Tab. 2⁷.

Tab. 2: Composition typique des déchets de batteries au plomb-acide automobile⁷

Composants	Poids - %
Plomb (alliage) (grille, bornes...)	25 - 30
Pâte électrolytique (particules fines d'oxyde de plomb et de sulfate de plomb)	35 - 45
Acide sulfurique (10 – 20% H ₂ SO ₄)	10 - 15
Polypropylène	4 - 8
Autres plastiques (PVC, PE, etc.)	2 - 7
Ebonite	1 - 3
Autres matériaux (verre, etc.)	< 0.5

APERÇU DES NORMES, SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES ET DIRECTIVES SUR LE STOCKAGE ET LE TRAITEMENT DES BATTERIES ET ACCUMULATEURS

5.1. Cadre législatif de l'Union européenne

Le document de la Commission européenne intitulé « Questions et réponses relatives à la Directive sur les piles » [8] représente une introduction aux conditions à remplir par les structures de traitement de batteries dans l'UE et aux conditions liées à l'exportation de déchets de batteries :

- Est-ce que la Directive européenne sur les piles et accumulateurs (2006/66/CE) [9] prévoit les conditions de traitement des déchets de batteries ?

Outre les taux de rendements de recyclage la Directive prévoit les conditions de traitement des batteries usagées. Au minimum le traitement consistera en l'extraction de tous les fluides et acides. La Directive décrit aussi les conditions de traitement et de stockage des déchets de piles et accumulateurs (article 12(2) et Annexe III, partie A).

- Quelles conditions doivent être remplies lors de l'exportation des batteries en vue du recyclage ?

En cas d'exportation des déchets de batteries hors de l'UE, les pays membres doivent exiger les preuves tangibles que l'opération de recyclage s'est déroulée dans des conditions

équivalentes aux exigences imposées par la Directive européenne relative aux piles et accumulateurs, y compris les rendements de recyclage.

L'article 12(2) et l'Annexe III, partie A de la Directive européenne relative aux piles et accumulateurs (2006/66/CE) [9] imposent les exigences suivantes pour le traitement des batteries usagées:

- Il faut instaurer des systèmes utilisant les meilleures techniques disponibles.
- Détail des obligations de traitement et de recyclage :
 1. Le traitement consistera, au minimum, en l'extraction de tous les fluides et acides.
 2. Le traitement et tout stockage, y compris temporaire, dans les installations de traitement a lieu sur des sites offrant des surfaces imperméables et un recouvrement résistant aux intempéries ou dans des conteneurs appropriés.
- Les processus de recyclage atteignent les rendements minimaux de recyclage suivants:
 - a) un recyclage d'au moins 65 % du poids moyen des piles et des accumulateurs plomb-acide, y compris un recyclage du contenu en plomb qui soit techniquement le plus complet possible tout en évitant les coûts excessifs ;
 - b) un recyclage de 75 % du poids moyen des piles et des accumulateurs nickel-cadmium, y compris un recyclage du contenu en cadmium qui soit techniquement le plus complet possible tout en évitant les coûts excessifs; et
 - c) un recyclage d'au moins 50 % du poids moyen des autres déchets de piles et

d'accumulateurs. L'article 13 de la Directive européenne relatives aux piles et accumulateurs (2006/66/EC)⁹ recommande

- que les Etats membres encouragent la mise au point de nouvelles techniques de recyclage et de traitement et
- que les Etats membres encouragent les installations de traitement à instaurer des systèmes certifiés de gestion écologique (notamment EMAS ou ISO 14000).

La législation européenne ne contient pas d'autres détails au sujet du traitement des déchets de piles et accumulateurs⁹.

5.2. Les meilleures techniques disponibles – documents de référence de la Commission européenne

Pour définir ce que les meilleures techniques disponibles représentent pour les différents

secteurs et processus industriels, de nombreux documents de référence (BREF) ont été établis. Il n'y a pas de document BREF visant le traitement des batteries usagées, mais les BREF suivants contiennent certaines spécifications pertinentes dans le traitement des déchets de batteries:

- A) Document de référence sur les meilleures techniques disponibles en matière des émissions dues aux stockages¹⁰ (résumé de ce BREF est présenté dans le Tab. 3).
- B) Document de référence sur les meilleures techniques disponibles en matière de l'industrie des métaux non ferreux^{11,7} (résumé de ce BREF est présenté dans le Tab. 4).
- C) Document de référence sur les meilleures techniques disponibles en matière de la fabrication du fer et de l'acier¹² (résumé de ce BREF est présenté dans le Tab. 5).

Tab. 3: Résumé BREF Emissions dues aux stockages¹⁰

Le BREF des MTD Emissions dues aux stockages décrit les techniques appliquées au stockage, le transport et la manipulation des liquides, des gaz et des solides sans égard au secteur ou à l'industrie. Il tient compte des émissions dans l'air, dans le sol et dans les eaux. Il attribue la plus grande importance aux émissions dans l'air. Il mentionne aussi les énergies et le bruit, mais dans une moindre mesure.

En particulier il décrit les différents types de stockage des matières solides :

- à l'air libre
- Sacs et ballots
- Silos et trémies
- Matières solides dangereuses conditionnées
- Conteneurs et leur stockage.

Quant au transport et à la manipulation des solides, plusieurs techniques sont décrites, notamment dispositifs mobiles de chargement, bennes, tranchées de dépôt, canalisations et tuyaux de remplissage, bandes projeteuses, transporteurs à courroie, distributeurs. Pour chacun des types les sources d'émissions sont identifiées.

Tab. 4: Résumé BREF Industrie des métaux non ferreux^{7,11}

Le BREF des MTD Industrie des métaux non ferreux décrit les techniques de la production des métaux non ferreux primaires et secondaires. La production de 42 métaux non ferreux et des ferroalliages fait partie de la description. Le document s'intéresse à dix groupes de métaux dont les méthodes de production sont similaires :

- le cuivre et ses alliages, l'étain et le béryllium
- l'aluminium et ses alliages
- le zinc, le plomb, le cadmium, l'antimoine, le bismuth, etc.
- les métaux précieux
- le mercure
- les métaux réfractaires tels que le chrome, le tungstène, le vanadium, le tantale, le niobium, le rhénium, le molybdène
- les ferroalliages tels que le ferrochrome, le ferrosilicium, le ferromanganèse, le ferrotitane, le ferromolybdène, le ferrovanadium, le ferrobore
- les métaux alcalins et alcalinoterreux, le sodium, le potassium, le lithium, le strontium, le calcium, le magnésium et le titane
- le nickel et le cobalt
- le carbone et le graphite. La production du carbone et des anodes en graphite est mentionnée du fait que la production des anodes dans certaines usines d'aluminium fait partie intégrante du processus de production.

Tab. 5: Résumé BREF Fabrication du fer et de l'acier¹²

Le BREF des MTD Fabrication du fer et de l'acier couvre les processus impliqués dans la fabrication du fer et de l'acier dans des entreprises intégrées, ainsi que la fabrication de l'acier dans des usines utilisant des fours à arc électrique. Les conclusions concernent en particulier les procédés suivants :

- le chargement, le déchargement et la manutention de matières premières en vrac
- le mélange des matières premières
- la production de coke
- l'agglomération et la pelletisation du minerai de fer
- la production de fonte liquide par la filière hauts fourneaux, y compris le traitement du laitier
- la production et l'affinage de l'acier par le procédé à l'oxygène, y compris la désulfuration en poche en amont, la métallurgie en poche en aval et le traitement du laitier
- la production d'acier par des fours à arc électrique, y compris la métallurgie en poche en aval et le traitement du laitier
- la coulée continue.

Tous autres procédés relatifs au traitement des métaux sont décrits dans d'autres documents BREF (notamment le BREF Transformation des métaux ferreux¹² ou le BREF Forges et fonderies¹⁴).

D) Document de référence sur les meilleures techniques disponibles en matière de traitement des déchets [13] (résumé de ce BREF est présenté dans le Tab. 6).

Tab. 6: Résumé BREF Industries de traitement des déchets¹³

Le BREF des MTD Industries de traitement des déchets est destiné à couvrir les dispositifs de traitement des déchets (dangereux ou autres) et concerne notamment :

- les techniques couramment appliquées telles que la gestion générale des installations, la réception, l'acceptation, la traçabilité, l'assurance de qualité, le stockage et la manipulation, les systèmes énergétiques
- les traitements biologiques tels que la fermentation aérobie ou anaérobie et le traitement biologique hors site du sol
- les traitements physico-chimiques tels que la neutralisation, le traitement de l'acide chromique et des cyanures, la déshydratation, la filtration, les installations de réception portuaire, séparation huile/eau, l'amalgamation, la séparation du mercure, la sédimentation, la solidification et la stabilisation, le traitement UV et à l'ozone
- la valorisation de matières issues de déchets, comme la régénération d'acides et de bases, la valorisation des métaux issus des déchets liquides ou solides des industries de photographie, la régénération de solvants et de résines échangeuses d'ions, ainsi que la régénération d'huiles usagées
- la préparation de déchets solides ou liquides combustibles à partir de déchets dangereux ou non.

Selon le BREF les MTD Industries de traitement des déchets¹³ sont particulièrement importantes pour répondre aux conditions prévues par l'Annexe III, partie A de la Directive européenne relative aux piles et accumulateurs⁹. Quelques exemples des domaines pertinents de ce BREF :

- exigences au niveau du traitement des déchets contenant du mercure ;
- exigences qu'il faut respecter lors du

broyage, du déchetage et du criblage ;

- les MTD pour la prévention ou le contrôle des émissions ;
- les MTD pour la prévention de la contamination du sol ;
- les MTD pour le stockage et la manipulation ;
- les MTD pour le traitement des résidus générés par le processus de traitement des déchets.

5.3. Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination

La Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination réglemente les conditions de transport transfrontalier de déchets dangereux dans le but de la protection de l'environnement dans les pays en développement et pour empêcher tout impact néfaste lié à l'élimination de déchets inappropriée. Le Secrétariat de la Convention de Bâle a publié plusieurs lignes directrices, notamment celles qui décrivent le traitement des déchets de batteries au plomb et acide¹. Les lignes directrices techniques donnent une image détaillée de la gestion des déchets de batteries au plomb et acide et leur recyclage tout avec les aspects environnementaux et sanitaires.

5.4. Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales de la Convention de Stockholm

Les Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales initiées par le PNUE pour les matières chimiques représentent un cadre harmonisé et les principes de base et fournissent les instructions prévues par l'alinéa c) de l'article 5 de la Convention de Stockholm. L'utilisation des meilleures techniques disponibles et des meilleures

pratiques environnementales est nécessaire pour réduire les rejets des polluants organiques persistants (POP) résultant d'une production non-intentionnelle²⁴. Des procédés de traitement thermique des batteries au plomb usagées dans l'industrie métallurgique, donc la fusion de plomb secondaire, entraînent la production de plomb et d'alliages de plomb, principalement à partir de batteries automobiles usagées, et aussi à partir d'autres sources de plomb usagées (tuyaux, brasures, crasses, enveloppes de plomb). Le procédé de production du plomb comprend le traitement des déchets de batteries, la fusion et l'affinage. La combustion incomplète, de fortes concentrations d'huiles entrantes, de plastiques et d'autre matériel organique, et les températures entre 250°C et 500°C – tout cela peut mener à la formation de substances chimiques inscrites à l'Annexe C de la Convention de Stockholm. Le niveau de performance atteignable pour les émissions de polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et polychlorodibenzo-furanes (PCDF) dans l'air pour les fours de fusion de plomb secondaire, associé aux meilleures techniques disponibles, est <0.1 ng I-TEQ/Nm³ (à des concentrations d'oxygène opérationnelles). Les meilleures techniques disponibles comportent l'utilisation du matériel d'entrée sans plastiques et sans huiles, une haute température dans les fours – plus de 850°C,

des systèmes de captage des gaz efficaces, des systèmes de post-combustion et de trempes rapides, l'adsorption sur charbon actif et des filtres à poussière en tissu.

Informations générales sur les émissions des fours de fusion de plomb secondaire

Les émissions atmosphériques des fours de fusion de plomb secondaire peuvent s'échapper par la cheminée ou sous forme d'émissions fugitives selon l'âge des installations ou la technologie adoptée. Les principaux contaminants sont le dioxyde de soufre (SO₂), d'autres composés du soufre et des vapeurs d'acides, les oxydes d'azote (NOx), des métaux (notamment le plomb) et leurs composés, les poussières et les traces de PCDD et PCDF. Le SO₂ est capté et transformé en acide sulfurique dans les unités d'acide. Les émissions fugitives de SO₂ peuvent être contrôlées par une bonne extraction et un bon scellement des fours. Les émissions de NOx peuvent être réduites en utilisant des brûleurs à faible émission de NOx ou à oxygaz. Les particules de matière sont recueillies en utilisant des filtres en tissu et sont recyclées dans le procédé.

Emissions de PCDD/PCDF dans l'air
Les PCDD/PCDF qui posent le plus de problèmes sont formés au cours de la fusion des métaux de base par une combustion incomplète ou par synthèse de novo dans la zone de refroidissement où les températures sont dans la fourchette de 250°C à 450°C lorsque des composés organiques et chlorés sont présents dans les matières chargées.

Les PCDD/PCDF ou leurs précurseurs peuvent être présents dans certaines matières premières, et la synthèse de novo dans les fours ou dans les systèmes de réduction de pollution est rendue possible. Les PCDD/PCDF sont facilement adsorbés sur la matière solide et peuvent être recueillis par tout milieu écologique tels que la poussière, les solides venant des laveurs et les poussières des filtres. La présence d'huiles et d'autres matériaux organiques dans les déchets ou dans d'autres sources de carbone (combustibles et réducteurs partiellement brûlés, tels que le coke) peuvent produire de fines particules de carbone qui réagissent avec des chlorures inorganiques ou avec le chlore fixé sur les molécules organiques, dans le domaine de températures allant de 250 à 500°C pour produire des PCDD/PCDF. Bien que les PCDD/PCDF soient détruits à haute température (au-dessus de 850°C) en présence d'oxygène, le processus de synthèse de novo est encore possible puisque les gaz sont refroidis et passent par la « fenêtre de reformation »²⁴. La description détaillée des mesures primaires et secondaires de réduction de PCDD/PCDF est exposée dans le chapitre « Procédés thermiques dans l'industrie métallurgique non mentionnés dans l'Annexe C, partie II » du document « Directives sur les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales » de la Convention de Stockholm.

COLLECTE, TRANSPORT ET STOCKAGE DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

Les batteries au plomb usagées représentent un réel danger pour l'environnement, il faut donc utiliser un système de gestion adapté. Le résultat d'un tel système est une gestion écologiquement rationnelle des batteries au plomb usagées et l'élimination des déchets, ainsi que la création de matières premières secondaires précieuses.

Le cycle de vie des batteries au plomb comprend les étapes suivantes :

1. Production
2. Utilisation
3. Collecte et tri
4. Transport
5. Stockage
6. Traitement (démontage)

7. Valorisation (recyclage)
8. Élimination

Le schéma du cycle de vie des batteries au plomb est représenté sur la figure 6.

Le système de gestion de batteries usagées consiste en étapes 3 à 8. Toutes les activités doivent être soumises au contrôle des autorités compétentes, notamment au système d'autorisations nécessaires pour les activités de l'industrie de traitement des déchets.

Les meilleures pratiques de traitement et les préconisations identifiées grâce à de nombreuses sources :

Traitement général des accumulateurs au plomb

- Les batteries et accumulateurs collectés doivent être stockés dans des conditions appropriées pour être protégés contre l'eau,



Fig. 6: Schéma du cycle de vie des batteries au plomb

dans des conteneurs empêchant toute fuite, résistants aux acides et bases, selon l'électrolyte utilisé.

- Les accumulateurs au plomb doivent être traités séparément de tous autres accumulateurs et batteries.
- Le traitement des accumulateurs au plomb doit se traduire en valorisation du plomb et des plastiques d'une pureté nécessaire pour l'utilisation ultérieure, et assurer leur réintroduction dans le cycle de production.
- Le traitement doit respecter les mesures pour prévenir des émissions diffuses de plomb.
- L'acide sulfurique libre doit être recyclé.

6.1. Recommandations générales pour la sécurité et la protection de la santé au travail pour les travailleurs lors de la manutention et du traitement des batteries au plomb usagées

Les mesures et recommandations liées à la sécurité et la protection de la santé au travail servent à améliorer la manutention et le traitement des batteries au plomb usagées dans tous les établissements de traitement et à l'acquisition des objectifs des pratiques environnementales correctes.

Du point de vue de la protection de la santé, les mesures préventives proposées représentent les démarches à suivre au travail pour éviter tout effet négatif et impact sur le personnel qui est en contact du plomb.

Les mesures pour assurer les premiers soins sont inévitables dans chaque établissement de traitement en cas d'exposition à l'acide sulfurique, et consistent notamment en rinçage de la peau abondamment à l'eau pendant 10 à 15 minutes pour rafraîchir les tissus affectés et empêcher toute atteinte secondaire. Il est nécessaire d'enlever immédiatement les vêtements souillés, rincer bien la peau qui était sous ces vêtements et appeler un médecin.

Les mesures les plus importantes proposées sont suivantes':

- (a) Considérer tout matériel contenant du plomb comme source potentielle de danger pour la santé et pour l'environnement ;
- (b) Maintenir le milieu de travail en conformité avec les normes nationales et les exigences pour la sécurité dans l'industrie ;
- (c) Séparer les locaux de travail des locaux où le personnel prend les repas, donc interdire de prendre les repas et de fumer dans les locaux de travail ;
- (d) Interdire l'accès à l'unité de recyclage du plomb aux enfants et aux femmes enceintes ;
- (e) Développer des actions de formation et d'information ;
- (f) Assurer l'utilisation effective des équipements de protection individuelle, notamment au moins :
 - Des vêtements de protection efficace ;

- Une protection de la tête par un casque et des chaussures de sécurité ;
 - Nettoyage journalier des vêtements utilisés ;
 - Contrôle journalier et nettoyage des respirateurs ;
 - Des masques de protection de types différents selon la concentration moyenne du plomb dans l'air ;
- (g) Contrôler la concentration du plomb dans le milieu de travail ;
 - (h) Exiger du personnel exposé de passer des visites médicales régulières ;
 - (i) Demander au personnel de prendre une douche après le travail.

6.2. Collecte et tri des batteries au plomb usagées

Comme les batteries usagées sont une source précieuse du plomb, il est important d'organiser et contrôler une collecte sélective en vue de récupérer le matériel aussi propre que possible pour le recyclage. Une autre raison pour une collecte sélective est la protection de l'environnement, et donc la prévention contre tout démontage par des non-professionnels, pouvant entraîner une fuite de l'électrolyte dans l'eau ou le sol. L'objectif de la collecte sélective est de récupérer les batteries usagées auprès des producteurs de déchets et de les mettre à disposition des établissements de traitement des déchets pour empêcher la dégradation de l'environnement et de la santé humaine. L'aboutissement du projet [2] se propose

pour but d'augmenter la responsabilité des producteurs et des importateurs qui doivent se préoccuper (préparer, organiser, financer) du système de collecte des déchets, de leur traitement et leur élimination. Les producteurs doivent mettre en place plusieurs systèmes de collecte sélective de batteries usagées et satisfaire aux limites prévues par la législation.

Il existe plusieurs systèmes de collecte sélective des batteries usagées. Le système le plus simple est une collecte auprès des garagistes où est récupéré un bon nombre de batteries au plomb usagées. Il est strictement interdit d'ouvrir ou démonter des batteries. Les bacs doivent être équipés d'un double fond et marqués selon le type de déchet, les caractéristiques dangereuses et les instructions pour les premiers secours. Les batteries doivent être stockées dans sa position horizontale, pour empêcher toute fuite d'électrolyte.

Un autre système de collecte sélective est une collecte dans des stations de service. Ces stations de service sont munies de conteneurs à double fond où des batteries au plomb usagées sont placées (en position horizontale le fond en bas). Il est possible d'instaurer le système de récupération ; le vendeur (le distributeur) de nouvelles batteries devrait être tenu de reprendre les batteries usagées si le client achète une batterie neuve. Pour assurer la gestion écologiquement rationnelle des batteries au



Fig. 7: Bac de collecte de batteries au plomb usagées chez un garagiste



Fig. 9: Point de collecte organisé par la ville de Košice (Slovaquie)



Fig. 8: Conteneur de collecte sélective de batteries au plomb usagées à une station de service

plomb usagées, il est requis que le système soit fondé sur la législation du pays. On peut faire une collecte mobile organisée par les producteurs en coopération avec les communes. Le véhicule destiné pour transporter des déchets dangereux, muni de toutes autorisations et de marquage récupère les batteries usagées dans des communes aux temps et lieu convenus. Ce système permet de collecter les batteries auprès des particuliers et des petites entreprises, comme fermes ou ateliers. Les batteries au plomb usagées peuvent être collectées aussi sur les lieux de collecte où des bacs spéciaux sont placés par les soins de la commune.

Tous les systèmes de collecte sont organisés et financés par les producteurs (importateurs). Il est supposé que la collecte soit réalisée sur la base d'une convention entre l'exploitant du point de collecte (station de service, garagiste, commune) et les producteurs. Il est acceptable que la réalisation de la collecte sélective soit effectuée grâce à un accord entre l'exploitant du point de collecte et l'organisme de traitement agréé. Il est nécessaire de contrôler si toutes les batteries usagées collectées sont mises à disposition de l'organisme de traitement agréé ou bien si elles sont exportées en conformité avec la Convention de Bâle. Se fondant sur les différentes conditions de

Tab. 7: Classification de fractions de batteries et accumulateurs recommandée

Fraction de recyclage - Type de batterie selon le processus chimique	Observations
Pb-accumulateurs acides – avec liquide	Y compris les batteries au plomb acide scellées à électrolyte non fixé (utilisant un catalyseur pour recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène)
Pb accumulateurs – autres	Dans les batteries scellées (batteries au plomb-acide scellées – SLA) l'électrolyte est fixé en ajoutant du gel de silice ou en utilisant un séparateur en fibre de verre microporeuse (absorbent glass mat accumulator - AGM)

traitement des différents types de batteries il est recommandé d'utiliser la classification de batteries et accumulateurs selon le type de processus chimique de batterie comme il est indiqué au tab. 7. Les batteries et accumulateurs doivent être classés et préparés pour être traités selon le type de processus chimique donné.

Vu les caractéristiques différentes des batteries contenant les liquides et les autres batteries, il est proposé de faire une différence entre les batteries avec un liquide et les batteries sans liquide (voir aussi les recommandations différentes pour le stockage – chap. 6.4.).

Le type de batteries usagées mixte, avec et sans liquide, est pris pour une batterie contenant un liquide.

Cette classification selon le processus

chimique de la batterie est utilisée comme source d'information pour la spécification des conditions de stockage (voir chap. 6.4) et de traitement.



Fig. 10: Exemples d'un stockage de batteries au plomb usagées incorrect²⁵

6.3. Transport des batteries au plomb usagées

En cas de transport les batteries au plomb usagées doivent être considérées comme déchets dangereux. Le problème principal lié au transport de batteries est encore une fois l'électrolyte qui peut fuir et nécessite de ce fait des mesures de contrôle pour minimiser le risque de fuite, ainsi que de définir des mesures spécifique à prendre lors d'un accident :

- (a) les batteries usagées doivent être transportées à l'intérieur des conteneurs : sans égard au type de transport, par train, bateau ou autre, les batteries au plomb usagées doivent être mises dans des conteneurs fermés, vu le risque de fuite élevé, même si les batteries sont transportées dans une position horizontale correcte. Pendant le transport les batteries peuvent changer leur position initiale, il y a un risque que les bacs se cassent, ou bien les batteries se renversent le fond en haut, ce qui provoquerait sans doute une fuite d'électrolyte – il est donc nécessaire de mettre en place des conteneurs résistants aux chocs et aux acides ;
- (b) les conteneurs doivent être bien immobilisés dans le véhicule : tout mouvement est proscrit. Pour cette raison les conteneurs doivent être liés entre eux ou empilés correctement ;
- (c) le véhicule doit être identifié par les symboles : tout moyen de transport, bateau, camion, camionnette, doit être correctement identifié conformément aux conventions internationales par les symboles et les couleurs désignant le transport d'un matériel corrosif et dangereux ;

(d) l'équipement spécial : le moyen de transport doit être muni d'un équipement nécessaire pour remédier à une fuite ou écoulement et les transporteurs doivent être formés pour savoir s'en servir ;

(e) le conducteur et ses coéquipiers doivent être formés : toute personne impliquée dans le transport de déchets dangereux doit être formée pour savoir résoudre une situation d'avarie et d'accident, notamment une fuite, un incendie etc., et pour informer les autorités compétentes. Entre autres ils doivent avoir des connaissances sur ce type spécifique de déchets dangereux et sur la manipulation de ce matériel ;

(f) l'équipement de protection individuelle : l'équipe de transport doit être muni d'un EPI et formé pour savoir s'en servir en cas d'accident ;

(g) le programme de transport et la carte : dans la mesure du possible le transport de déchets devrait suivre les routes où le risque d'accident ou d'autres problèmes spécifiques est minime. Ceci serait permis en suivant un trajet défini à l'avance et en respectant un programme détaillé¹.

Tout transport devrait être contrôlé par les autorités nationales (régionales) par le biais des autorisations. Il est recommandé que l'autorisation contienne au minimum les informations suivantes :

- Nom et identification de l'expéditeur (adresse, numéro d'identification,

représentant ou autre personne responsable)

- Nom et identification du destinataire (adresse, numéro d'identification, représentant ou autre personne responsable, traitement ultérieur des déchets – stockage, traitement, recyclage, élimination)
- Nom et identification du transporteur (adresse, numéro d'identification, représentant ou autre personne responsable)
- Quantité de déchets transportés
- Identification des déchets transportés

(code de déchets ou autre identification y compris l'indication des caractéristiques dangereuses)

- Période de validité de l'autorisation

Il est strictement recommandé que les transporteurs soient les personnes agréées (sociétés de transport de déchets dangereux) par le Ministère de l'environnement. Le transport doit être effectué uniquement par les véhicules qui remplissent les conditions de sécurité requises. Les véhicules doivent porter des étiquettes.

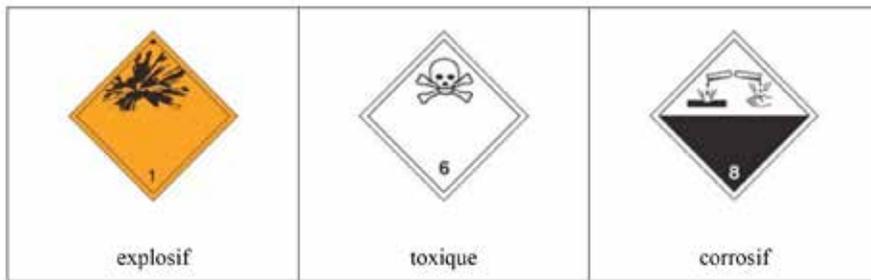


Fig. 11: Marquage de véhicules de transport de matières dangereuses selon ADR



Fig. 12: Conditionnement des batteries au plomb usagées avant le transport – de façon correcte Source: <http://www.blacksmithinstitute.org/blog/?tag=ulab>



Fig. 13: Conditionnement correct – manœuvres pour atteindre le procédé correct Source: ABRI,²⁶

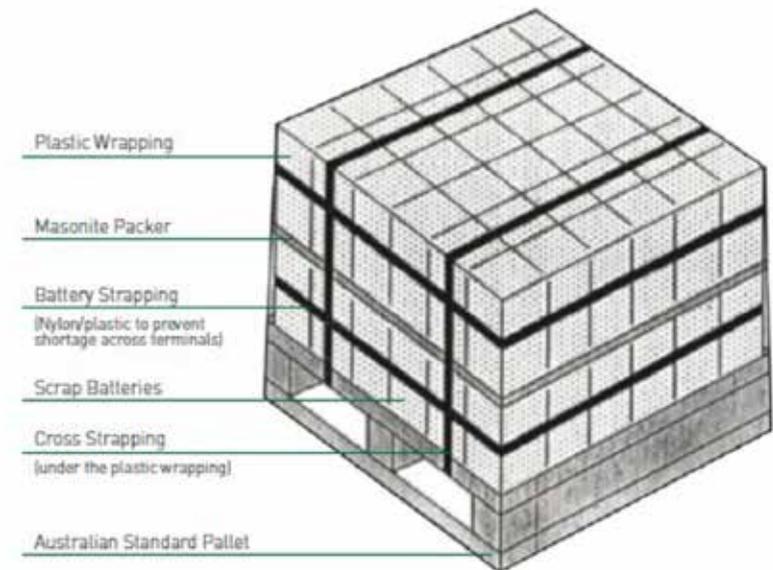


Fig. 14: Exemple de transport correct de batteries au plomb usagées Source: Recyclage responsable des batteries au plomb-acide usagées, Comment maîtriser les risques environnementaux et financiers et de perte de renommée, Initiative australienne pour le recyclage de batteries, ABRI,²⁶

Le véhicule doit être muni d'un paquet premiers secours, d'un équipement pour éliminer les conséquences d'une avarie et le conducteur doit connaître les procédés à mettre en place en cas d'avarie.

6.4. Stockage des batteries au plomb usagées

Le stockage des batteries au plomb usagées y compris le stockage à court terme dans les entreprises de traitement doit être effectué sur les surfaces étanches avec une toiture résistant à l'eau, ou bien dans des caisses appropriées. Le tab. 8 indique les recommandations plus détaillées¹⁵. Ces spécifications sont prévues pour les installations de stockage et de traitement, ainsi que pour les installations de tri.

Bâtiments de stockage¹⁰

Les bâtiments de stockage sont utilisés pour y déposer tous types de matériaux, des fûts pour liquides, réservoirs de gaz sous pression, jusqu'aux produits conditionnés comme matières chimiques et pesticides ou déchets chimiques avant l'élimination. Il peut s'agir des bâtiments individuels ou parties des autres bâtiments.

La bonne conception et construction des locaux de stockage contenant du matériel dangereux tient compte des événements tels qu'un incendie, une explosion ou une fuite de matières dangereuses, tout en mettant en relief la prévention et le contrôle au plu haut niveau. Les pratiques de gestion

et les procédés d'exploitation corrects sont également très importants.

Dans la plupart des cas – mais pas toujours – les bâtiments de stockage sont construits en matériaux non inflammables. Le niveau de résistance au feu détermine sa distance des autres bâtiments et de la frontière de la zone de risque. Le bâtiment avec un niveau de résistance au feu suffisant peut faire partie d'un autre édifice.

Les locaux de stockage peuvent être divisés en plusieurs zones de stockage des différents types de substances dangereuses, soit par les parois, soit par un espace vide entre ces zones. Certains dépôts comportent un local construit à l'intérieur du magasin de stockage principal. Ce local intérieur peut être utilisé pour stocker les matières particulièrement dangereuses, notamment les liquides facilement inflammables ou les gaz, éventuellement les peroxydes.

Les planchers sont construits en matériaux non inflammables, étanches et résistants aux matières stockées.

Le toit du bâtiment doit résister aux incendies extérieurs et porter une construction non inflammable, empêchant tout accès aux flammes. Le niveau de résistance au feu dépend de différents facteurs, notamment de la distance des autres bâtiments ou de la frontière de l'aire de stockage, ou du type des matières stockées.

Le magasin de stockage est bien aéré pour éviter la création d'un mélange de gaz explosif et les fuites de gaz nocifs ou

désagréables.

L'utilisation des installations électriques peut provoquer la formation des étincelles et ainsi un incendie. Il est donc nécessaire d'utiliser dans les entrepôts les installations électriques protégées. Il peut suffire une bonne mise à terre de la construction d'acier.

En cas d'incendie dans les entrepôts une partie des substances stockées peut être libérée. Le bâtiment de stockage doit être construit de manière à empêcher toute nuisance par les substances libérées. En particulier il faut prendre des mesures afin de prévenir l'infiltration de l'agent extincteur contaminé dans le sol, les canalisations ou les eaux de surface.

Les mesures et les conditions à prendre pour le stockage des matières dangereuses (conditionnées) à l'extérieur ne sont pas différentes de celles pour le stockage à

l'intérieur du bâtiment. Les quantités et les types de matières stockées déterminent les distances minimales des frontières de la zone et des autres bâtiments. Pour protéger les matériaux contre les rayons du soleil et la pluie l'aire de stockage peut être munie d'une toiture. Les mesures pour capter les substances libérées et pour utiliser les extincteurs sont les mêmes que celles dans le cas des bâtiments de stockage décrits plus haut. Si l'espace de stockage n'est pas couvert il faut prendre des mesures pour assurer le nettoyage de l'eau de pluie polluée et son évacuation contrôlée.

Le niveau de protection contre les incendies et les mesures d'extinction dépendent de nombreux facteurs, tels que l'inflammabilité des substances stockées, des emballages, et la quantité du matériel stocké.



Fig. 15: Entrepôt de stockage adéquat en Amérique centrale et dans les Caraïbes²⁵. Stockage à l'extérieur (points de stockage)¹⁰

Tab. 8 : *Projet des spécifications de traitement possibles : « Surfaces étanches et toiture adéquate »* ¹⁵

Spécifications proposées pour le stockage des déchets de batteries	Pour les batteries :	
	contenant des liquides	autres
Les surfaces des zones opérationnelles résistantes aux substances chimiques et au feu.	oui	oui
Le stockage des déchets de batteries dans des entreprises de traitement et de recyclage devrait être réalisé dans des bâtiments ou des endroits couverts dont les recommandations sont les suivantes : - Sol imperméable, résistant aux acides / bases selon le type d'électrolyte utilisé - Système de récupération d'eau efficace dirigeant les liquides déversés vers la station d'épuration d'effluents et d'électrolyte usés	oui	non
Le stockage dans des bâtiments ou sous une toiture adéquats devrait s'appliquer aussi pour tous bacs de circulation, d'échantillonnage ou de vidange.	oui	oui
Le stockage peut être réalisé également dans des endroits à ciel ouvert, si les batteries usagées stockées ne sont pas exposées aux conditions atmosphériques (rayons de soleil, température, pluie)	oui	oui
Les locaux fermés devraient être bien aérés.	oui	oui
Les conteneurs contenant les substances sensibles à la chaleur, au rayonnement lumineux et à l'humidité devraient être couverts et protégés contre la chaleur et les rayonnements, devraient être disponibles en quantité suffisante et l'accès aux locaux de stockage devrait être libre.	oui	oui
Le stockage des déchets dangereux dépassant 2500 litres ou kilogrammes nécessiterait, conformément au BREF Emissions dues au stockage, les bâtiments de stockage ou des locaux couverts [10]	oui	oui
Le stockage des déchets dangereux inférieurs à 2500 litres ou kilogrammes nécessiterait, conformément au BREF Emissions dues au stockage, au moins des cellules de stockage [10]	oui	oui
Les batteries à électrolyte alcalin doivent être stockées séparément des batteries à électrolyte acide.	oui	non

La capacité de 2500 kg, indiquée au tab.8 en tant que valeur seuil pour les bâtiments de stockage recommandés peut être appliquée aux établissements de collecte, tels que les entrepôts, garages auto-services etc. où les batteries sont récupérées auprès des utilisateurs finals. Dans ces établissements les batteries et accumulateurs sont stockés jusqu'au moment où ils sont pris en charge par les services de transport vers les centres de traitement. Les batteries au plomb usagées doivent être stockées uniquement aux entrepôts spéciaux destinés à entreposer des déchets dangereux. Les locaux de stockage doivent être couverts, le plancher doit résister aux acides. Il est interdit de stocker les batteries au plomb usagées à proximité des sources d'ignition et des flammes à cause du risque d'explosion. Il est interdit de fumer et de faire du feu dans les entrepôts. L'entrepôt doit être équipé d'un

système de ventilation. Il doit être connecté à une canalisation ou à un bac de rétention. Les batteries usagées doivent être placées dans des conteneurs à double fond ou bien l'entrepôt doit être équipé d'un bac de rétention pour prévenir toute fuite d'électrolyte. Le magasin de stockage, ainsi que des conteneurs ou bacs avec les batteries doivent porter des étiquettes décrivant le type de déchets, leurs caractéristiques dangereuses et les instructions de premiers secours. Le kit d'urgence doit être disponible dans les locaux (à proximité des portes facilement accessibles). On peut utiliser des installations de stockage mobiles mais il faut mesurer la température ambiante puisqu'au-delà de 40°C une explosion spontanée peut se produire. Il est recommandé de réglementer les conditions de stockage de déchets



Fig. 16: *Entrepôt mobile de déchets dangereux*

dangereux par les lois, ainsi que de délivrer des autorisations spéciales pour l'entreposage des déchets dangereux par les autorités compétentes (régionales, locales). L'objectif en est de faire en sorte que les petits entrepôts où sont stockés les batteries et accumulateurs portables soient dispensés de l'autorisation de stockage de déchets dangereux si la durée de stockage des batteries ne dépasse pas une année (entreposage temporaire).

Les entrepôts temporaires / petits entrepôts de batteries et accumulateurs sont soumis aux conditions techniques suivantes:

- il faut utiliser des conteneurs appropriés (voir tab. 9),
- les surfaces des zones de stockage doivent être étanches (voir tab. 8),
- le bâtiment de stockage et/ou les zones de stockage sont couverts d'un toit (voir tab. 8),
- le bâtiment et la zone de stockage sont

inaccessibles aux personnes non autorisées.

En plus

- l'entrepôt temporaire pour les batteries et accumulateurs portables doit être utilisé uniquement pour ce type de batteries ;
- sa capacité maximale de stockage ou la durée de stockage doivent être limitées selon la circulation moyenne des batteries. Sont proposées les limites suivantes :
 - La capacité maximale de 7,5 t (quantité de stockage correspondant au camion moyen chargé),
 - La durée maximale de stockage d'une année;
- un tel entrepôt temporaire / petit entrepôt est soumis aux mêmes conditions requises par l'inspection qu'un entrepôt standard nécessitant une autorisation.

Le tableau 9 indique les recommandations concernant les conditions requises pour les conteneurs d'entreposage des déchets de batteries¹⁵.

Tab. 9: Projet des spécifications minimales: « Conteneur approprié »¹⁵

Spécifications proposées pour les conteneurs appropriés de stockage des déchets de batteries	Pour les batteries :	
	contenant des liquides	autres
Stockage uniquement dans des conteneurs étanches, résistant aux acides / bases selon le type d'électrolyte utilisé	oui	non
Utilisation de conteneurs normalisés UN	oui	oui
Les conteneurs doivent être clairement étiquetés en ce qui concerne la nature des déchets et les symboles de danger	oui	oui
Le cas échéant, l'utilisation d'emballages réutilisables (fûts, baes, IBCs5, palettes, etc.) doit être maximisée	oui	oui



TRAITEMENT DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

Le traitement des batteries au plomb usagées est parfois appelé « technologie humide » à cause de l'électrolyte liquide.

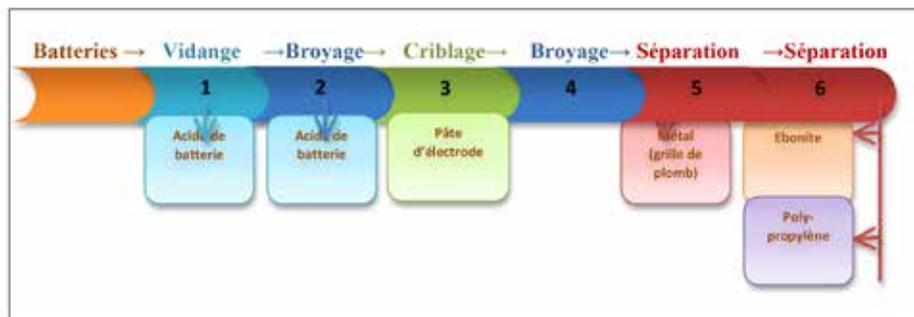


Fig. 17 : Procédé typique de traitement des batteries au plomb usagées⁷

Les lignes directrices techniques¹ décrivent les trois phases principales du processus de recyclage et deux méthodes de réduction du plomb pour le ramener à l'état de plomb métallique :

- ouverture ou rupture des batteries – y compris la description des sources potentielles de contamination de l'environnement,
- réduction du plomb y compris la description des méthodes pyrométallurgiques (connues aussi sous le nom « techniques de fusion-réduction ») et des méthodes hydrométallurgiques (ou électrolytiques) et des sources potentielles de contamination de l'environnement,
- affinage du plomb – notamment la

description de l'affinage pyrométallurgique et des sources potentielles de contamination de l'environnement.

Les scories résultant de la rupture des batteries sont en réalité un mélange de plusieurs substances: plomb métallique (PbO), sulfate de plomb (PbSO₄) et autres métaux tels que calcium (Ca), cuivre (Cu), antimoine (Sb), arsenic (As), étain (Sn) et, parfois, argent (Ag).

Sont décrites les sources de pollution dans les processus de traitement notamment les fuites d'électrolyte, poussières, émissions d'anhydride sulfureux (SO₂), ainsi que certaines mesures à prendre pour prévenir la pollution.

Les exigences pertinentes pour les accumulateurs plomb acide conformément aux Lignes directrices techniques¹ sont incluses dans le chapitre 10.2. – Attention particulière aux batteries et accumulateurs à électrolyte liquide, et le chapitre 6.2. – Les exigences de traitement en ce qui concerne la chimie de la batterie.

Exigences pour enlèvement de fluides En vertu de la Directive européenne sur les batteries (2006/66/CE), article 12(2) et l'Annexe

III partie A⁹, le traitement consistera au minimum en l'extraction de tous les fluides et acides.

Le tableau 10 présente les conditions d'élimination des fluides et acides conformément aux directives¹⁵, afin de limiter l'impact environnemental de ces processus.

Dans certains cas l'extraction des liquides est à proscrire, notamment si l'électrolyte est gélifié (accumulateurs au plomb gel-acide).

Tab. 10: Projet de spécifications minimales : « Extraction des fluides et acides, leur collecte et leur traitement »¹⁵

Spécifications proposées pour l'élimination des fluides et acides des déchets de batteries	Pour les batteries :	
	contenant des liquides	autres
Les batteries doivent être vidées et préparées pour le recyclage par les professionnels formés et munis de l'équipement de protection individuelle.	oui	-
Les surfaces dans les zones opérationnelles doivent être conçues pour récupérer tous effluents et les rediriger vers un réservoir où ils peuvent être éliminés.	oui	-
La capacité de rétention des effluents doit correspondre au minimum à la capacité des acides stockés.	oui	-
Les surfaces des zones opérationnelles, du système de drainage et des autres structures souterraines doivent être maintenues, et les mesures de prévention ou d'élimination rapide des fuites et déversements doivent être mises en place.	oui	-
L'électrolyte doit être dirigé vers l'endroit de traitement (recyclage / valorisation ou traitement de déchets).	oui	-
Le recyclage / la valorisation de l'électrolyte doit être effectué, le cas échéant ; le déversement de l'électrolyte neutralisé et/ou non traité doit être évité.	oui	-
Si le procédé de neutralisation est mis en place, les méthodes de mesure habituelles doivent être utilisées.	oui	-
Les eaux usées neutralisées provenant du processus de neutralisation doivent être stockées séparément.	oui	-
Une inspection finale des eaux résiduelles neutralisées provenant du processus de neutralisation doit être effectuée.	oui	-



Dans ce cas le processus de recyclage doit être optimisé cas par cas pour minimiser les émissions et risques pour la santé de l'homme et pour atteindre une bonne efficacité du recyclage.

Pendant le processus de traitement les risques environnementaux doivent être pris en compte. Le récipient collecteur doit résister aux acides, le plus souvent son fond est pavé et ses murs sont revêtus d'une feuille résistante et d'acier inoxydable. L'espace autour du récipient collecteur est suivi pour repérer toute fuite.

Les questions primordiales en ce qui concerne l'impact de l'industrie de traitement du plomb sur l'environnement c'est notamment la pollution de l'air et de l'eau et la formation de déchets dangereux.

Les usines de traitement possèdent en général leurs propres stations d'épuration des eaux usées et pratiquent le recyclage de ces eaux. La plupart des déchets est recyclé, mais les résidus d'extraction posent un grave problème environnemental. Le traitement des déchets provoque aussi quelques nuisances locales liées notamment au bruit. Vu la haute dangerosité des flux de déchets solides ou liquides, il y a un risque important de pollution du sol.

Etant donné que l'objectif des présentes lignes directrices n'est pas une description détaillée des spécifications techniques, mais surtout la gestion des déchets de batteries, il est recommandé de se référer aux directives concernées^{14,24}.

VALORISATION DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

La valorisation du plomb comme matière première secondaire se compose de la fusion, l'affinage et l'ajout de réactifs.

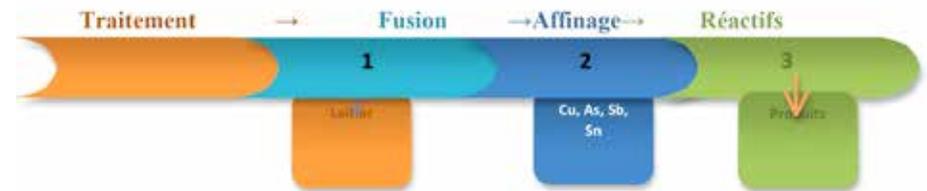


Fig. 18: Processus typique de valorisation des batteries au plomb usagées¹⁰



Fig. 19: Usine de traitement du plomb comme matière première secondaire de la société Mach Trade (Slovaquie)



Fig. 20 : Costa Rica – Pb Metals SA²⁵.

La valorisation du plomb issu de la technologie humide est réalisée dans la partie métallurgique de la technologie. Il existe deux principaux procédés utilisés pour le recyclage des déchets de batteries automobiles :

- a. Les batteries sont d'abord vidées de leur acide, elles sont ensuite introduites dans un haut fourneau ou un four à cuve (procédé Varta). Les batteries entières et l'agent fondant sont mis dans le four à travers une ouverture où est amené l'air enrichi en oxygène. Le plomb fondu est coulé en lingots (le plomb antimonial) et le laitier de silice et les scories à base de plomb et de fer restant sont recyclés dans des fours primaires. Les composés organiques contenus dans les gaz d'échappement du four sont oxydés dans un brûleur, puis refroidis et filtrés à l'aide de filtres à tissu. La poussière du filtre est

déchlorée et retourne dans le haut fourneau.

- b. Les batteries vides sont broyées et les différentes fractions sont séparées par des équipements automatiques (procédé MA et CX). Ce procédé MA et CX (Engitec) utilise les broyeurs à marteau pour concasser les batteries. Le matériel broyé passe à travers une série de sas, de séparateurs humides et de filtres afin d'être réparti en différentes fractions. Ces dernières contiennent des composés métalliques, des pâtes à base de sulfate de plomb, du polypropylène, des plastiques non recyclables et de l'acide sulfurique dilué. Certains procédés utilisent une deuxième phase de broyage avant que la fraction plastique ne soit finalement traitée. Le polypropylène est recyclé autant que possible. L'acide sulfurique obtenu est neutralisé, s'il n'est pas utilisé

autrement, et le sulfate de sodium peut être cristallisé et vendu. Ces possibilités dépendent largement du marché.

Comme l'objectif des présentes lignes directrices n'est pas une description détaillée du processus métallurgique de la valorisation du plomb, mais surtout la gestion des déchets de batteries, nous recommandons de chercher d'autres détails dans le chapitre 5.2. Les meilleures techniques disponibles – documents de référence de la Commission européenne, où les descriptions BREF contiennent des spécifications pertinentes pour le

traitement des déchets de batteries. En tout cas il faut dire que du point de vue de l'environnement, il y a plusieurs alternatives pour le traitement du soufre issu des batteries.

- Avant la fusion, le soufre de la pâte de sulfate de plomb peut être éliminé par réaction avec un mélange de carbonate de sodium et d'hydroxyde de sodium (procédés CX et autres procédés similaires).
- Le sulfate de plomb peut être séparé et transporté vers un établissement capable d'utiliser le soufre contenu dans les gaz, notamment dans le processus de fusion primaire du plomb.

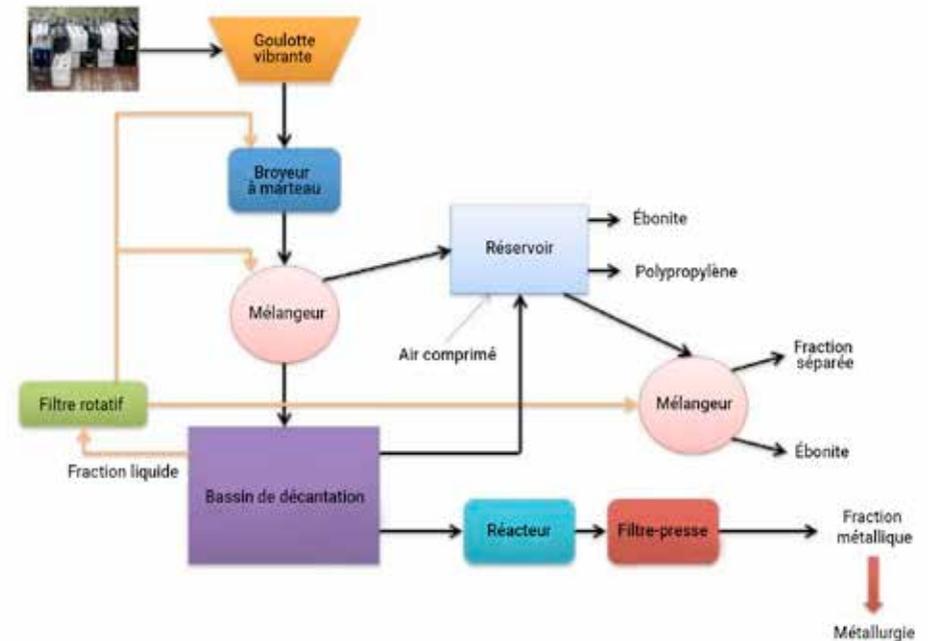
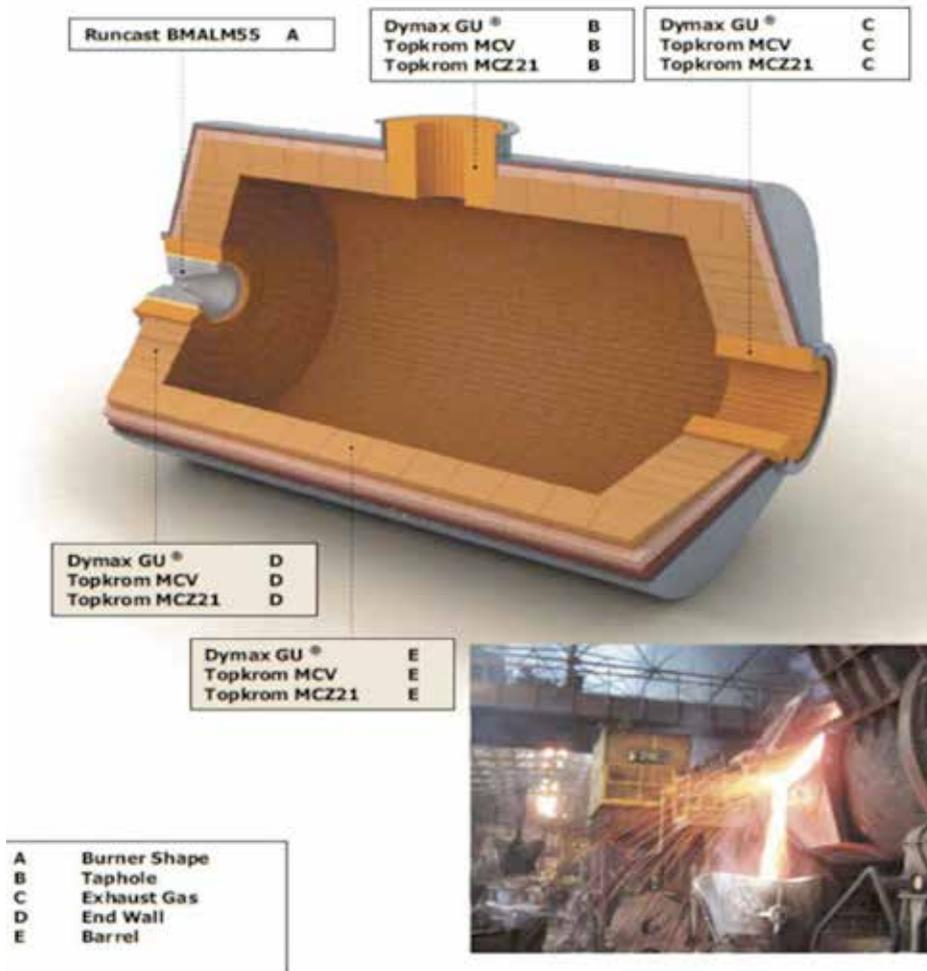


Fig. 21: Exemple de schéma de technologie de traitement humide (Engitec)¹⁶



- Le soufre peut être fixé dans les scories ou bien comme Fe/Pb matte.

L'élimination du soufre avant la fusion peut réduire la formation de scories et en fonction de la technique de fusion retenue, aussi la quantité d'anhydride sulfureux libéré dans l'air.

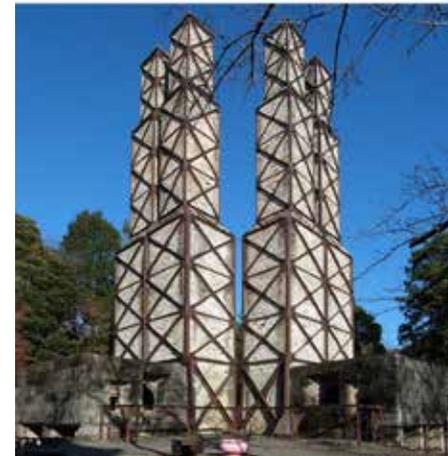
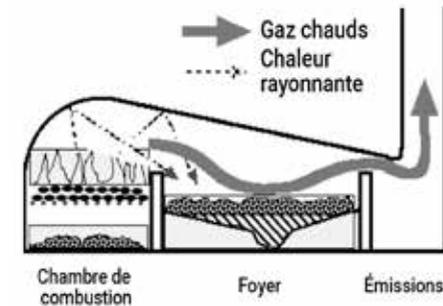


Fig. 23: Exemple de four à réverbère²⁸



Fig. 24: Exemple de haut fourneau²⁹

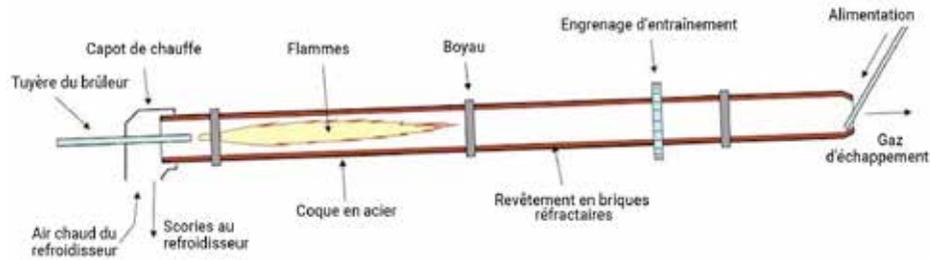


Fig. 25: Exemple de four rotatif³⁰.



Fig. 26: Exemple de four ISA Smelt³¹.

Le plomb et la pâte de plomb sont transportés vers le réacteur de fusion, par exemple :

- four tournant,
- four à réverbère et haut fourneau ou four électrique,
- four rotatif,
- four ISA Smelt,
- four électrique.

Les fours rotatifs ou à réverbère sont chauffés soit au gaz, soit par combustible liquide. Dans de nombreuses installations, l'air est enrichi en oxygène. La fusion s'effectue généralement de façon discontinue. Le laitier et le métal sont vidangés séparément, et les lots de laitier sont traités pour récupérer davantage de plomb et améliorer la stabilité du laitier. Le

volume de soufre contenu dans la charge est fixé dans le laitier, qui est un composé de sodium-fer-soufre avec de petites quantités de plomb et d'autres métaux.

Dans le procédé ISA Smelt, la pâte désulfurée et le réducteur sont alimentés en continu dans le four et le plomb d'œuvre est vidangé à intervalles réguliers. Lorsque le réacteur contient un volume maximal de laitier, on ajoute un réducteur et des fondants pour obtenir un plomb d'œuvre riche en antimoine et un laitier à évacuer. Le laitier peut également être réduit dans un autre four.

Le four électrique à résistances pour les matières premières secondaires complexes utilise un bain de laitier ouvert recouvert par du coke. Les matières premières sont chargées à la surface du bain où elles réagissent et produisent du métal et du laitier qui seront ensuite vidangés à intervalles réguliers. Les effluents gazeux

qui contiennent du monoxyde de carbone sont brûlés, les poussières émises dans les fumées sont recueillies.

Le four est chargé par les matériaux d'entrée – le plomb métallique et la pâte de plomb, éventuellement les poussières sortantes, le laitier, le réducteur et la soude calcinée. Après le chargement l'ouverture d'entrée est fermée et le four est chauffé. Après la fusion le contenu du four est déversé dans un moule préchauffé. Le laitier reste à la surface et le plomb est introduit dans des moules à lingots^{10, 11, 16}.

Le tableau suivant démontre un exemple des entrants et des sortants pour quelques sites de traitement du plomb en Europe¹¹.

Après la récupération du plomb des batteries usagées ce plomb brut doit être affiné puisque ce type de plomb contient des différentes quantités de cuivre, d'argent, de bismuth,



Fig. 27: Four de l'usine Industrias Meteoro S.A. – République dominicaine²⁵.

Tab. 11: Exemple de données sur les entrants et sortants de l'usine de traitement de batteries sans désulfuration

Entrants			Sortants		
Matériels de fusion	t/t Pb	2.12	Produit		
Déchets de batteries	%	63	Plomb et ses alliages	t/t Pb	1
Autre matériel de fusion	%	21	Pâte de batteries	t/t Pb	0.5
Lingots, rebuts de plomb	%	16	Polypropylène	t/t Pb	0.07
Réactifs	t/t Pb	0.14	Déchets		
Rognures d'acier	%	46	Déchets de plastiques	t/t Pb	0.10
Carbone pyrolytique	%	32	Scories	t/t Pb	0.23
Soude	%	22	Autres		
Autres			Effluents gazeux	Nm ³ /t Pb	70 000
Electricité	MWh/t Pb	0.26			

Tab. 12 : Exemple de données sur les entrants et sortants de l'usine de traitement de batteries avec désulfuration

Entrants			Sortants		
Matériels de fusion	t/t Pb	1.41	Produit		
Déchets de batteries	%	79.0	Plomb et ses alliages	t/t Pb	1
Autre matériel de fusion	%	3.8	Sulfate de sodium	t/t Pb	0.096
Lingots, rebuts de plomb	%	16.6	Polypropylène	t/t Pb	0.051
Incinération des effluents gazeux	%	0.6	Déchets		
Réactifs	t/t Pb	0.307	Déchets de plastiques	t/t Pb	0.108
NaOH	%	49.8	Scories métallurgiques	t/t Pb	0.18
Rognures d'acier	%	9.4	Autres		
Carbone pyrolytique	%	17.6	Effluents gazeux	Nm ³ /t Pb	37 000
Soude	%	23.1			
Autres					
Electricité	MWh/t Pb	0.20			
Gaz naturel	MWh/t Pb	0.73			
Vapeur	MWh/t Pb	0.84			

d'antimoine, d'arsenic et d'étain. Le plomb récupéré des sources secondaires peut contenir de pareilles impuretés, mais en général c'est l'antimoine et le calcium qui dominent.

Il existe deux procédés d'affinage du plomb brut :

- l'affinage électrolytique (hydrométallurgique) utilisant des anodes faites de plomb d'œuvre décuivré et des cathodes de départ faites de plomb pur,
- l'affinage pyrométallurgique (comme méthode de fusion-réduction) est réalisé dans une série de cuves chauffées indirectement au mazout ou au gaz.

sélectivement par l'électricité tous les composés du plomb pour les ramener à l'état de plomb métallique, comme dans le procédé PLACID.

La notion chimique qui est à la base de l'électrolyse est la transformation de tous les composés du plomb en substances chimiques uniques, soit du plomb avec un degré d'oxydation +II (Pb²⁺) dans ce cas, réduit ensuite par l'électrolyse pour produire du plomb métallique. L'électrolyse dépose du plomb sous forme de dendrites ou éponge, qui sont ensuite secouées et recueillies sur un tapis roulant, puis comprimées pour former des plaquettes de plomb pur (99,99%) ; celles-ci sont ensuite transportées vers une cuve où elles sont transformées en lingots. Ce procédé d'extraction peut se faire en continu 24 heures sur 24.

Méthodes hydrométallurgiques

Les procédés hydrométallurgiques ou électrolytiques consistent à réduire

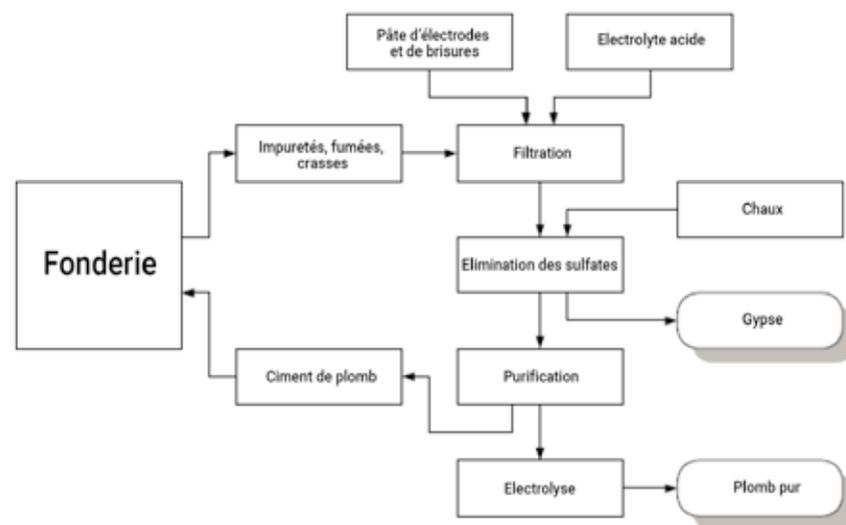


Fig. 28: Diagramme pour l'électrolyse du plomb¹.

Bien que, prise isolément, cette installation soit parfois coûteuse, ce procédé donne de bons résultats lorsqu'il est utilisé dans le cadre d'une fonderie à basse température

car, avec la séparation appropriée des matières premières, il apporte une solution technologique aux procédés d'affinage du plomb¹.

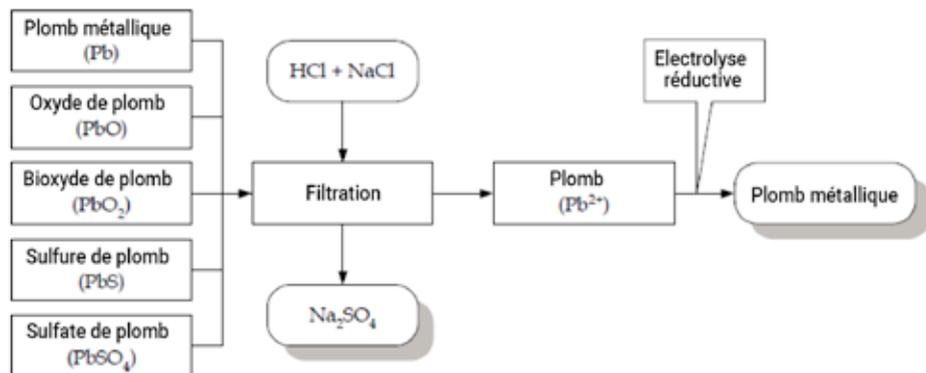


Fig. 29: Procédé électrochimique dans la production de plomb par méthode hydrométallurgique¹.

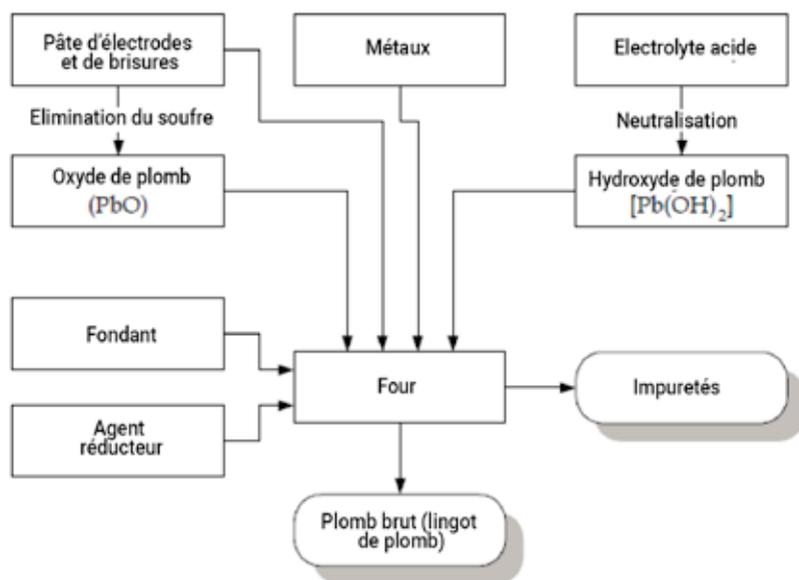


Fig. 30: Diagramme d'un procédé pyrométallurgique de fusion du plomb¹.

Avant la fusion, certaines méthodes permettent d'éliminer le soufre de la pâte de sulfate de plomb par réaction avec un mélange de carbonate de sodium (Na_2CO_3) et d'hydroxyde de sodium (NaOH), comme dans les procédés CX et autres procédés similaires, transformant ainsi le sulfate de plomb (PbSO_4) en oxyde de plomb (PbO). On peut aussi utiliser comme agent d'élimination du soufre de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) et du carbonate de calcium (CaCO_3). Ce procédé réduit la formation de scories et, en fonction de la technique de fusion retenue, il diminue la quantité d'anhydride sulfureux (SO_2) libéré dans l'air. Toutefois, d'autres méthodes consistent simplement à ajouter directement dans le four certaines quantités contrôlées de sulfate de plomb et d'agent d'élimination du soufre. L'électrolyte acide doit également être traité avant que le plomb qu'il contient puisse être envoyé dans le four de fusion. Pour ce faire, on le neutralise avec de l'hydroxyde de sodium qui précipite tout le plomb présent sous forme d'hydroxyde de plomb [Pb(OH)_2]. Ce composé est ensuite éliminé par décantation ou filtrage et envoyé dans le four. La solution restante, du sulfate de sodium dilué dans de l'eau (Na_2SO_4), peut être encore purifiée et le sel isolé jusqu'à un degré de pureté élevé (jusqu'à une qualité alimentaire). La partie métallique et les composés du plomb résultant des procédés de neutralisation et d'élimination du soufre

sont ensuite ajoutés dans le four et fondus avec des agents fondants et réducteurs. Les sources de chaleur peuvent être, au choix, le pétrole, le gaz, le charbon, l'électricité, etc. On ajoute des agents de flux, qui fondent à une température inférieure à celle de la fusion des composés du plomb, non seulement pour diminuer celle-ci mais aussi pour fournir un solvant liquide qui capture plusieurs composés non désirés pendant le processus de fusion et de réduction. Lorsque le fondant commence à être pollué par toutes sortes d'impuretés provenant du processus de fusion, des scories commencent aussi à se former. Leurs propriétés physiques et chimiques, caractéristiques importantes pour décider de leur traitement ultérieur, dépendent entièrement de la composition chimique du fondant utilisé. On ajoute, par ailleurs, des agents réducteurs afin de réduire l'oxyde de plomb (PbO) et l'hydroxyde de plomb [Pb(OH)_2] en plomb métallique. Il s'agit habituellement d'un composé à base de carbone tel que du coke, de la houille ou une autre source naturelle. Une fois le procédé bien équilibré, le plomb métallique fondu commence à s'accumuler au fond de la cuve. Toutefois, comme il est mentionné plus haut, il est parfois fortement contaminé par d'autres métaux ayant une valeur économique. En conséquence, la barre de plomb doit subir un autre procédé d'affinage avant que du plomb pur puisse en être extrait¹.

Le processus de valorisation des déchets de plomb provoque des émissions dans l'air et des eaux usées. Les principales émissions dans l'air sont⁷ :

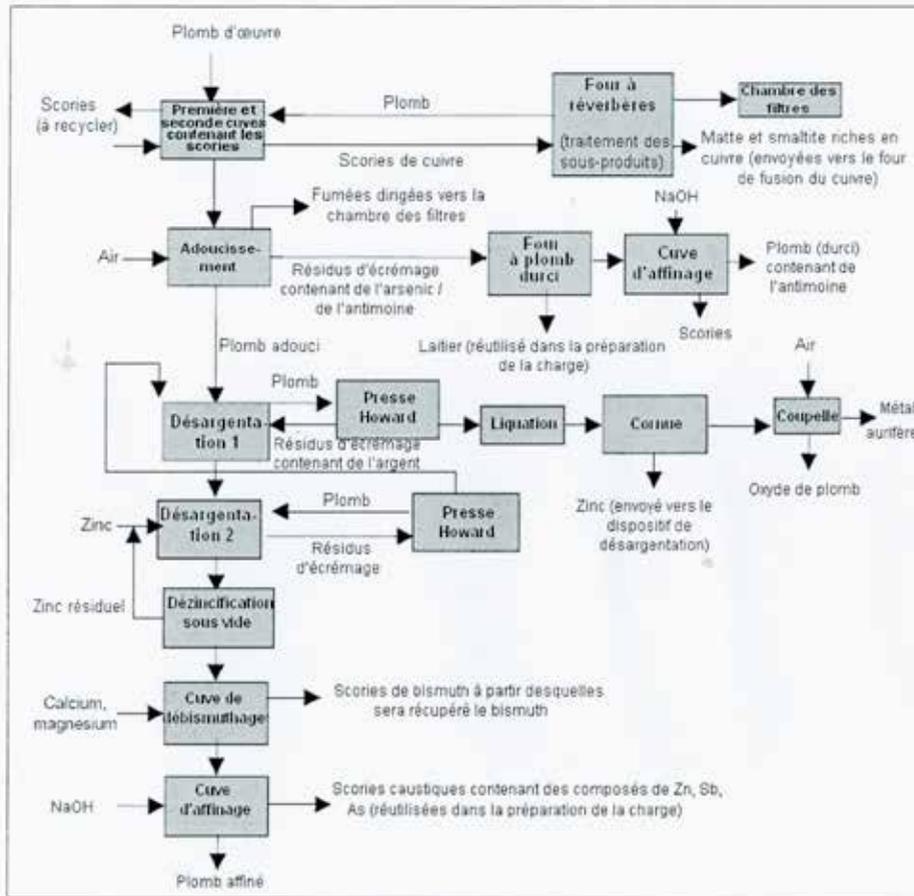


Fig. 31: Diagramme détaillé représentant les procédés d'affinage du plomb¹¹.



Fig. 32: Lingots de plomb comme produit final

- le dioxyde de soufre SO₂, d'autres composés soufrés et brouillards acides ;
- les oxydes d'azote NO_x et autres composés azotés ;
- les métaux et leurs composés ;
- les poussières ;
- les composés organiques volatils et les PCDD/F^{11,14}.

Tab. 13: Exemple d'émissions des métaux issues du traitement des déchets de batteries dans certaines usines en Europe⁷

Processus	Production (tonnes)	Poussières (g/t _{produit})	Zn (g/t _{produit})	Pb (g/t _{produit})	Cd (g/t _{mét})	As (g/t _{mét})
Batteries – entières (four à cuve)						
-processus	49 000	10 - 25	0.1	2.5	<0.1	<0.15
-affinage	53 000	0.49	NA	0.024	NA	NA
-secondaire*		<2 mg/Nm ³	NA	<0.01 mg/Nm ³	NA	NA
Batteries – pâte désulfurisée						
-processus	43 000	1 - 3	NA	0.1 - 1	0.01	0.18
-affinage	52 000	4	NA	0.5	0.02	0.24
-secondaire*		6	NA	0.3	NA	0.02
Batteries – entières						
-processus	10 000	15 - 35	NA	<0.5	NA	<0.3

*Captage des poussières secondaire

Tab. 14: Exemple des limites d'émission nationales dans des conditions standard (gaz sec) de traitement du plomb (Slovaquie)

Source de pollution	Limites d'émission (mg/m ³)		
	Polluants solides	SO _x	NO _x
Transport et manipulation	50		
Agrégats de fours	20	350	400
Fusion et coulée	10	350	400

Le concassage et la vidange des batteries produisent des eaux usées acides contenant du plomb et des autres métaux en solution et suspension. Ces effluents sont neutralisés et l'eau est recyclée. Si c'est possible, l'acide est utilisé ailleurs. Habituellement une partie est prélevée du système pour contrôler la quantité de sels dilués. L'eau de refroidissement apparaît aussi dans le

processus de broyage des batteries⁷. Les processus mentionnés créent les eaux superficielles contaminées qui sont nettoyées et utilisées à nouveau. Une fois les eaux traitées et analysées, il est courant de laisser écouler une partie de ces eaux du cycle fermé. La contamination des routes et surface est minimisée par nettoyage fréquent des routes, des surfaces solides à

l'aide de l'eau, et par captage des effluents. La qualité et la quantité des eaux usées dépendent des procédés utilisés, de la composition des matières et des pratiques lors de la manutention. Les eaux technologiques et les eaux de pluie sont souvent réutilisées.

L'eau de refroidissement utilisée lors de la granulation du laitier ou provenant du réservoir de refroidissement circule habituellement dans un système fermé. Les principaux constituants des eaux usées issues de certains processus sont présentés dans le tableau suivant⁷.

Tab. 15: Exemple de résultats typiques de l'analyse des eaux usées⁷

Processus	Eaux usées (m ³ /r)	Débit (m ³ /h)	Principaux constituants (mg/l)					COD
			Pb	Cd	As	Zn	Ni	
Séparation mécanique des batteries (CX) + four rotatif*	190 000	<0.2						
Séparation mécanique des batteries (MA) + four rotatif*	124 000		0.02	0.07	<0.0005	0.27	0.09	
Batterie entière *	150 000	40	0.4	0.01	<0.001	0.01	<0.05	96
Four à cuve *	17 000		<0.2	<0.1		<0.3		
CX + four rotatif + Pb affinage *	105 000	2.1	0.13	0.01	0.01		0.03	

*Fours secondaires, COD – demande chimique en oxygène

ELIMINATION DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

L'objectif primordial de la politique environnementale dans le domaine des batteries au plomb usagées et de maximiser la collecte sélective, la valorisation du plomb comme matière première secondaire précieuse et de minimiser l'élimination des batteries en tant que déchets communaux mixtes. Conformément à l'article 14 de la Directive européenne (2006/66/CE)⁹ les États membres interdisent l'élimination par mise en décharge ou incinération des déchets de piles et d'accumulateurs industriels et automobiles. Néanmoins, les résidus des piles et des accumulateurs qui ont été soumis à la fois à un traitement et à un recyclage peuvent être éliminés par mise en décharge ou incinération. Il est donc clair que le traitement des déchets tel que la mise en décharge et l'incinération ne peut pas être considéré comme solution environnementale convenable, non seulement pour des raisons économiques, mais aussi pour la protection de la santé de l'homme et de l'environnement. Il y a cependant des situations où la mise en décharge est inévitable à cause de l'absence des usines de traitement et de recyclage, ou bien si les fractions issues du démantèlement des batteries usagées ne peuvent pas être valorisées dans le pays non membre de l'UE.

Il est recommandé d'interdire la mise en décharge des batteries au plomb usagées ou des fractions issues de leur démantèlement. A défaut d'un marché viable, leur mise en décharge est autorisée uniquement dans les décharges ou les installations souterraines à long terme qui sont conçues ou destinées pour la mise en décharge de déchets dangereux. De telles décharges ou installations souterraines doivent être agréées par les autorités compétentes nationales. Il est recommandé d'interdire l'incinération des batteries au plomb usagées.

9.1 Décharges pour déchets dangereux

Certains déchets provenant du recyclage du plomb ne peuvent plus être recyclés ou réutilisés et il faut donc leur trouver une destination sûre. Il convient de souligner que ces déchets ont généralement des teneurs en plomb de 2 à 5% et qu'ils doivent être traités comme des déchets dangereux, même si le plomb n'est pas lessivable. Ils doivent donc être transportés vers des décharges réglementées pour produits dangereux. Le laitier stabilisé, ce composant principal des déchets dangereux, produit lors des étapes de raffinage, et le laitier contenant du sodium résultant de l'utilisation du carbonate de sodium, compte tenu de leurs caractéristiques physiques et chimiques, ne sont pas réutilisés et sont évacués vers une décharge de déchets dangereux. Il y a d'autres sources de pollution lors du traitement, tels que les fuites et l'électrolyte,

qui peut être traité avec du carbonate de sodium (Na_2CO_3) ou du carbonate de calcium (CaCO_3), produisant ainsi du sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou du gypse (CaSO_4) qui, une fois que les boues de plomb ont été éliminées par filtration, peuvent être encore purifiés et vendus à l'industrie du ciment ou de la construction.

Malgré une certaine hausse des coûts de recyclage, le laitier contenant du calcium retrouve un autre emploi comme matière première dans la fabrication du ciment pour la construction des routes, fabrication des briques etc. dont les résultats sont prometteurs¹.

En cas de formation des déchets dangereux la détermination du site d'une décharge doit tenir compte des exigences concernant :

- la distance entre les limites du site et les zones d'habitation ou de loisirs, les voies d'eau et plans d'eau et sources d'eau,
- les conditions liées à la géologie, hydrologie, hydrogéologie et à la mécanique des sols des environs,
- la protection de la nature, du paysage et du patrimoine culture de la zone,

- le niveau de charge acceptable pour la zone,
- les intempéries extrêmes potentielles et leur impact,
- les conclusions d'une étude des incidences sur l'environnement.

La décharge doit avoir :

- un panneau d'information,
- une voirie d'accès et des routes revêtues sur le site,
- une clôture et les grilles pouvant être fermées à clef,
- un instrument de pesage,
- des locaux d'exploitation avec tous équipements nécessaires,
- des extincteurs,
- un système d'imperméabilisation,
- un système de drainage avec une cuve pour stockage de lixiviats,
- un système de drainage des effluents gazeux et une installation pour les utiliser ou éliminer, excepté les décharges des déchets où la formation des gaz n'est pas probable,
- un système de surveillance des eaux



Fig. 33: Implantation d'une décharge

souterraines,

- k) un système de surveillance des effluents gazeux, excepté les décharges des déchets où la formation des gaz n'est pas probable,
- l) un système de drainage pour les eaux superficielles,
- m) une installation pour les véhicules de nettoyage,
- n) d'autres installations nécessaires pour l'exploitation de la décharge.

La décharge doit être protégée par une clôture pour empêcher le libre accès au site. Les grilles doivent être fermées à clef en dehors des heures de travail. Le système de contrôle et d'accès à chaque décharge devrait comporter un programme de mesures permettant de détecter et de décourager les dépôts illégaux sur le site. Si une barrière artificielle est établie, il faut s'assurer que le substrat géologique, compte tenu de la morphologie de la décharge, est suffisamment stable pour empêcher un tassement risquant d'endommager la barrière.

Pendant l'exploitation des mesures sont prises afin de réduire les nuisances et les dangers pouvant résulter de la décharge, tels que les émissions d'odeurs et de poussières, matériaux emportés par le vent, bruit et mouvement de véhicules, oiseaux, animaux nuisibles et insectes, incendies, formation d'aérosols. La décharge doit être exploitée de manière à empêcher que les impuretés créées par les véhicules et les moyens de transport soient répandues par les routes publiques dans le

paysage environnant.

Les déchets sont déposés sur le site dans des couches de 0,3 à 0,5 m qui sont tassées ; la couche de travail après tassement ne doit pas dépasser 2,0 m. Le tassement devrait être effectué au plus tard le jour suivant le dépôt. La première couche est déposée de manière à ne pas endommager la barrière d'étanchéité et le système de drainage ; la première couche des déchets déposés doit être tassée quand elle atteint l'épaisseur de 2 m. La première couche doit pas comporter les déchets pouvant endommager le fond de la décharge. Un système de drainage périphérique adapté ayant une capacité suffisante pour évacuer les eaux superficielles des environs du site doit être installé. A chaque décharge des mesures appropriées sont prises en vue de contrôler les lixiviats et notamment de limiter les quantités d'eau dues aux précipitation s'infiltrant dans la masse des déchets mis en décharge, d'empêcher les eaux de surface et souterraines de s'infiltrer dans les déchets, de recueillir les eaux contaminées et les lixiviats, de traiter les eaux contaminées et les lixiviats recueillis afin qu'il atteignent la qualité requise pour pouvoir être rejetés, ou transportés dans une station d'épuration adaptée. Il convient de disposer les déchets sur le site de manière à assurer la stabilité de la masse des déchets et des structures associées, ainsi que des constructions nécessaires, pour éviter les glissements.

Les gaz de décharge sont recueillis dans toutes les décharges recevant des déchets biodégradables. Les gaz recueillis doivent être traités et utilisés pour produire

l'électricité ; s'il n'est pas possible d'utiliser les gaz de décharge pour produire l'électricité, ils doivent être incinérés. La collecte, le traitement et l'utilisation des gaz de décharge sont réalisés de manière à minimiser les incidences sur l'environnement et la santé humaine. L'exploitant de la décharge doit prévoir un système de surveillance :

- a) des données météorologiques (précipitations, température, vent, couverture nuageuse, humidité),
- b) des données des émissions (quantité et

- composition des lixiviats, émissions des gaz),
- c) de la mesure de la qualité des eaux souterraines (pH, TOC, phénols, métaux lourds, fluorures, hydrocarbures etc.),
- d) de la topographie de la décharge.

Pour la surveillance de la qualité des eaux souterraines aux environs de la décharge il faut installer un nombre suffisant d'appareils de mesure, au minimum au nombre de trois : un à l'entrée de l'eau souterraine et deux à sa sortie. Les valeurs d'origine de l'eau souterraine doivent être prises avant le début de l'exploitation de la décharge.



Fig. 34: Barrière géologique artificielle d'une décharge



Fig. 35: Barrière artificielle utilisant l'isolation HDPE



Fig. 36: Implantation d'une décharge

9.2. Stockage souterrain à long terme des déchets dangereux

Les déchets dangereux, y compris les batteries au plomb usagées, mis en conteneurs appropriés, peuvent être stockés à long terme dans des dépôts souterrains, comme d'anciennes mines de sel ou de potasse.

Dans des mines les contrôles sévères des déchets acceptés dans des fûts ou conteneurs sont effectués. Après vérification et les autorisations nécessaires les batteries au plomb sont chargées dans des cellules de transport et sont déplacés au sous-sol. Des fûts sont ensuite déchargés et replacés jusqu'à hauteur maximale selon leur

contenu. L'emplacement des différentes livraisons de déchets est enregistré pour référence ultérieure. Une fois la zone de stockage remplie, entre les piliers de sel sont érigés les murs (connus comme parois) en tant que barrières physiques entre les zones de stockage. L'exploitation d'une décharge doit être réalisée de manière à éviter la pollution des eaux souterraines et de l'air. Les mines souterraines font souvent l'objet d'études approfondies, les procédés de leur exploitation sont conçus et compris du point de vue de l'évaluation quantitative et qualitative à long terme des risques, le tout appuyé par des preuves complémentaires. Grâce aux caractéristiques géologiques et hydrogéologiques qui isolent effectivement les mines de sel souterraines de la biosphère, la probabilité des incidences sur

l'environnement, même en cas de scénario catastrophique, est très faible ou nulle.

9.3. Admission des déchets dans les décharges

Les déchets sont admis dans les décharges ou les sites de stockage à long terme sous condition que le détenteur présente à l'exploitant à chaque livraison le document sur la quantité et le type de déchets amenés, le bon de livraison et la fiche d'identification des déchets dangereux, les détails sur les caractéristiques et la composition des déchets sous forme d'un rapport d'analyse des déchets.

Au moment de la justification de la documentation complète et correcte il faut vérifier les données et les autres



Fig. 37: Pesage du conteneur lors de l'admission à la décharge

conditions d'admission des déchets, effectuer le contrôle de la quantité des déchets réceptionnés, le contrôle visuel des déchets livrés pour vérifier l'origine déclarée, le contrôle des caractéristiques et de la composition des déchets, s'assurer de la prise d'échantillons aléatoires, de leurs tests et analyses pour vérifier les informations sur leur origine, leurs qualités et leur composition, et il faut inscrire les déchets admis dans un registre. L'exploitant de la décharge ou du site de stockage à long terme confirme l'admission des déchets au détenteur et indique l'heure et la date de l'admission.

MOUVEMENTS TRANSFRONTIÈRES DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

Les mouvements transfrontières des batteries au plomb usagées font l'objet de la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination. Conformément à l'article 6 de la Convention l'importation et l'exportation des déchets dangereux sont notifiées aux autorités publiques des parties, de l'importateur et de l'exportateur.

La notification doit contenir les déclarations et renseignements spécifiés à l'annexe V-A, rédigés dans une langue acceptable pour l'Etat d'importation. Chaque document de mouvement doit contenir les informations spécifiées à l'annexe V-B de la Convention. Les batteries au plomb sont classées « A1160 Déchets d'accumulateurs électriques au plomb et à l'acide, entiers ou concassés » avec le code « Y31 Plomb, composés de plomb » et les codes « H1 Matières explosives », « H8 Matières corrosives », « H11 Matières toxiques ».

Le poste A1160 se réfère aux « Déchets d'accumulateurs électriques au plomb et à l'acide, entiers ou concassés » tandis que le poste A1170 se réfère aux « Accumulateurs et batteries usagés autres que ceux contenant le mélange spécifié sur la liste B. Accumulateurs usagés ne figurant pas

sur la liste B et contenant des constituants mentionnés à l'annexe I dans une proportion qui les rend dangereux ». Cependant, le poste B1090 se réfère aux « Accumulateurs électriques usagés répondant à certaines spécifications, à l'exception de ceux qui contiennent du plomb, du cadmium ou du mercure ». Il est toutefois très probable que toutes les batteries sur le marché contiennent au moins un constituant prévu par l'Annexe I, notamment l'électrolyte (Y34 solutions acides, soit Y35 solutions basiques ou Y42 solvants organiques). Sans égard à ce classement les batteries usagées sont considérées comme déchets dangereux au sens de l'article 1.1.b de la Convention. Pour cette raison tout mouvement transfrontière des batteries usagées doit être notifié. Si l'importateur est le pays membre de l'Union européenne, il faut respecter les conditions prévues par le Règlement (CE) sur les transferts de déchets [18]. Les batteries sont classées « A1160 Déchets d'accumulateurs électriques au plomb et à l'acide, entiers ou concassés » et leur importation n'est permise que pour être valorisées, toute importation de déchets destinés à être éliminés est interdite, sauf si elles provient de pays qui sont parties à la convention de Bâle ou d'autres pays avec lesquels la Communauté et ses Etats membres ont conclu des accords ou arrangements bilatéraux ou multilatéraux, ou d'autres régions, exceptionnellement,

dans des situations de crise, de rétablissement ou de maintien de la paix conformément à l'article 41 du Règlement. Les exigences de procédure sont prévues à l'article 44 du Règlement, l'article 4 prévoit une notification écrite et préalable, les conditions de transfert de déchets sont précisées à l'article 44-4 du Règlement. Pour que l'autorité compétente puisse bien évaluer le traitement ou le recyclage des déchets importés, le notifiant du transfert transfrontière lui fournit les informations techniques suivantes :

- composition chimique des déchets (informations issues des publications, dans le cas des batteries une analyse chimique n'est pas nécessaire),
- description technique du traitement / du recyclage y compris le schéma du débit massique,
- informations sur la valorisation (R processus) ou l'élimination (D processus) des sorties du processus de traitement / de recyclage,
- informations pertinentes sur l'autorisation (durée de validité, déchets autorisés),
- informations sur les émissions (référence aux MTD, limites d'émissions obligatoires, ou bien limites spécifiques pour l'entreprise, mesures actuelles des émissions dans l'air ou l'eau, type de technologie utilisée pour réduire les émissions).
- présence d'un système d'assurance de la qualité ou d'une évaluation des incidences sur l'environnement.

L'autorité compétente examine ces documents et ne délivre son autorisation de transfert transfrontière que si une gestion rationnelle de l'environnement est assurée. Si les déchets de batteries au plomb sont transférés vers le pays signataire de l'accord ADR¹⁹ ou RID²⁰, il faut respecter les conditions de ces accords. Le transport des batteries et accumulateurs est soumis également à l'Accord européen relatif au transport des marchandises dangereuses par route (ADR). Cet accord prévoit les conditions de ce type de transport et spécifie les exigences pour différents types de batteries, notamment batteries, humides, remplies d'acide.

10.1. Exigences générales pour le transport / ADR

Les exigences pour le transport des batteries usagées prévues par les Lignes directrices techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets de batteries au plomb et acide¹ peuvent être résumées⁴ comme suit :

- les batteries usagées doivent être transportées dans des conteneurs scellés, résistants aux chocs et à la corrosion par l'acide ;
- les conteneurs ne devraient pas bouger pendant le transport, par conséquent ils doivent être attachés au moyen de transport (emballés ou empilés de façon appropriée) ;
- le moyen de transport devrait être identifié avec des symboles (transport de produits corrosifs et dangereux) ;

- le conteneur doit être identifié par le numéro UN 2794 BATTERIES, humides, remplies d'acide, stockage électrique, classe 8 ;
- le moyen de transport doit être équipé d'un minimum d'équipement indispensable pour faire face à tout accident ou fuite pendant le transport ;
- les chauffeurs et les auxiliaires doivent être formés ;
- le moyen de transport doit être équipé de l'équipement de protection individuel ;
- le calendrier et la carte de transport doivent être prévus à l'avance pour éviter des accidents éventuels.

Les conditions de l'accord ADR sont applicables au transport des batteries usagées, cependant, conformément au volume II, elles sont exemptées d'ADR si elles répondent aux conditions de la disposition spéciale 598, si :

- leurs emballages ne sont pas endommagés,
- elles sont bien attachées et ne peuvent ni glisser, ni tomber ou s'endommager, par ex. si elles sont empilées sur les palettes,
- sur la surface des cellules il n'y a pas de traces d'acide ou de base,
- elles sont protégées des courts-circuits.

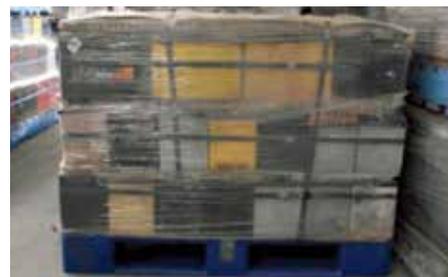


Fig. 38: Exemples de conditionnement correct avant le transport, ABRI²⁶.



Fig. 39: Exemples de conditionnement incorrect avant le transport, ABRI²⁶.

Fig. 40: Exemples de conditionnement incorrect avant le transport, ABRI²⁶.

Le film plastique noir ne convient pas (Le plastique noir empêche que le chauffeur ou le personnel puissent voir et contrôler le respect des conditions de protection de l'environnement en cas de déchets dangereux et des conditions des lignes directrices. Tout liquide et toute fuite peuvent être considérés comme fuite de l'acide (de l'électrolyte). Le film plastique transparent est le plus approprié)²⁶. La pose des cloisons de séparation en polystyrène n'est pas appropriée. (Les cloisons entre les couches sont utilisées

pour minimiser le risque de court-circuit et d'endommagement. Sont préconisées les cloisons en carton solide – elles sont plus appropriées que les bandes textiles-plastiques ou en aggloméré de bois, puisqu'elles sont recyclables et captent les petites fuites qui sont bien visibles. Les cloisons en polystyrène ne devraient pas être utilisées puisque leur recyclage est difficile et coûteux (les fournisseurs peuvent demander une taxe écologique pour payer les frais de recyclage du polystyrène)²⁶.

(Pour attacher le chargement à la palette il faut utiliser au moins deux cordes verticales)
(Les batteries doivent être emballées et scellées)



Fig. 41: Exemples de conditionnement incorrect avant le transport, ABRI²⁶.

(Les palettes endommagées sont à proscrire)
(Le chargement de la palette doit être attaché horizontalement et verticalement)



Fig. 42: Exemples des conditions de transport incorrectes et inacceptables

10.2. Attention particulière aux batteries et accumulateurs à électrolyte liquide

Les batteries et accumulateurs à électrolyte liquide peuvent causer de graves dégâts lors du stockage ou du transport. Ils doivent être placés séparément à cause de la nature de l'électrolyte (acide, alcalin ou organique) dans des conteneurs étanches et stables. Sont recommandés les récipients homologués par l'ONU correctement étiquetés, aussi bien pour le stockage temporaire, pour éviter une manipulation inutile ou un reconditionnement avant le transport.

Les batteries au plomb et acide sont classées sous le numéro UN 2794, classe 8, les batteries à électrolyte alcalin sous le numéro UN 2795, classe 8.

Les accumulateurs à électrolyte organique ne sont pas utilisés couramment et donc ils ne sont pas mentionnés dans l'accord ADR. Les batteries / accumulateurs scellés (notamment les piles commerciales de types AA, AAA, C, D) ne sont pas considérés comme accumulateurs à électrolyte liquide. Les batteries au plomb et acide scellées devraient cependant être considérées comme accumulateurs à électrolyte liquide puisque l'acide y contenu peut facilement s'écouler en cas d'endommagement. Il est donc recommandé de collecter, stocker et transporter les batteries au plomb et acide scellées comme toutes autres batteries au plomb courantes.

SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT

11.1. Procédé de rupture des batteries

Chaque manipulation des batteries au plomb usagées est une source potentielle de contamination de l'environnement, notamment les procédés de récupération du plomb. Il suit une description sommaire des sources courantes et prévisibles de contamination et l'indication où les trouver. Les sources spécifiques de contamination devront être déterminées en fonction des procédés utilisés.

Les sources courantes de pollution de l'environnement sont les suivantes :

- (a) fuites provenant des batteries –
- contamination par l'électrolyte acide et la poussière de plomb : le déversement accidentel du liquide des batteries peut être une source très commune de contamination de l'environnement et causer un dommage à la santé de l'homme car l'électrolyte est non seulement une solution extrêmement corrosive mais aussi un excellent véhicule pour le plomb soluble et les particules de plomb. Par conséquent, si cette solution se déverse dans une zone non protégée, elle peut contaminer le sol ou blesser les ouvriers. Par ailleurs, après déversement sur un sol non protégé, le sol lui-même se transforme en une source de particules de plomb lorsque la solution

sèche et que le plomb s'incorpore dans les particules du sol qui peuvent être soufflées par le vent ou soulevées par le passage de véhicules ;

- (b) rupture manuelle des batteries – source de risque pour la santé de l'homme et pour l'environnement par déversement important et formation de poussière contaminée par le plomb : l'ouverture manuelle des batteries se fait généralement avec des outils primitifs, sans protection d'aucune sorte pour les ouvriers ni pour l'environnement. La situation est encore pire dans le cas de batteries scellées difficiles à vidanger, ce qui augmente considérablement le risque de déversements importants et le danger pour la santé de l'homme. Elle devrait donc être évitée à tout prix ;
- (c) rupture mécanique des batteries – source de particules de plomb : l'ouverture des batteries par broyage dans des concasseurs peut propager des particules de plomb. Cependant, le fait que le concasseur soit scellé et l'emploi de quantités d'eau abondantes empêchent la formation de telles particules ;
- (d) séparation hydraulique – fuite d'eau contaminée : la séparation par moyen hydraulique tant des substances métallique et des substances organiques que celle des matières organiques lourdes et légères se fait habituellement dans des machines scellées et avec un système d'eau en circuit fermé.

Cependant, si une fuite se produit, l'eau sera fortement contaminée par les composés du plomb ;

- (e) scories d'ébonite et de plastique – déchets contaminés : les déchets d'ébonite résultant de l'ouverture des batteries peuvent poser problème car leur teneur en plomb va habituellement jusqu'à 5 % (w/w). Il est donc important que les dernières traces de plomb soient éliminées par un deuxième lavage, de préférence dans une solution alcaline, suivi d'un autre rinçage, avant le traitement ultérieur ou l'élimination de ces déchets¹.

11.2. Procédé de réduction du plomb

Les conséquences courantes du procédé de réduction du plomb pour l'environnement sont les suivantes :

- (a) composés du plomb résultant de la méthode de rupture – plomb et composés du plomb dans la poussière et dans l'eau : les matériaux fins qui ont été séparés dans l'opération de rupture sont généralement mouillés puisque les principaux procédés de séparation reposent sur des techniques hydriques. Cependant, s'ils ne sont pas intégrés à un procédé entièrement automatique, il faudra les transporter depuis l'installation où se pratique la rupture jusqu'à celle où se fait la réduction et un peu de matière boueuses et/ou aqueuse peut se renverser et tomber du moyen de transport. Une fois sèches, ces matières

se transforment en poudre et peuvent contaminer l'usine et ses alentours comme de fines poussières de plomb ;

- (b) impuretés – matériaux contaminés par le plomb : des impuretés se forment pendant la fusion dont la fonction est d'éliminer les matières qui ne sont pas facilement incorporées ou qui ne devraient pas se trouver dans le plomb brut. Ces impuretés, cependant, contiennent encore du plomb qui peut être récupéré et elles sont recyclées au cours de la fusion. Pour ce faire, les impuretés doivent être éliminées et transportées jusqu'au point de chargement du four mais, comme elles se présentent en général sous forme de poussière et parfois de poudre (scories de cuivre), elles peuvent constituer une source de contamination au plomb pendant le transport ;
- (c) filtres – poussières contaminées par le plomb : les fours n'ont pas besoin d'être équipés de filtres pour pouvoir retenir les poussières de plomb qui se sont formées pendant la fusion. Après utilisation, elles sont habituellement recyclées au cours du même processus de fusion puisqu'elles peuvent contenir jusqu'à 65 % de plomb. Cependant, la manipulation et l'entretien des filtres usagés peuvent être une source importante de poussière contaminée qui peut présenter un danger pour la santé de l'homme et l'environnement. De plus, les filtres trop utilisés sont une source

importante de pollution. Enfin, il faut bien se rendre compte que l'entrée du four peut, elle aussi, laisser passer de la poussière de plomb dans le milieu ambiant puisqu'il peut s'agir d'un système ouvert. Les fumées à haute température qui s'échappent du four et de la zone de coulée ont une forte teneur en plomb qui est facilement absorbé par le corps humain ;

- (d) émissions d'anhydride sulfureux (SO_2) – le pourcentage de soufre, sous forme d'anhydride sulfureux (SO_2), provenant d'une quantité donnée d'une charge de scories de plomb traitée par réduction dépend, dans une large mesure, non seulement du four lui-même mais aussi des produits d'écumage qui se forment. Il se situe en général entre 0 et 10 % et diminue sensiblement si le fondant utilisé est un mélange de composé à base de fer et de sodium qui produit de l'écume de sodium et des pyrites. L'ébonite a également une teneur en soufre de 6 à 10 % qui peut contribuer à l'émission de SO_2 si on l'ajoute dans le four ;
- (e) combustion de matières organiques – formation de goudron : une raffinerie bien conçue et bien contrôlée n'a pas à s'inquiéter de la formation de goudron, son procédé de réduction consommant toutes les substances organiques. Par contre, moins le contrôle du procédé de réduction est efficace plus les émissions de goudron sont nombreuses, surtout dans les fonderies artisanales. Si le

four de réduction comporte des filtres, l'émission de goudron pose un problème encore plus important, cette matière étant très inflammable et susceptible de provoquer des incendies dans les filtres ce qui augmente les risques d'accident et la possibilité d'une émission indésirable. L'introduction de brûleurs secondaires pour achever la combustion des gaz provenant du four est une solution courante à ce problème, mais une restructuration complète du procédé, avec élimination des substances organiques par exemple, serait peut-être plus prometteuse ;

- (f) émissions de chlore (Cl_2) et de ses composés : la séparation initiale des matériaux qui peuvent entrer dans le processus de réduction diminue considérablement les émissions de chlore. Cependant, les quantités toujours plus grandes de PVC dans les fours augmentent les possibilités qu'il y en ait. La plus grande partie est absorbée par les produits d'écumage de base du calcium ou du sodium mais une partie du chlore est transformée chimiquement en chlorure de plomb, volatile dans les conditions du four mais capturé par les filtres à poussière lorsque la température baisse ;
- (g) production de scories – elles constituent la plus grande partie de la production de déchets pendant l'opération de réduction. En moyenne, une tonne de plomb métallique produit 300 à 350 kg de scories, selon les caractéristiques particulières

du procédé et le type de scories qui se forment (produits d'écumage du sodium ou du calcium), environ 5 % (w/w) étant des composés du plomb. En conséquence, si l'on veut éviter des problèmes sanitaires et écologiques, il convient de planifier longtemps à l'avance le lieu de destination et d'entreposage de ces substances en tenant tout particulièrement compte de la filtration qui peut se produire si des scories instables, solubles dans l'eau, sont au contact de l'eau ou de l'humidité¹.

11.3. Procédé d'affinage du plomb

L'affinage peut être un procédé très polluant si l'on ne prend pas de mesures de contrôle. Les incidences de l'affinage du plomb sur l'environnement sont entre autres les suivantes :

- (a) plomb surchauffé – vapeurs de plomb : le plomb obtenu par réduction est parfois introduit directement dans la cuve d'affinage dont la température peut atteindre 1000°C. Il n'est donc pas rare que l'affinage du plomb dégage de grandes quantités de vapeurs de plomb. Idéalement, le plomb devrait s'écouler directement du four dans un bain de plomb ou être laissé à refroidir avant d'être versé ;
- (b) émissions d'anhydride sulfureux (SO_2): l'élimination du cuivre par l'addition de soufre élémentaire peut produire de grandes quantités d'anhydride sulfureux (SO_2), le soufre s'oxydant facilement en présence d'oxygène aux températures du four. L'emploi de sulfure de fer élimine ce problème ;
- (c) production et élimination des scories –

contamination du métal : la production et l'élimination des scories de la cuve d'affinage, outre l'affinage de métaux non désirés à partir du plomb brut, peut présenter des risques pour la santé de l'homme et pour l'environnement en raison des caractéristiques des produits d'écumage. Elles se présentent généralement sous forme de poussière très fine et sèche ayant une forte teneur en plomb et autres métaux ; il est donc important de transporter ces sous-produits potentiellement dangereux dans des conteneurs couverts et scellés, de les entreposer de façon adéquate et de leur trouver une destination sûre ;

- (d) élimination et récupération du chlorure d'étain (SnCl_2) – libération de chlore gazeux : si l'étain est éliminé par le chlore gazeux en vue de sa récupération ultérieure, c'est une opération très délicate. L'admission de gaz est planifiée de façon à éviter la libération de chlore car celui-ci réagit avec l'étain avant d'arriver à la surface du plomb fondu. Cependant, l'addition non contrôlée de chlore risque de libérer ce gaz toxique dans l'environnement. De plus, le chlore étant corrosif et toxique, son entreposage et sa manutention sont en elles-mêmes des opérations délicates ;
- (e) élimination de l'étain (Sn) par l'air enrichi en oxygène (O_2) – vapeurs de plomb : pendant que l'air passe à travers les métaux fondus, l'azote (N_2) qu'il contient ne réagit pas. Le résultat en est que le gaz produit un fort bouillonnement à la surface des métaux, dégageant ainsi des poussières et des vapeurs métalliques,

11.4. Exemples d'une mauvaise gestion des déchets susceptible d'engendrer une pollution de l'environnement



Fig. 43: Exemple de la gestion des batteries au plomb usagées incorrecte

Source: http://www.worstopolluted.org/projects_reports/display/78



Fig. 44: Exemple de la gestion des batteries au plomb usagées incorrecte

Source: <http://www.blacksmithinstitute.org/blog/?tag=ulab>



Fig. 45: Exemple de la gestion des batteries au plomb usagées incorrecte

Source: <http://www.blacksmithinstitute.org/blog/?tag=ulab>



Fig. 46: Exemple de la gestion des batteries au plomb usagées incorrecte

Source: ABRI,²⁶

ASPECTS ÉCONOMIQUES DE LA GESTION ÉCOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES BATTERIES AU PLOMB USAGÉES

Le projet [2] propose l'application du régime de la responsabilité élargie du producteur pour financer la gestion écologiquement rationnelle des déchets de batteries au plomb conformément au modèle européen ancré dans la Directive sur les batteries [9]. Le concept de la responsabilité élargie du producteur est fondé sur la responsabilité des producteurs / importateurs de batteries de créer et exploiter le système de collecte séparée, de traitement et de valorisation des batteries usagées, ce qui signifie aussi d'en assumer les coûts. Les producteurs peuvent remplir leurs obligations soit individuellement soit collectivement à travers un schéma collectif.

Les producteurs doivent collaborer avec les détenteurs de batteries usagées tels que garagistes et ateliers de réparation, ainsi qu'avec les communes pour organiser la collecte séparée des batteries usagées et pour remplir les objectifs en termes de limites de la collecte, indiquées habituellement comme pourcentage de la quantité commercialisée. Les autorités publiques (ministères, agences...) ou les associations de producteurs rassemblent les informations sur la quantité de batteries commercialisées par an et par producteur

/ importateur. Chaque producteur / importateur peut calculer sa part dans le marché en tant que point de départ du calcul de sa participation à la collecte. Le producteur / l'importateur est tenu également de satisfaire les limites du recyclage et de la valorisation. Il doit collaborer avec les centres de traitement et de valorisation des batteries au plomb usagées dans le pays ou à l'étranger. Si le prix de traitement des batteries usagées est négatif, le producteur / l'importateur doit payer les coûts liés au traitement. Si le producteur / l'importateur remplit ses obligations individuellement, il doit financer la collecte séparée de la quantité des batteries usagées égale à sa part dans la collecte. Si le producteur / l'importateur se joint au schéma collectif, il paye une somme correspondant à la quantité de batteries introduite sur le marché et sa part respective. Cette part reflète les coûts réels de la collecte séparée, du traitement et de la valorisation des batteries usagées, ainsi que les coûts des campagnes d'information et de l'exploitation du système collectif lui-même. Cependant, la récupération du plomb

secondaire des batteries usagées est économiquement intéressante, puisqu'elle réduit d'environ 25 % les coûts d'énergie nécessaires lors de l'obtention du plomb primaire. En plus, les batteries sont très répandues, leur cycle de vie est prévisible et le grand marché du plomb recyclé permet de réaliser des économies d'échelle. Il en résulte que les fabricants de batteries sont assez dépendants du plomb secondaire dont la plus grande partie est produite au cours du recyclage des batteries. Une partie du plomb recyclé à partir des batteries ne rentre pas dans le secteur de production mais finit dans d'autres secteurs, par ex. en tant que plombées pour les lignes de pêche. Les coûts de traitement et de valorisation des batteries au plomb usagées varient selon la situation sur le marché. Ces coûts sont imprévisibles puisque les prix en Europe sont différents de ceux dans d'autres régions.

Le schéma simplifié des flux de déchets, de finances et d'informations concernant les batteries au plomb usagées dans le système REP est indiqué sur la figure suivante.

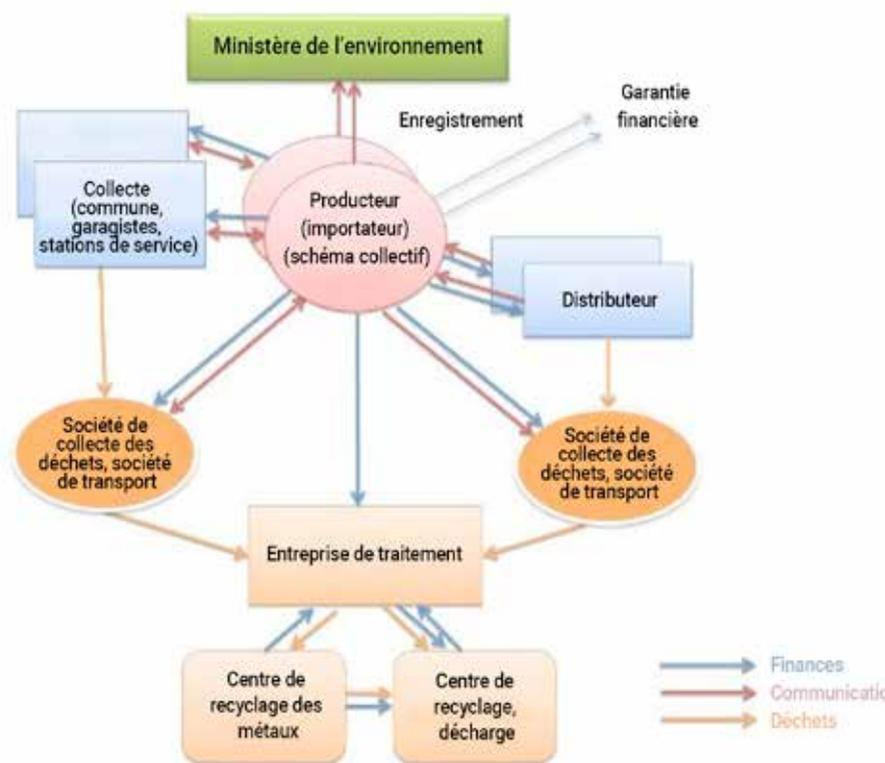


Fig. 47: Schéma des flux de déchets, de finances et d'informations concernant les batteries au plomb usagées dans le système REP

Enfin, et ce n'est pas le moins important, il faut comprendre que la gestion écologiquement rationnelle du plomb fait partie intégrante des aspects sociaux et économiques qui soulèvent certains problèmes et certaines solutions – ceux-ci n'ont pas été et ne pouvaient pas être mentionnés dans les présentes lignes directrices. Toutefois, il est possible de constituer une carte contextuelle

spécifique comprenant les aspects politiques, économiques, sociaux, aspects du marché local et international etc., et placer les centres de traitement du plomb dans ce contexte. Aucune des solutions ou orientations présentées ici ne peut être tenue pour acquise, elles sont plutôt analysées à la lumière de cette carte contextuelle et de ces possibilités.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Comme les batteries au plomb sont une source importante du plomb secondaire, mais en même temps elles représentent un danger pour l'environnement, il convient d'établir dans chaque pays un système efficace de gestion écologiquement rationnelle des déchets de batteries au plomb. L'Union européenne préconise le modèle très efficace fondée sur la responsabilité élargie du producteur. Ce modèle généralise les ressources financières suffisantes couvrant tous les coûts de collecte séparée, de traitement et de recyclage des batteries au plomb usagées. C'est le point de départ primordial pour construire un système efficace.

Le premier pas, le plus important aussi, dans la gestion des déchets de batteries au plomb est la collecte séparée. Il est clair que le fait de jeter une batterie au plomb usagée avec les ordures ménagères est un gaspillage des ressources, qui peut entraîner l'altération de l'environnement et de la santé de la population. Il est recommandé de collecter les batteries là où d'où elles proviennent, c'est-à-dire chez les garagistes et dans des ateliers d'entretien de voitures. Un autre système efficace propose la collecte mobile où sont collectés notamment les batteries des ménages et des petites entreprises. Sont à considérer aussi d'autres systèmes de collecte des déchets de batteries.

L'efficacité de la production secondaire du plomb dépend largement du tri et du traitement des batteries au plomb usagées. Il est recommandé de traiter les batteries usagées dans la même entreprise avec la même technologie comme pour le recyclage par procédés métallurgiques, mais ce n'est pas une condition inévitable. Le traitement est fondé sur le démantèlement des batteries pour en extraire les métaux et autres composants. Il est recommandé de respecter les normes européennes de traitement des batteries contenues dans les documents de référence sur les meilleures techniques disponibles BREF, notamment le BREF Industrie des métaux non ferreux⁷. Les normes européennes couvrent aussi le domaine des meilleures techniques disponibles pour le recyclage du plomb. Certains déchets résultant du processus de traitement et de recyclage ne peuvent pas être valorisés et ils doivent être mis en décharges spéciales pour déchets dangereux. Il faut respecter les conditions techniques et environnementales de cette mise en décharge des déchets dangereux. Fait partie intégrante de la gestion des déchets leur transport. Comme les batteries au plomb (nouvelles ou usagées) sont dangereuses et présentent un risque considérable notamment pour les eaux (superficielles et souterraines), lors du transport il faut observer quelques conditions particulières. Le système de la gestion écologiquement

rationnelle des déchets de batteries au plomb ne peut être mis en œuvre que dans le strict respect des quatre conditions primordiales :

1. les règles législatives sont efficaces et applicables,
2. tous les producteurs / importateurs ou la majorité d'entre eux participent à ce système,
3. les centres de recyclage du plomb sont accessibles, dans une distance acceptable (prioritairement dans le pays ou pas loin dans le pays voisin),
4. le contrôle et la surveillance de la part de l'Etat sont efficaces pour protéger la santé de l'homme et de l'environnement, tout avec la mise en œuvre de mesures pour faire appliquer la loi.

BIBLIOGRAPHIE

1. Secretariat of the Basel Convention: Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries. Basel Convention Series/SBC No. 2003/9, 2003, <http://archive.basel.int/pub/techguid/tech-wasteacid.pdf>
2. Secretariat of the Basel Convention: Environmentally Sound Management of Lead Batteries in Syrian Arab Republic: Proposals for policy reforms. Basel Convention, October 2011
3. <http://www.who.int>
4. http://batteryuniversity.com/learn/article/health_concerns
5. www.eurobat.org
6. Planet Ark Research Report: Lead acid battery use, disposal & recycling in Australia. Data provided by Australian Battery Recycling Initiative in 2010. Australia. (<http://recyclingweek.planetark.org/documents/doc-687-lab-report-2011-11-09-final.pdf>)
7. European Commission – European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: Draft Reference

Document on Best Available Techniques for the Non-Ferrous Metals Industries. Draft3 February 2013. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

8. European Commission: Questions and answers on the batteries Directive. Commission Services Document - not legally binding, last updated in March 2011. Brussels. <http://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/qa.pdf>
9. Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC
10. European Commission – European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage. July 2006. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
11. European Commission – European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries. December 2001. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

12. European Commission – European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), adopted March 2012. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
13. European Commission – European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (2006b): Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries. August 2006. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
14. European Commission – European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau: Reference Document on Best Available Techniques in Smitheries and Foundries Industry. May 2005. <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
15. ESWI - Expert Team to Support Waste Implementation: Study on the calculation of recycling efficiencies and implementation of export article (Art. 15) of the Batteries Directive 2006/66/EC. Study on behalf of the European Commission, Brussels, Final Report, May 2009

16. Slováková L.: The present forms and methods of processing of portable batteries in the Slovak Republic. Havlík T., Demeter P. (editors): Recycling of Used Portable batteries and accumulators, Sklené Teplice 2009
17. www.geomat.sk
18. Regulation (EC) No 1013/2006 of the European Parliament and the Council of 14 June 2006 on shipment of waste
19. UNECE – United Nations Economic Commission for Europe: ADR - European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road. Geneva, Switzerland. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/adr2011/English/Volumell.pdf>
20. Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF) of 9 May 1980, as amended by the Vilnius Protocol of 3 June 1999
21. European Commission (2012): Batteries. Brussels. <http://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/index.htm>, accessed June 2012
22. UNECE – United Nations Economic Commission for Europe (2001): UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations. Geneva, Switzerland. http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/12_e.html
23. <http://www.lead-battery-recycling.com/Used-battery-recycling.html>
24. Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: Guidelines on best available techniques and provisional guidance on best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, in the metallurgical industry. Stockholm Convention, May 2007, Geneva, Switzerland. <http://chm.pops.int/Implementation/BATBEP/Guidelines>
25. Brian Wilson - ILMC, Implementing Regional ULAB Recycling Strategies for Central America, Venezuela, Colombia and the Caribbean, Impacts and Consequences, San Salvador, El Salvador, May 2013, <http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/201303/Pages/default.aspx>
26. Packaging standard for used lead acid batteries (ULAB), ABRI, Australian Battery Recycling, <http://www.batteryrecycling.org.au/home>
27. <http://www.indsolint.com/index.php?id=nonferrous>
28. http://en.wikipedia.org/wiki/Reverberatory_furnace
29. http://en.wikipedia.org/wiki/Blast_furnace
30. http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_kiln
31. http://en.wikipedia.org/wiki/ISASMELT#The_ISASMELT.E2.84.A2_furnace



United Nations Environment Programme
Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan
Barcelona Convention Secretariat

Vassileos Konstantinou 48, Athens 11635, Greece
Tel.: +30 210 7273100 – Fax: +30 210 7253196
www.unepmap.org



ISBN: 978-92-807-3539-0



United Nations Environment Programme
Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan
Barcelona Convention Secretariat

Vassileos Konstantinou 48, Athens 11635, Greece
Tel.: +30 210 7273100 – Fax: +30 210 7253196
www.unepmap.org