



Gestion écologiquement rationnelle des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord

Lignes directrices techniques

Citer comme suit :

CCE (2016), *Gestion écologiquement rationnelle des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord : Lignes directrices techniques*, Commission de coopération environnementale, Montréal, Canada, 94 p.

Le présent rapport a été établi par CM Consulting et Kelleher Environmental, en collaboration avec Greeneye Partners, José Castro Díaz et Gracestone Inc. pour le Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord. L'information qu'il contient ne reflète pas nécessairement les vues de la CCE, ni des gouvernements du Canada, du Mexique ou des États-Unis. L'auteur est le responsable des informations qui y figurent et des opinions qui y sont exprimées.

Le document peut être reproduit en tout ou en partie sans le consentement préalable du Secrétariat de la CCE, à condition que ce soit à des fins éducatives et non lucratives et que la source soit mentionnée. La CCE souhaiterait néanmoins recevoir un exemplaire de toute publication ou de tout écrit inspiré du présent document.

Sauf indication contraire, le contenu de cette publication est protégé en vertu d'une licence Creative Common : Paternité – Pas d'utilisation commerciale – Pas de modification.



© Commission de coopération environnementale, 2016

ISBN : 978-2-89700-106-3 (version électronique)

Available in English – ISBN : 978-2-89700-104-9 (*e-version*)

Disponible en español – ISBN : 978-2-89700-105-6 (*versión electrónica*)

Dépôt légal — Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2016

Dépôt légal — Bibliothèque et Archives Canada, 2016

Renseignements sur la publication

Type de publication : rapport de projet

Date de publication : janvier 2016

Langue d'origine : anglais

Procédures d'examen et d'assurance de la qualité :

Révision finale par les Parties : septembre 2015

QA217

Projet : Plan opérationnel 2013-2014 / *Gestion écologiquement rationnelle de certaines batteries à la fin de leur cycle de vie en Amérique du Nord, dont les batteries d'accumulateurs au plomb usées*

Renseignements supplémentaires :



Commission de coopération environnementale

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200

Montréal (Québec) Canada H2Y 1N9

t 514.350.4300 f 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org

Gestion écologiquement rationnelle des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord

Lignes directrices techniques

Table des matières

Résumé	vii
Sommaire	viii
Avant-propos	x
Remerciements	x
1. Contexte et objectifs du projet	1
1.1 Contexte	2
1.2 Raison d'être des lignes directrices	2
1.3 Objectifs et portée du projet	3
2. Recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb en Amérique du Nord	5
2.1 Composantes, teneur en plomb et durée de vie typique des batteries d'accumulateurs au plomb	5
2.2 Gestion des BAPU en fin de vie utile	7
3. Étapes préalables au recyclage : collecte, transport et entreposage des batteries d'accumulateurs au plomb usées	10
3.1 Collecte, entreposage et gestion des BAPU dans les centres de collecte	10
3.2 Emballage et directives générales en vue du transport des BAPU	13
3.3 Entreposage des BAPU à l'installation de recyclage	19
4. Étapes du recyclage des BAPU : fragmentation des batteries et fusion (réduction) du plomb	23
4.1 Processus de recyclage des BAPU	23
4.2 Fragmentation des batteries : description des procédés et risques pour l'environnement et pour la sécurité	23
4.3 Seconde fusion du plomb	26
5. Lutte contre la pollution dans les établissements de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (air, eaux usées et déchets solides)	30
5.1 Normes de lutte contre la pollution de l'air pour les installations de recyclage des BAPU	30
5.2 Lutte contre les émissions de cheminée dans les installations de recyclage des BAPU : technologies et pratiques de GER	31
5.3 Lutte contre les émissions fugitives dans les installations de recyclage des BAPU : technologies et pratiques de GER	42
5.4 Gestion de l'électrolyte acide usé et traitement des eaux usées	46
5.5 Gestion des déchets solides dans les installations de recyclage des BAPU : scories, polypropylène et autres déchets solides	47
5.6 Mise hors service et fermeture des installations de recyclage des BAPU	48
6. Surveillance et protection de l'environnement dans les installations de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées	53
6.1 Normes relatives à la santé au travail	53
6.2 Mesures de réduction de l'exposition : contrôles administratifs et techniques	53
6.3 Pratiques appropriées en milieu de travail	56
6.4 Surveillance de l'environnement et de la santé dans les établissements de recyclage des BAPU	61
6.5 Plans d'urgence	65
7. Vérification et établissement de rapports	68
7.1 Vérification	68
7.2 Établissement de rapports	68
Annexe : Installations existantes de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord	70
Glossaire	72
Bibliographie	75

Liste des tableaux

Tableau 1	Quantité moyenne de plomb dans différents types de batteries d'accumulateurs au plomb	7
Tableau 2	Durée de vie utile moyenne des batteries d'accumulateurs au plomb aux États-Unis (1962–2010)	7
Tableau 3	Liste de contrôle pour la mise en œuvre : étapes préalables au recyclage	21
Tableau 4	Liste de contrôle pour la mise en œuvre : recyclage des BAPU	28
Tableau 5	Aperçu des normes les plus rigoureuses relatives aux émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion au Canada (Ontario et Québec) et aux États-Unis	31
Tableau 7	Tableau de sélection du matériau des filtres ou sacs filtrants	37
Tableau 8	Dépoussiéreurs à air à contre-courant : conception et fonctionnement, avantages et inconvénients	38
Tableau 9	Dépoussiéreurs à secouage mécanique : conception et fonctionnement, avantages et inconvénients	38
Tableau 10	Dépoussiéreurs à air comprimé : conception et fonctionnement, avantages et inconvénients	39
Tableau 11	Définition des catégories de confinement	43
Tableau 12	Canada : recommandations pour la qualité des sols (RQS) concernant le plomb	49
Tableau 13	Mexique : concentrations de référence totales (CRT) de plomb selon le type d'utilisation des sols	49
Tableau 14	États-Unis : seuil de danger de la contamination des sols nus par le plomb	49
Tableau 15	Liste de contrôle pour la mise en œuvre : lutte contre la pollution dans les installations de recyclage des BAPU	50
Tableau 16	Certaines normes applicables au plomb au Canada (Ontario et Québec), au Mexique et aux États-Unis	54
Tableau 17	Pratiques appropriées en milieu de travail à adopter dans les installations de recyclage des BAPU	56
Tableau 18	Liste de contrôle pour la mise en œuvre : surveillance et protection de l'environnement dans les installations de recyclage des BAPU	66

Liste des figures

Figure 1	Batterie d'accumulateurs au plomb typique	6
Figure 2	Disposition des plaques et des séparateurs dans une batterie d'accumulateurs au plomb	6
Figure 3	Schéma de la gestion des BAPU en fin de vie utile	8
Figure 4	Exemple de panneau d'avertissement concernant les batteries autres que les batteries d'accumulateurs au plomb	13
Figure 5	Cages d'entreposage des BAPU utilisées aux Philippines (à gauche) et au Royaume-Uni (à droite)	13
Figure 6	BAPU mal disposées sur une palette	15
Figure 7	Palette en bois utilisée pour transporter des BAPU	15
Figure 8	Disposition appropriée des couches de carton entre les couches de batteries et sur la surface supérieure	15
Figure 9	Placement des BAPU en position verticale sur une palette	15
Figure 10	Disposition fautive (à gauche) et correcte (à droite) des batteries à bornes latérales	15
Figure 11	Disposition correcte des batteries à bornes sur le dessus	15
Figure 12	Batteries à bornes à tige filetée placées dans la couche du dessus	15
Figure 13	Palettes de BAPU pourvues de bandes de sécurité et prêtes pour le transport	15
Figure 14	Entreposage inadéquat de BAPU à l'extérieur	20
Figure 15	Processus de recyclage des BAPU	24
Figure 16	Schéma de procédé : fragmentation des BAPU	25
Figure 17	Schéma de procédé d'une seconde fusion du plomb typique : prétraitement	27

Liste des figures (suite)

Figure 18	Schéma de procédé d'une seconde fusion du plomb typique : fonte	27
Figure 19	Schéma de procédé d'une seconde fusion du plomb typique : affinage	28
Figure 20	Comparaison des concentrations de plomb dans les émissions obtenues au moyen de différentes technologies antipollution atmosphérique	33
Figure 21	Comparaison des concentrations de plomb dans les émissions traitées par différents types de dépoussiéreurs à sacs filtrants	34
Figure 22	Comparaison des concentrations de plomb dans les émissions traitées par des dépoussiéreurs à sacs filtrants pourvus de différents types de matériau filtrant	35
Figure 23	Schéma de fonctionnement d'un dépoussiéreur à sacs filtrants	35
Figure 24	Schéma de dépoussiéreur à air à contre-courant	37
Figure 25	Schéma de dépoussiéreur à secouage mécanique	38
Figure 26	Schéma d'un dépoussiéreur à air comprimé	38
Figure 27	Schéma d'un dépoussiéreur électrostatique typique et de ses composantes clés	39
Figure 28	Dépoussiéreur électrostatique humide	41
Figure 29	Comparaison des concentrations annuelles de plomb dans l'air ambiant pour chaque catégorie de confinement	43
Figure 30	Exemples de mesures de contrôle à prendre dans une fonderie de seconde fusion du plomb	55
Figure 31	Zone de changement de vêtements	57
Figure 32	Vestiaire et douches	57
Figure 33	Zone de repas des employés	58
Figure 34	Poste de lavage des mains	58
Figure 35	Composantes d'une douche à air pour le nettoyage des vêtements	58
Figure 36	Aspirateur d'enlèvement des particules de plomb sur les vêtements protecteurs	58
Figure 37	Diagramme d'un poste de lavage des bottes pour l'enlèvement des particules de plomb	59
Figure 38	Diagramme d'un poste de nettoyage des chaussures pour l'enlèvement des particules de plomb	59
Figure 39	Composantes d'une installation de vestiaire à deux étapes	60
Figure 40	Exemple d'équipement de protection individuelle	61
Figure 41	Pompes d'échantillonnage de l'air, personnelles ou de zone	62
Figure 42	Système personnel complet de surveillance de la qualité de l'air	62
Figure 43	Trousse d'échantillonnage de plomb dans l'air	63
Figure 44	Exemple de chiffon utilisé pour l'échantillonnage des surfaces	64
Figure 45	Trousse d'échantillonnage par essuyage pour l'échantillonnage du plomb sur la peau et sur les surfaces	64
Figure 46	Dosimètre pour la mesure du bruit	65
Figure 47	Dosimètre pour la mesure du bruit	65



Sigles et acronymes

ANACDE	Accord nord-américain de coopération dans le domaine de l'environnement
BAP	batterie d'accumulateurs au plomb
BAPU	batterie d'accumulateurs au plomb usée
BCI	<i>Battery Council International</i>
CCE	Commission de coopération environnementale
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i> (Codification des règlements fédéraux, États-Unis)
CRT	concentration de référence totale
DOT	<i>Department of Transportation</i> (ministère des Transports, États-Unis)
dscm	<i>dry standard cubic meter</i> (mètre cube normalisé à sec, États-Unis)
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agence de protection de l'environnement, États-Unis)
EPI	équipement de protection individuelle
GED	gestion écologique des déchets (équivalent de « gestion écologiquement rationnelle » employé par l'OCDE)
GER	gestion écologiquement rationnelle
HEPA	haute efficacité pour les particules de l'air (filtre →)
ISO	Organisation internationale de normalisation
Li-ion	lithium-ion (batterie/pile au →)
NEA	niveau d'exposition admissible
Ni-Cd	nickel-cadmium (batterie/pile au →)
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i> (Institut national de santé et de sécurité du travail, États-Unis)
NOM	<i>Norma Oficial Mexicana</i> (Norme officielle mexicaine)
NO_x	oxydes d'azote
ONG	organisation non gouvernementale
ONGE	organisation non gouvernementale de l'environnement
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i> (Administration de la santé et de la sécurité du travail, États-Unis)
PbO	monoxyde de plomb
PbO₂	dioxyde de plomb
PVC	polychlorure de vinyle
RQS	Recommandations pour la qualité des sols (Canada)
Semarnat	<i>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i> (ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles, Mexique)
SGSSE	système de gestion de la salubrité et de la sécurité de l'environnement
SO₂	dioxyde de soufre

Résumé

En raison de l'intérêt soutenu et commun que manifestent le Canada, le Mexique et les États-Unis pour la promotion de la gestion écologiquement rationnelle (GER) du recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU), en 2014, la Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord a entrepris d'élaborer des lignes directrices techniques sur les pratiques de GER des fonderies de plomb de seconde fusion et des autres installations qui traitent les BAPU.

Dans le cadre du processus d'élaboration des lignes directrices, le Secrétariat de la CCE a sollicité une rétroaction des recycleurs de BAPU et des autres groupes d'intervenants potentiels, ainsi que des spécialistes techniques, dans les trois pays, susceptibles de formuler des commentaires utiles sur divers aspects des pratiques et technologies de GER applicables au recyclage des BAPU. Le Secrétariat a organisé à cette fin un atelier de consultation à Mexico en octobre 2014. Plus de 100 participants ont assisté à l'atelier, notamment des spécialistes de premier plan de l'industrie, des pouvoirs publics et des organisations non gouvernementales (ONG) du Canada, du Mexique et des États-Unis. En outre, il a tenu deux examens publics en vue de recueillir des commentaires sur les diverses versions de l'ébauche des lignes directrices. Toutes les suggestions et rétroactions reçues durant l'ensemble du processus ont été examinées et ont servi de base à la révision et à la modification des lignes directrices.

Les présentes lignes directrices énoncent et regroupent les pratiques et technologies exemplaires de recyclage des BAPU qui protègent l'environnement et la santé et la sécurité des travailleurs, ainsi que du public. Elles contiennent également des recommandations sur les moyens d'adopter des pratiques et technologies de GER dans les installations nouvelles et existantes de collecte, de stockage et de recyclage des BAPU en Amérique du Nord.



Sommaire

Lorsqu'il est effectué correctement, le recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU) peut être un exemple de réussite environnementale. En plus de détourner les batteries du flux de matières à éliminer et de réduire la nécessité de procéder à l'extraction minière de nouveau plomb, le recyclage des BAPU fournit un approvisionnement important et stable en plomb de seconde fusion à l'industrie des batteries. En revanche, des pratiques inadéquates de recyclage des BAPU peuvent causer des dommages graves et durables aux travailleurs, aux collectivités et à l'environnement.

En raison de l'intérêt soutenu et commun que manifestent le Canada, le Mexique et les États-Unis pour la promotion de la gestion écologiquement rationnelle (GER) du recyclage des BAPU, en 2014, la Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord a commandé l'élaboration de lignes directrices techniques sur les pratiques de GER des fonderies de plomb de seconde fusion et des autres installations de traitement des BAPU. Les présentes lignes directrices énoncent et regroupent les pratiques et technologies exemplaires de collecte et de recyclage des BAPU qui protègent l'environnement et la santé et la sécurité des travailleurs, ainsi que du public. Elle contient également des recommandations sur les moyens d'adopter les meilleures pratiques et technologies dans les installations nouvelles et existantes de collecte, de stockage et de recyclage des BAPU en Amérique du Nord.

Dans le cadre du processus d'élaboration des lignes directrices, le Secrétariat de la CCE a sollicité une rétroaction des recycleurs de BAPU et des autres groupes d'intervenants potentiels ainsi que des spécialistes techniques, dans les trois pays, susceptibles de formuler des commentaires utiles sur divers aspects, sur les pratiques exemplaires et sur les meilleures technologies, dont il serait possible de tenir compte dans les lignes directrices techniques. À cette fin, un atelier de consultation a été tenu à Mexico (Mexique) en octobre 2014. Les thèmes abordés comprenaient la collecte, l'entreposage, le transport et le recyclage des BAPU et les considérations de GER connexes. Plus de 100 participants ont assisté à l'atelier, notamment des spécialistes de premier plan de l'industrie, des pouvoirs publics et des organisations non gouvernementales (ONG) en provenance du Canada, du Mexique et des États-Unis. Toutes les observations et rétroactions reçues durant l'ensemble du processus ont été examinées et ont servi de base à la révision et à la modification des lignes directrices, à la suite de recherches visant à confirmer la validité des changements suggérés.

Les lignes directrices techniques sont subdivisées en sept chapitres :

Le **chapitre 1** explique le contexte du projet, sa raison d'être, ses objectifs et sa portée, ainsi que l'organisation du rapport.

Le **chapitre 2** commence par donner un aperçu général de la dynamique économique du recyclage des BAPU et du regroupement de l'industrie en Amérique du Nord. Il décrit les diverses composantes d'une batterie d'accumulateurs au plomb, en indiquant notamment sa teneur en plomb et sa durée de vie utile typiques, et il présente un bref aperçu de l'ensemble du processus de recyclage des BAPU.

Les questions relatives à la collecte, au transport et à l'entreposage des BAPU — trois étapes qui, ensemble, constituent les étapes préalables au recyclage — sont traitées au **chapitre 3**. On y examine les différences entre les modes de fonctionnement de l'infrastructure de collecte au Canada, au Mexique et aux États-Unis et l'on indique les intervenants clés dans la chaîne d'approvisionnement des BAPU. En outre, on décrit les dangers pour l'environnement et pour la sécurité susceptibles de survenir durant les opérations de collecte, de stockage et de transport des BAPU et l'on cerne et recommande des pratiques de GER qui devraient être adoptées pour remédier à ces dangers. Cela comprend, par exemple, l'emballage approprié des BAPU pour le transport et les précautions à prendre pour que des batteries autres que les BAPU (p. ex., les batteries au lithium-ion) ne soient pas incluses dans le circuit de recyclage des BAPU. Le chapitre se termine par un aperçu des pratiques de GER pour l'entreposage temporaire des BAPU dans des centres de collecte, de la gestion des fuites d'électrolyte acide usé provenant des batteries endommagées et des exigences à respecter relativement aux aires d'entreposage des BAPU.

Après la présentation des pratiques de GER relatives à la collecte, au transport et à l'entreposage des BAPU, le document traite des diverses étapes du processus de recyclage des BAPU, ainsi que des considérations relatives à la GER qui doivent être prises en compte à chacune de ces étapes. À la suite de la description détaillée des étapes du processus de recyclage que sont la fragmentation des batteries, la réduction du plomb et l'affinage du plomb, le **chapitre 4** fait état des principaux dangers pour l'environnement et pour la sécurité associés à chaque activité et présente des recommandations sur les pratiques de GER que l'on devrait envisager de mettre en œuvre.

Le **chapitre 5** porte sur les approches de GER à adopter pour lutter contre la pollution dans les diverses installations de recyclage des BAPU, notamment dans le cadre du processus de fragmentation des batteries, ainsi que dans les fonderies de plomb de seconde fusion. Les émissions de cheminée et les émissions fugitives y sont mises en évidence comme étant les principales sources de pollution atmosphérique, et les différentes technologies de traitement des émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion — dont la plus courante est celle des dépoussiéreurs à sacs filtrants — sont présentées. Des pratiques de travail exemplaires, par exemple le nettoyage deux fois par jour des routes d'accès sur le site des installations et le confinement des aires d'entreposage dans un espace clos pour réduire la contamination, sont également décrites. Afin de mettre ces informations en contexte, le chapitre présente également sous forme sommaire les normes relatives aux émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion au Canada, au Mexique et aux États-Unis.

Outre les pratiques de GER concernant la lutte contre la pollution atmosphérique, le **chapitre 5** décrit des options pour la GER de l'électrolyte acide usé et des eaux résiduaires. Cela comprend, par exemple, la neutralisation des eaux usées par rajustement du pH et l'analyse du lixiviat du gâteau de filtration généré par les dispositifs antipollution. Les questions relatives au recyclage du polypropylène et des autres déchets solides (les autres plastiques, les séparateurs inclus dans les batteries et le carton) sont également abordées. Le chapitre se termine par une brève description des plans de mise hors service et de fermeture et indique notamment les éléments que de tels plans doivent comporter pour qu'une installation de recyclage des BAPU fermée ne menace pas ultérieurement la santé humaine ou l'environnement.

Le **chapitre 6** examine quatre aspects fondamentaux de la performance de la GER dans les installations de recyclage des BAPU : les normes relatives à la santé au travail, l'utilisation d'un équipement de protection individuelle (EPI), les mesures de contrôle destinées à réduire au minimum les risques pour l'environnement, pour la santé et pour la sécurité et, enfin, les systèmes de surveillance nécessaires pour évaluer la performance environnementale. On y traite aussi des exigences minimales relatives aux plans d'intervention d'urgence, lesquels énoncent les mesures à prendre dans les installations de recyclage des BAPU en cas d'incendie, de déversement de produits chimiques, d'explosion ou de rejet accidentel de produits dangereux.

Le dernier chapitre des lignes directrices (**chapitre 7**) traite brièvement des pratiques exemplaires relatives aux fonctions de vérification et d'établissement de rapports. On recommande que toutes les vérifications effectuées à une installation de recyclage des BAPU soient confiées à un professionnel certifié et qu'elles soient conformes aux directives établies par l'Organisation internationale de normalisation dans ses normes ISO 19011 et ISO 17021, ou à des normes équivalentes. Pour l'établissement des rapports, on recommande en outre que les installations mettent en place un système de suivi permettant de contrôler, peser ou dénombrer et documenter les matières totales à l'entrée et à la sortie de l'usine, les déchets, ainsi que les pièces d'équipement et les composants expédiés pour recyclage.

Avant-propos

Les batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU) utilisées dans les automobiles, de même que dans des applications industrielles, commerciales et institutionnelles, sont l'un des produits les plus recyclés du monde. Au Canada, au Mexique et aux États-Unis, les taux de recyclage de ces batteries sont proches de 100 %. Lorsqu'il est effectué correctement, le recyclage des BAPU peut être un exemple de réussite environnementale; toutefois, des pratiques de recyclage inadéquates, même à petite échelle, peuvent causer des dommages graves et durables aux travailleurs, aux collectivités et à l'environnement.

Les présentes lignes directrices ont pour objet d'énoncer et de regrouper les pratiques et technologies exemplaires de recyclage des BAPU qui protègent l'environnement et la santé et la sécurité des travailleurs, ainsi que du public. Le document contient également des recommandations sur les moyens d'adopter des pratiques et technologies de gestion écologiquement rationnelle (GER) dans les installations nouvelles et existantes de collecte, de stockage et de recyclage des BAPU en Amérique du Nord.

L'élaboration des lignes directrices a été la conséquence directe des conclusions tirées dans le rapport de 2013 du Secrétariat de la CCE intitulé *Un commerce dangereux? Examen des exportations des batteries d'accumulateurs au plomb usées produites aux États-Unis et du recyclage du plomb de seconde fusion au Mexique, aux États-Unis et au Canada*. Au nombre de ses principales conclusions, ce rapport indiquait que les cadres structurels de réglementation des fonderies de plomb de seconde fusion au Canada, au Mexique et aux États-Unis n'assuraient pas un degré égal de protection de l'environnement et de la santé*. Outre les conclusions tirées, le rapport contenait plusieurs recommandations à l'intention du Conseil de la CCE sur les moyens de s'assurer que les BAPU seraient gérées de telle sorte que les travailleurs et le grand public soient protégés contre le plomb émis par les procédés de recyclage des BAPU au Mexique. L'une des principales recommandations invitait les gouvernements des trois pays à travailler ensemble, en collaboration avec l'industrie nord-américaine des fonderies de plomb de seconde fusion et avec les organisations non gouvernementales, afin d'élaborer des stratégies destinées à promouvoir l'adoption de pratiques et de technologies de GER partout dans la région.

La mise au point des présentes lignes directrices techniques offre l'occasion d'assurer une vaste diffusion de renseignements basés sur des données scientifiques concernant la GER des BAPU en Amérique du Nord. Cela dit, les lignes directrices n'ont aucunement pour effet de modifier ou de remplacer les exigences législatives ou réglementaires susceptibles de s'appliquer à une installation ou à une situation données. Il incombe à chaque installation de s'assurer qu'elle se conforme à toutes les exigences prescrites, lesquelles peuvent varier d'un pays, d'une province ou d'un État à l'autre.



* Commission de coopération environnementale, 2014a.



Remerciements

Les présentes lignes directrices techniques ont été élaborées sous la direction de Paula Urra, d'Erick Jimenez et de Gabriela Sánchez à la CCE. Outre l'apport de ces trois responsables, nous voulons remercier les nombreuses personnes et organisations qui ont contribué à rendre la mise au point des lignes directrices possible. Le Secrétariat sait gré, en particulier, à Clarissa Morawski (CM Consulting) et à Maria Kelleher (Kelleher Environmental), les principales consultantes qui ont participé au projet. Samantha Millette (CM Consulting), José Castro Díaz, Anne Peters (Gracestone Inc.), Kelley Keogh (Greeneye Partners) et Gretchen Krum (Greeneye Partners) ont également contribué à l'élaboration des lignes directrices.

Nous sommes particulièrement reconnaissants aux représentants des gouvernements qui nous ont fourni des renseignements et des données. À Environnement Canada, nous remercions Michael Vanderpol. Au Mexique, nous remercions Arturo Gavilán et Frineé Cano, de l'*Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (Institut national de l'écologie et des changements climatiques), Karla Acosta et Felipe Olmedo, du *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente* (Bureau du Procureur fédéral chargé de la protection de l'environnement) et Luis Felipe Acevedo, du *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* (ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles). Aux États-Unis, nous exprimons notre gratitude à Rick Picardi et à Karen Swetland, de l'*Environmental Protection Agency* (Agence de protection de l'environnement).

Nous remercions aussi les personnes et organisations qui nous ont fourni des renseignements et des conseils d'une précieuse utilité concernant les procédés, les technologies antipollution et les protocoles appliqués dans leurs installations. Mentionnons, en particulier : le *Centro de Investigación Laboral y Asesoría Sindical* (Centre de recherche sur le travail et d'assistance syndicale), Tonolli Canada, RSR Corporation, Teck, M3 Resource Mexico et *La Batería Verde*. Nous adressons des remerciements particuliers à *Battery Council International* et à l'*Association of Battery Recyclers* pour leurs précieuses observations et suggestions lors de l'élaboration des lignes directrices.

Nous sommes également reconnaissants aux membres du personnel de la CCE, aux gestionnaires des publications et aux traducteurs qui ont contribué à la publication du présent rapport dans trois langues.



Contexte et objectifs
du projet



1. Contexte et objectifs du projet

La Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord est un organisme intergouvernemental que le Canada, le Mexique et les États-Unis ont créé en vertu de l'Accord nord-américain de coopération dans le domaine de l'environnement (ANACDE)¹. La CCE a été mise sur pied pour s'attaquer aux problèmes environnementaux de portée régionale, aider à prévenir les différends potentiels liés au commerce et à l'environnement et promouvoir l'application efficace des lois de l'environnement. L'ANACDE vient compléter les dispositions environnementales de l'Accord de libre-échange nord-américain.

Dans le cadre du Plan opérationnel de la Commission pour 2013 et 2014, le Conseil de la CCE (son organe directeur) a approuvé un projet portant sur la gestion écologiquement rationnelle (GER) de certaines batteries d'accumulateurs de véhicules automobiles en fin de vie utile en Amérique du Nord, notamment les batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU).

La gestion écologiquement rationnelle des déchets est une approche qui vise à faire en sorte que l'on gère les déchets dangereux et matières recyclables, notamment ceux qui traversent les frontières internationales, de manière à protéger la santé humaine et l'environnement². L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a défini ainsi la gestion écologique des déchets (GED) : un « système assurant que les déchets et les matières usagées et mises au rebut sont gérés d'une manière qui économise les ressources naturelles et protège la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs que peuvent engendrer ces déchets et matières »³. De multiples avantages reconnus découlent de l'adoption et de la mise en œuvre de pratiques de gestion écologiquement rationnelle des déchets, notamment :

- des possibilités d'affaires accrues pour les entreprises — à présent, les clients exigent souvent que les entreprises qui traitent en fin de vie

utilisent les composantes associées à leurs produits adoptent des pratiques de GED; par conséquent, la GED peut constituer un avantage sur le plan du marketing pour toutes les entreprises dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement;

- la récupération accrue de matières ayant une grande valeur économique, par exemple le plomb;
- une efficacité opérationnelle accrue grâce à la mise en œuvre de nouveaux systèmes et de nouvelles méthodes axées sur la réduction des déchets, la réutilisation et le recyclage;
- l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs, de même que la protection de la collectivité locale et de l'environnement;
- enfin, l'assurance que les exigences réglementaires et législatives sont respectées.

En vue de favoriser la GER dans le contexte du recyclage des BAPU, de renforcer la compétitivité de ce secteur à l'échelle mondiale et en Amérique du Nord, de promouvoir des environnements de travail plus sûrs et de favoriser la création de nouveaux emplois, la CCE a commandé en 2014 l'élaboration de lignes directrices techniques sur la GER pour les fonderies de plomb de seconde fusion et les autres établissements traitant les BAPU, de manière à accroître la capacité de ces établissements à adopter des pratiques de GER.

La CCE a entrepris auparavant des travaux à l'appui de la GER des BAPU qui ont conduit à la publication des documents suivants :

- *Les pratiques et options de gestion écologiquement rationnelle des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord* (décembre 2007);
- *Un commerce dangereux? Examen des exportations des batteries d'accumulateurs au plomb usées produites aux États-Unis et du recyclage du plomb de seconde fusion au Mexique, aux États-Unis et au Canada* (avril 2013).

1. Commission de coopération environnementale, 2014b.

2. Commission de coopération environnementale, 2007.

3. Organisation de coopération et de développement économiques, 2007.

Les présentes lignes directrices techniques prennent appui sur ces deux documents et visent à les compléter; elles s'inspirent également d'autres documents d'orientation pertinents à l'échelle nationale et internationale dont, par exemple, les directives établies dans le cadre des travaux consécutifs à la *Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination*.

1.1 Contexte

Les batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU) utilisées dans les automobiles de même que dans des applications industrielles, commerciales et institutionnelles sont l'un des produits les plus recyclés du monde. Au Canada, au Mexique et aux États-Unis, les taux de recyclage des BAPU sont proches des 100 %. Il y a de longs antécédents de reconnaissance d'une valeur économique au BAPU; leur collecte et leur recyclage sont écologiquement rationnels et favorisent la durabilité, ce qui soutient un marché actif de collecte et de retour de ces produits.

Lorsqu'il est effectué correctement, comme en témoignent les pratiques exemplaires adoptées par plusieurs établissements en Amérique du Nord et en Europe, le recyclage des BAPU peut être un exemple de réussite environnementale. Il fournit un approvisionnement important et stable de plomb à l'industrie des batteries, il réduit la nécessité de l'extraction minière de nouveau plomb et il détourne les batteries du circuit d'élimination. Outre le taux élevé de recyclage, des technologies antipollution très perfectionnées et des pratiques de gestion de pointe permettent aux établissements qui recyclent les batteries d'accumulateurs, appelés des fonderies de plomb de seconde fusion, de réduire au minimum les émissions de plomb et de protéger la santé et la sécurité des travailleurs. En revanche, de mauvaises pratiques de recyclage des batteries au plomb, même à petite échelle, peuvent causer des dommages graves et durables aux travailleurs, aux collectivités et à l'environnement.

Le plomb est une substance toxique, biocumulative et persistante et la façon dont les BAPU sont gérées (depuis leur collecte et pendant toutes les étapes du recyclage) est un important enjeu économique, environnemental et de santé publique⁴. Il est maintenant largement admis, dans les milieux scientifiques, qu'il n'existe pas de seuil « sûr » en ce qui concerne les concentrations de plomb dans le sang⁵. Lorsqu'il est absorbé par l'organisme humain, le plomb peut être toxique pour le système nerveux, le cœur, les reins, les os et les organes reproducteurs. S'il

n'est pas géré adéquatement, il présente un risque grave pour les travailleurs, de même que pour les membres de la collectivité qui habitent très près des fonderies et, tout particulièrement, les jeunes enfants⁶.

Des règlements environnementaux de plus en plus stricts et des exigences de performance de plus en plus rigoureuses ont conduit à une amélioration continue des technologies et des pratiques adoptées au Canada et aux États-Unis. Toutefois, les changements n'ont pas été de même ampleur au Mexique.

Étant donné l'intérêt soutenu et commun des trois Parties à la CCE (le Canada, le Mexique et les États-Unis) pour la promotion de la GER dans le recyclage des BAPU et l'augmentation de la GER fondée sur les données scientifiques actuelles, l'élaboration des présentes lignes directrices survient à un moment opportun pour les gouvernements et l'industrie. Une adoption répandue des pratiques de GER améliorera la santé des collectivités aussi bien que des travailleurs, de même que la qualité de l'environnement.

1.2 Raison d'être des lignes directrices

Le projet dont nous rendons compte est la conséquence directe des conclusions tirées dans le rapport de 2013 du Secrétariat de la CCE intitulé *Un commerce dangereux? Examen des exportations des batteries d'accumulateurs au plomb usées produites aux États-Unis et du recyclage du plomb de seconde fusion au Mexique, aux États-Unis et au Canada*. Au nombre de ses principales conclusions, le rapport indiquait qu'entre 2004 et 2011, les exportations nettes de BAPU des États-Unis au Mexique s'étaient considérablement accrues. Il faisait en outre ressortir que les cadres de réglementation des fonderies de plomb de seconde fusion au Canada, au Mexique et aux États-Unis n'assuraient pas un degré égal de protection de l'environnement et de la santé⁷. À l'époque où cette étude a été réalisée, les États-Unis possédaient le cadre général le plus rigoureux et le Mexique, où la législation et la réglementation présentaient des lacunes notables, était le plus éloigné des normes américaines relativement à certaines mesures et exigences de lutte contre les émissions⁸. Le Mexique a établi une nouvelle réglementation concernant les fonderies de plomb de seconde fusion le 9 janvier 2015.

Outre les conclusions tirées, le rapport de 2013 contenait plusieurs recommandations à l'intention du Conseil de la CCE sur les moyens de s'assurer que les BAPU seraient gérées de telle sorte que les travailleurs et le grand public soient protégés contre le plomb émis par les procédés de recyclage des BAPU au Mexique. L'une des principales recommandations exhortait les entités gouvernementales compétentes au Canada et au Mexique à assurer

4. Commission de coopération environnementale, 2014a.

5. Commission de coopération environnementale, 2013c.

6. Commission de coopération environnementale, 2013a.

7. Commission de coopération environnementale, 2014a.

8. *Ibid.*

des niveaux de protection de l'environnement et de la santé fonctionnellement équivalents à ceux des États-Unis dans l'industrie des fonderies de plomb de seconde fusion⁹. Une autre importante recommandation invitait les gouvernements des trois pays à travailler ensemble, avec l'industrie nord-américaine des fonderies de plomb de seconde fusion et avec les organisations non gouvernementales, afin d'élaborer des stratégies destinées à promouvoir l'adoption des pratiques et des technologies de GER partout dans la région.

La mise au point des présentes lignes directrices techniques offre une occasion d'assurer une vaste diffusion à des renseignements basés sur des données scientifiques concernant la GER des BAPU en Amérique du Nord. L'harmonisation des pratiques de santé et de sécurité à l'échelle de l'ensemble des installations de collecte et de traitement des BAPU contribuera à l'atteinte des objectifs environnementaux communs en Amérique du Nord et pourrait aider à éviter la création de refuges pour les pollueurs.

1.3 Objectifs et portée du projet

Le principal objectif du projet consiste à élaborer des lignes directrices techniques qui :

- mettront en évidence et solidifieront les pratiques et technologies exemplaires dans le domaine de la collecte et du recyclage des BAPU, de manière à protéger l'environnement, la santé et la sécurité des travailleurs et de la population;
- incluront des recommandations pour l'utilisation de ces pratiques et technologies dans les installations, existantes et nouvelles, de collecte, d'entreposage et de recyclage des BAPU en Amérique du Nord.

Le principal public cible est constitué des membres du personnel (de direction et d'exploitation) des entreprises qui recueillent, manutentionnent, transportent et traitent les BAPU. Il est admis que d'autres organisations comme les administrations publiques et les organisations non gouvernementales de l'environnement (ONGE) peuvent aussi bénéficier du contenu du présent document.

Les lignes directrices techniques ne traitent pas des exportations et importations de BAPU, ces questions ayant déjà été examinées dans le rapport antérieur susmentionné de la CCE (*Un commerce dangereux?*). Par ailleurs, les procédures d'exportation et d'importation de déchets dangereux ont déjà été expliquées dans le rapport *Traverser la frontière* de la CCE. Les lignes directrices techniques diffèrent également du rapport de décembre 2007 de la CCE, lequel fournit des

orientations de niveau général et n'est pas expressément axé sur les opérations de fonte et les autres activités des établissements qui prennent part à la transformation des BAPU¹⁰. Contrairement à ce dernier rapport, les présentes lignes directrices décrivent les meilleures pratiques de gestion et les meilleures technologies au niveau opérationnel en ce qui concerne la GER des BAPU et la récupération des matières.

Le présent document est structuré de la façon suivante :

- Le **chapitre 1** explique le contexte du projet, sa justification, ses objectifs et sa portée, ainsi que l'organisation du rapport.
- Le **chapitre 2** donne un aperçu des composantes, des utilisations et de la durée de vie utile prévue des batteries d'accumulateurs au plomb (BAP) et décrit sommairement les étapes du recyclage des BAPU.
- Le **chapitre 3** décrit plus en détail les étapes préalables au recyclage (collecte, transport et entreposage) et les considérations relatives à la GER associées à chacune de ces étapes.
- Le **chapitre 4** traite des étapes du recyclage (fragmentation des batteries, réduction du plomb et raffinage du plomb) et des considérations relatives à la GER associées à chacune de ces étapes.
- Le **chapitre 5** expose les mesures de réduction de la pollution à l'intention des établissements de recyclage des BAPU en ce qui concerne l'air, les eaux usées et les déchets.
- Le **chapitre 6** traite de la surveillance de l'environnement et de la santé.
- Le **chapitre 7** donne un aperçu des fonctions de vérification et d'établissement de rapports.
- L'**annexe** contient une liste des installations existantes de recyclage des BAPU au Canada, au Mexique et aux États-Unis, indiquant leur emplacement et décrivant brièvement la nature de leurs opérations.

Des listes de contrôle pour la mise en œuvre sont présentées à la fin de chaque chapitre, ce qui fournit aux lecteurs un outil concret les aidant à mettre en œuvre les pratiques de GER recommandées.

Le contenu du présent document n'est fourni qu'à titre indicatif. Les lignes directrices qui y sont énoncées ne sont pas des lois ou des règlements et elles n'ont pas pour effet de modifier ou de remplacer les dispositions législatives ou réglementaires susceptibles de s'appliquer dans une situation donnée. En conséquence, le présent document n'impose aucune exigence obligatoire en droit à quelque entité gouvernementale ou à quelque membre du public que ce soit.

9. *Ibid.*

10. Commission de coopération environnementale, 2013c.



Recyclage des batteries
d'accumulateurs au plomb
en Amérique du Nord



2. Recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb en Amérique du Nord

En Amérique du Nord, la quasi-totalité du plomb contenu dans les batteries d'accumulateurs au plomb (BAP) est récupérée et recyclée. Selon l'étude la plus récente (2009–2013) commandée par l'association américaine *Battery Council International* (BCI), le taux de recyclage des BAPU aux États-Unis est évalué à 99 %. On estime que la proportion est analogue au Canada et au Mexique. Ce taux élevé est principalement attribuable à la grande valeur du plomb, qui crée une incitation économique à recycler.

Le processus de récupération et de seconde fusion du plomb contenu dans les BAPU est économiquement plus avantageux que l'obtention du plomb à partir du minerai vierge. Des données indiquent que ce processus requiert environ 25 % moins d'énergie que l'extraction du plomb de première fusion¹¹. Cela a conduit à la mise en place d'une infrastructure solidement établie, de même qu'aux économies d'échelle nécessaires, pour le recyclage des BAPU tant en Amérique du Nord qu'ailleurs dans le monde.

En Amérique du Nord, en raison des contraintes qui s'exercent sur l'offre, les recycleurs de plomb se livrent une concurrence féroce pour l'obtention des BAPU. Il y a moins de BAPU disponibles en vente libre, car les fonderies de plomb de seconde fusion et les fabricants de batteries adoptent de plus en plus la formule des ententes de retour contre redevance. Selon ces ententes, les fonderies fournissent du plomb récupéré aux fabricants de batteries en échange de batteries usées, selon une valeur commerciale négociée. Les négociants spécialisés en batteries et les commerces à grande surface incitent les consommateurs à leur remettre les vieilles batteries lorsqu'ils en achètent de nouvelles. Certains détaillants payent les consommateurs ou leur offrent une remise sur l'achat des nouvelles batteries afin qu'ils leur retournent les anciennes¹². Certains détaillants peuvent percevoir une consigne remboursable ou des frais d'élimination auprès des consommateurs selon les coutumes locales et

les lois en vigueur. Pour leur part, les fabricants encouragent les négociants à leur retourner directement les batteries usées, pratique que l'on a appelée « distribution inverse » (*reverse distribution*)¹³.

Un autre facteur contribue à la concurrence féroce : l'augmentation de la capacité de recyclage en Amérique du Nord au cours des cinq dernières années, avec l'entrée en service de nouvelles installations de production.

Au Canada et aux États-Unis, l'industrie est fortement concentrée. Au Canada, on compte trois fonderies de plomb de seconde fusion et deux fonderies qui combinent le plomb de première et de seconde fusion; aux États-Unis, huit compagnies exploitent 15 fonderies de plomb de seconde fusion à l'échelle nationale. La quasi-totalité de ces fonderies comportent également des opérations d'affinage sur place. Au Mexique, l'industrie est beaucoup moins concentrée et l'on compte 25 fonderies de plomb de seconde fusion autorisées. On trouve à l'annexe une liste des installations existantes de traitement des BAPU dans les trois pays, l'indication de leur emplacement et un bref résumé de leurs activités.

2.1 Composantes, teneur en plomb et durée de vie typique des batteries d'accumulateurs au plomb

Comme le montre la figure 1, à la page suivante, une batterie d'accumulateurs au plomb (BAP) typique renferme plusieurs matières¹⁴ :

- du plomb, sous forme de métal ou de pâte de monoxyde de plomb (PbO);
- des plastiques (p. ex., polypropylène ou copolymère, polychlorure de vinyle [PVC], polyéthylène);
- de l'acide sulfurique;
- d'autres composantes en faibles quantités, notamment : antimoine, arsenic, bismuth, cadmium, cuivre, calcium, argent, étain, sulfate de baryum, noir de fumée et lignine.

11. Waste Diversion Ontario, 2009.

12. *Ibid.*

13. *Ibid.*

14. *Ibid.*

Bien que des fabricants de batteries puissent employer des techniques et technologies de construction différentes, toutes les BAP comportent cinq composantes de base¹⁵ :

- un contenant en plastique résilient;
- des plaques internes positives et négatives faites de plomb;
- des séparateurs de plaques en matière synthétique poreuse;
- un électrolyte (solution diluée d'acide sulfurique et d'eau, aussi appelée « acide d'accumulateur »);
- des bornes de plomb (les points de contact entre la batterie et l'appareil qu'elle alimente en énergie).

Les matériaux utilisés sont incorporés dans les composantes suivantes¹⁶ :

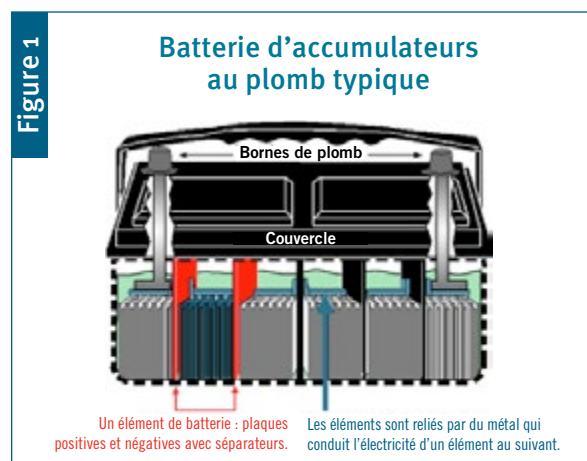
- les **bornes positive et négative**, en plomb (dans certaines applications, il peut aussi y avoir du laiton ou du cuivre), auxquelles les dispositifs du consommateur externe d'électricité (p. ex., une voiture) sont rattachés;
- des **bouchons** (que l'on trouve sur les batteries plus anciennes; un bouchon pour chaque élément de batterie) permettant de faire le plein d'eau distillée/désionisée au besoin, et fournissant une voie d'échappement aux gaz qui se forment dans les éléments (les nouvelles batteries sont généralement scellées);
- des **connecteurs** en plomb qui établissent le contact électrique entre les plaques de même polarité, ainsi qu'entre les éléments distincts;
- le **couvercle** et le **boîtier**, constitués de polypropylène ou de copolymère; il s'agit du contenant des éléments de batterie;
- une **solution d'acide sulfurique** (l'électrolyte de la batterie);

- les **séparateurs des éléments**, qui font habituellement partie du boîtier et sont constitués du même matériau; ils assurent l'isolation chimique et électrique entre les éléments;
- les **séparateurs de plaques**, constitués de PVC ou d'un autre matériau poreux, qui préviennent tout contact physique entre deux plaques contiguës tout en permettant aux ions de la solution électrolytique de se déplacer librement;
- les **électrodes (plaques) négatives** : ce sont des grilles en plomb métallique dont les alvéoles sont remplies d'une pâte de dioxyde de plomb (PbO_2);
- les **électrodes (plaques) positives** : des plaques en plomb métallique recouvertes de pâte de PbO_2 ;
- les **éléments de batterie**, c'est-à-dire une série de plaques positives et négatives disposées en alternance et isolées les unes des autres par des séparateurs de plaques.

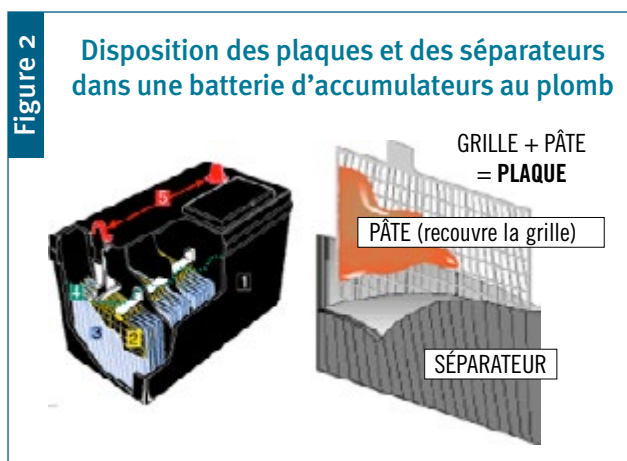
La figure 2 illustre la disposition typique des plaques et des séparateurs dans une batterie.

La teneur en plomb d'une BAP, qui est le facteur économique clé pour l'industrie du recyclage des BAPU, dépend de l'application pour laquelle chaque batterie est conçue. Le tableau 1 indique la teneur moyenne en plomb de différents types de BAP.

Réalisée en 2010, l'étude la plus récente menée par BCI sur la durée de vie utile des BAP a montré qu'en raison d'améliorations de la conception des batteries, la durée moyenne était passée à environ 55 mois, comparativement à une moyenne de 41 mois observée dans le cadre de l'étude de 2000. L'augmentation de la durée de vie moyenne des BAP depuis 1962 est présentée au tableau 2.



Source : Battery Council International. 2012. *Lead Acid Batteries*. http://batteryCouncil.org/?page=lead_acid_batteries



Source : Battery Council International. 2012. *Lead Acid Batteries*. http://batteryCouncil.org/?page=lead_acid_batteries

15. Battery Council International, 2012b.

16. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

Tableau 1. Quantité moyenne de plomb dans différents types de batteries d'accumulateurs au plomb

Type de batterie de véhicule à moteur	Teneur moyenne en plomb (kg)
Automobiles	9,9
Camions et véhicules lourds	12,8
Motocyclettes	2,2

Source : SmithBucklin Statistics Group. 2014. *BCI National Recycling Rate Study*. <http://c.y.mcdn.com/sites/batterycouncil.site-ym.com/resource/resmgr/BCI_Recycling_Rate_Study_200.pdf?hhSearchTerms=%22recycling+and+rate+and+study%22>

Tableau 2. Durée de vie utile moyenne des batteries d'accumulateurs au plomb aux États-Unis (1962–2010)

Année	Durée de vie utile moyenne (mois)
1962	34
1995	44
2000	41
2005	50
2010	55

Source : Battery Council International. 2010. *Failure Modes of Batteries Removed From Service – A Report of the BCI Technical Subcommittee on Battery Failure Modes*. Cité dans Battery Council International et Batteries International. 2014. *BCI Yearbook & Special Pre-2014 Convention Report*. Consulté le 22 mai 2015. <http://issuu.com/rizzo48/docs/bci2014fullsupplement.2_copy>

2.2 Gestion des BAPU en fin de vie utile

Le processus de recyclage des BAPU comporte plusieurs étapes, dont chacune nécessite l'adoption de pratiques de GER. Bien que certaines caractéristiques de ces activités puissent différer d'un établissement à l'autre, tous les recycleurs de BAPU accomplissent vraisemblablement chacune de ces étapes d'une façon quelconque :

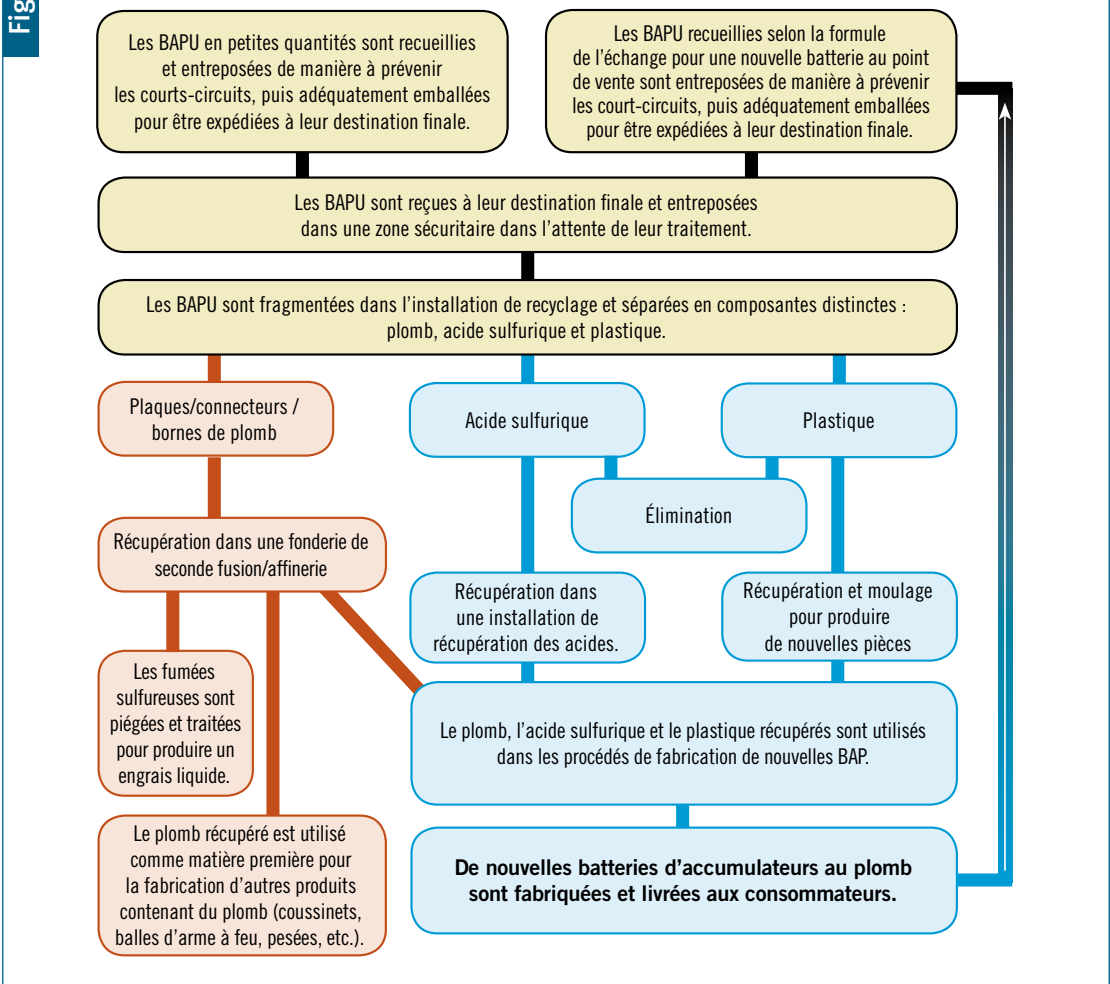
- Réception** – Les batteries et les autres matières brutes recyclables sont déchargées, pesées et expédiées à leur centre respectif de traitement des matières premières.
- Séparation** – Les batteries sont fragmentées par un broyeur à marteaux et séparées en trois principales composantes — plomb, plastique et acide — par tamisage et séparation gravitaire. Chaque composante est acheminée vers un processus de traitement distinct.
- Confinement** – Après le traitement initial, le plomb récupéré et les autres déchets de plomb sont entreposés dans un bâtiment de confinement expressément conçu (conçu pour prévenir toute fuite), comportant un plancher à double membrane de confinement et un système de détection des fuites.
- Purification** – Le système de purification et de traitement des eaux usées neutralise l'acide sulfurique, le purifie et le transforme en un liquide à pH neutre, qui est ensuite rejeté conformément aux lois et règlements locaux.
- Fonte et affinage** – Après avoir été fondu dans un haut-fourneau, le plomb récupéré est mélangé à d'autres matières pour produire des alliages de plomb.
- Moulage** – Le plomb affiné est versé dans des moules, puis refroidi. Les lingotières peuvent mouler des pièces de trois dimensions différentes : de gros blocs, des barres rectangulaires et des pièces cylindriques (billetes).
- Expédition** – Le plomb et le plastique affinés sont expédiés aux consommateurs pour être utilisés dans la fabrication de nouvelles batteries et d'autres produits.

En conformité avec les *Lignes directrices techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets de batteries au plomb et acide*¹⁷, ces étapes sont subdivisées en deux grandes catégories pour les besoins des présentes lignes directrices : les mesures préalables au recyclage (collecte, transport et entreposage) et le recyclage comme tel (fragmentation des batteries, réduction du plomb et affinage du plomb). Ces étapes sont décrites plus en détail aux chapitres 3 et 4, respectivement. La figure 3, présentée à la page suivante, montre un schéma du processus de recyclage des BAPU.

17. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

Figure 3

Schéma de la gestion des BAPU en fin de vie utile



Source : Adaptation de *Les pratiques et options de gestion écologiquement rationnelle des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord*, Commission de coopération environnementale (CCE), 2007, <www3.ccc.org/islandora/fr/item/2323-practices-and-options-environmentally-sound-management-spent-lead-acid-batteries-fr.pdf>.



Étapes préalables au recyclage :
collecte, transport et entreposage
des batteries d'accumulateurs
au plomb usées

3



3. Étapes préalables au recyclage : collecte, transport et entreposage des batteries d'accumulateurs au plomb usées

Comme indiqué au chapitre 2, le processus de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU) comporte trois étapes préalables. Avant leur arrivée à l'installation de recyclage, les BAPU doivent être recueillies, transportées et entreposées, avec des précautions adéquates de telle sorte que l'environnement et la santé humaine soient protégés. Le présent chapitre expose en détail les aspects techniques de ces trois étapes préliminaires. Une liste de contrôle pour la mise en œuvre, conçue pour aider les propriétaires ou exploitants d'installations à appliquer diverses pratiques de gestion écologiquement rationnelle (GER) aux étapes préalables au recyclage, est fournie au tableau 3 (voir page 21).

3.1 Collecte, entreposage et gestion des BAPU dans les centres de collecte

Nous verrons dans la présente section la façon dont la collecte des BAPU s'effectue généralement au Canada, au Mexique et aux États-Unis.

La méthode la plus courante adoptée pour la collecte des batteries et leur transport vers les fonderies en Amérique du Nord est un système de « distribution à rebours »¹⁸. Cette méthode repose sur une entente de vente entre les fabricants de batteries et les stations-service, les points de vente au détail, les grossistes et d'autres commerces de détail qui vendent ou distribuent de nouvelles BAPU; selon cette entente, les BAPU sont recueillies au point d'achat des nouvelles batteries¹⁹. Exception faite des gens qui effectuent le travail eux-mêmes, les batteries sont généralement remplacées chez un concessionnaire de voitures ou dans une station-service et ces établissements les entreposent jusqu'à leur ramassage par des

préposés à la collecte²⁰. Lorsqu'il livre ses nouvelles batteries, le fabricant de batteries recueille les BAPU et les envoie à une fonderie de plomb de seconde fusion pour leur traitement en fin de vie utile et l'extraction de plomb qui sera affiné, moyennant des « droits de reprise » précisés. Une fois affiné, le plomb sera utilisé pour fabriquer de nouvelles batteries. Ce genre de système de collecte est utilisé principalement au Canada et aux États-Unis et, dans une moindre mesure, au Mexique.

Un autre moyen de recueillir les BAPU consiste à faire appel à des courtiers ou à des revendeurs. Certains détaillants et parcs à ferrailles et certaines stations-service n'ont pas conclu d'accord avec les fabricants de batteries. Dans ce cas, ils peuvent vendre les BAPU à des négociants en déchets, qui les revendront ensuite aux fabricants ou aux recycleurs.

Au Mexique, le volume des activités de reprise (retour des BAPU à leurs fabricants par les principaux vendeurs de batteries) est considérablement moindre qu'au Canada et aux États-Unis. Alors que, dans ces deux derniers pays, le consommateur peut recevoir entre 10 et 20 \$US pour le retour d'une batterie usagée chez un détaillant, au Mexique, les responsables de la collecte perçoivent souvent des droits pour la collecte des batteries usagées, particulièrement s'ils doivent eux-mêmes verser des droits à la fonderie de seconde fusion pour que celle-ci accepte les batteries²¹. En conséquence, la chaîne d'approvisionnement au Mexique est plus fractionnée et de nombreux petits intervenants jouent un rôle plus important dans la collecte des BAPU. Donc, les commerces qui vendent et distribuent de nouvelles BAPU assurent une proportion beaucoup plus faible de la collecte totale de BAPU. Dans les régions rurales, bon nombre de BAPU sont recueillies dans des filières plus spécialisées ou par de petites entreprises familiales et des courtiers qui achètent les batteries, puis les revendent aux fonderies. Dans de rares cas, des stations-service indépendantes peuvent vendre les batteries directement à des fonderies avoisinantes²².

18. Commission de coopération environnementale, 2013b.

19. *Ibid.*

20. Commission de coopération environnementale, 2007.

21. Commission de coopération environnementale, 2013b.

22. *Ibid.*

Une partie des différences dans les infrastructures de collecte des BAPU établies dans les trois pays s'explique par des divergences dans la réglementation. Aux États-Unis, la plupart des États ont adopté des lois interdisant l'élimination des BAPU dans les sites d'enfouissement et ont mis en place des systèmes de consigne applicables à la vente de nouvelles batteries et obligeant les détaillants, les grossistes et les fabricants à reprendre les BAPU²³. Le Canada et le Mexique n'ont pas de loi régissant explicitement la collecte des BAPU à l'échelon fédéral, mais il existe divers programmes de reprise, par exemple les programmes d'intendance des BAP en Colombie-Britannique, au Manitoba et à l'Île-du-Prince-Édouard, ainsi que le système de distribution à rebours de Johnson Controls Inc. (JCI) dans le cas du Mexique²⁴.

En dépit des importantes différences de fonctionnement entre le Canada, le Mexique et les États-Unis, l'infrastructure de collecte comprend généralement plusieurs participants communs, notamment (mais non limitativement) les suivants :

- les consommateurs de BAP;
- divers points de vente au détail des BAP;
- les ateliers de réparation d'automobiles;
- de petites entreprises familiales locales et rurales qui recueillent et regroupent de petits nombres de BAPU en vue de les vendre à divers intermédiaires;
- les marchands de ferraille;
- les courtiers et groupeurs;
- les fabricants de batteries qui acceptent les batteries usagées lorsqu'ils livrent leurs nouvelles batteries à divers points de vente;
- une série d'autres intervenants.

Ensemble, ces divers participants fournissent un flux continu de BAPU à l'industrie du recyclage du plomb de seconde fusion. Tous les intervenants dans la chaîne d'approvisionnement des BAPU doivent être sensibilisés à l'importance d'expédier les BAPU à des entreprises dûment accréditées qui recycleront les batteries en appliquant des normes environnementales rigoureuses et en respectant la loi. Les activités de recyclage non réglementées et les techniques informelles d'extraction du plomb — parfois appelées fonte artisanale — ne sont pas conformes à la GER et sont la cause de niveaux élevés de contamination de l'environnement par le plomb²⁵.

3.1.1 Entreposage temporaire des BAPU dans des centres de collecte

L'entreposage des BAPU est considéré comme une mesure temporaire avant leur transport à l'installation de recyclage.

23. *Ibid.*

24. *Ibid.*

25. Commission de coopération environnementale, 2007.

Il est essentiel d'entreposer adéquatement les BAPU afin de prévenir les rejets accidentels de polluants dans l'environnement. Les mesures suivantes sont considérées comme des pratiques de GER que doivent respecter toutes les installations de stockage temporaire des BAPU :

- **Inspection** : Il faut inspecter toutes les batteries à leur arrivée à l'établissement, pour s'assurer qu'elles ne sont pas endommagées ou qu'elles ne fuient pas (la section 3.1.2 traite de la façon de gérer les BAPU endommagées ou qui fuient).
- **Aire d'entreposage recouverte** : Il faut entreposer les BAPU dans un lieu où elles seront protégées contre les précipitations (p. ex., pluie, rosée, brouillard) et les autres sources d'eau.
- **Éloignement des sources de chaleur** : Les BAPU doivent être entreposées loin des sources de chaleur telles que les chaudières, les fours et les bouches d'évacuation d'air.
- **Fondation étanche et résistant aux acides** : Lorsque la période d'entreposage est prolongée (plus de 60 à 90 jours), les BAPU doivent être stockées sur une dalle imperméable constituée de béton résistant aux acides ou d'un autre matériel de fondation résistant aux acides, entourées d'une bordure surélevée ou d'un autre dispositif de confinement des fuites. Il est possible de rendre du béton neuf résistant aux acides en le scellant avec du mastic pour béton, puis en appliquant un revêtement époxydique mixte. Si le béton est un plancher préexistant, il faut en éliminer la surface par raclage ou projection de billes afin d'exposer du béton frais et sans souillure. Il faut combler toutes les fissures ou brèches et mettre la surface à niveau, après quoi on peut appliquer le produit de scellement et le revêtement époxydique. Le périmètre de l'aire de collecte doit être protégé par une bordure surélevée empêchant toute fuite vers l'extérieur.
- **Bonne méthode de collecte du ruissellement** : L'aire d'entreposage des BAPU doit être conçue de telle sorte que toutes les eaux de drainage soient recueillies en un seul point (un puisard de collecte vers lequel s'écouleront l'eau et les autres liquides, et dans lequel ces liquides seront confinés, afin d'empêcher des fuites imprévues).
- **Ventilation adéquate** : Si elle est fermée, l'aire d'entreposage des BAPU doit être pourvue d'un système de ventilation ou être fréquemment aérée afin de prévenir les émissions, l'exposition et les dangers attribuables aux produits chimiques en milieu de travail. Il existe différents types de systèmes de ventilation; le choix du système approprié dépendra de plusieurs facteurs tels que les sources d'émissions, les comportements des travailleurs et les déplacements d'air dans le

secteur. On peut consulter des diagrammes de nombreux systèmes de ventilation sur le site Web de l'*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, Administration de la santé et de la sécurité du travail des États-Unis)²⁶.

- **Accès restreint** : Il faut veiller à ce que l'aire d'entreposage des BAPU soit sécurisée. On doit en restreindre l'accès au moyen de barrières, de clôtures de périmètre ou de portes verrouillées de telle sorte que seul le personnel autorisé puisse y entrer.
- **Préparation aux situations d'urgence** : L'aire d'entreposage des BAPU doit être pourvue d'une douche de décontamination pour le personnel en cas d'urgence ainsi que du matériel voulu de nettoyage des déversements, de sorte qu'il soit possible de prévenir toute fuite vers l'extérieur. Elle doit aussi être pourvue d'extincteurs pour lutter contre les petits incendies, le cas échéant.
- **Volume de stockage** : Les aires d'entreposage doivent être conçues pour permettre le stockage d'un nombre raisonnable de BAPU recueillies durant un cycle d'activité typique. Les dimensions de l'aire d'entreposage varieront d'un lieu à l'autre. Il importe de signaler qu'il ne faut pas accumuler les BAPU à des fins spéculatives; une telle accumulation est à déconseiller en raison du manque d'installations appropriées d'entreposage et du risque de détérioration des batteries avec le temps.
- **Durée d'entreposage** : On ne doit pas entreposer les BAPU pendant de longues périodes. En effet, plus la durée d'entreposage est longue, plus il y a de risques de dommages et, en particulier, de fuites d'électrolyte acide. La durée appropriée d'entreposage doit être évaluée site par site, mais il faut s'efforcer d'acheminer les BAPU dès que possible vers leur destination finale. En général, des périodes d'entreposage dépassant 60 à 90 jours nécessitent des travaux additionnels de conception des installations.
- **Identification et séparation des batteries selon la composition chimique** : Les exploitants des fonderies de plomb de seconde fusion décèlent de plus en plus souvent des batteries usées autres que les batteries au plomb, n'étant pas utilisées aux mêmes fins que les BAPU, dans les envois de BAPU qui leur sont livrés. Les batteries au lithium-ion (Li-ion), en particulier, sont fréquemment non étiquetées comme telles et sont difficiles à identifier par une inspection visuelle. Elles engendrent un danger important lorsqu'elles sont mêlées à des BAPU dans les procédés de récupération du plomb, car elles sont fortement réactives et elles

peuvent causer de violentes explosions. Étant donné ce grave danger qu'elles présentent pour les travailleurs, on ne doit jamais laisser pénétrer les batteries Li-ion dans le circuit de recyclage des BAPU. À cette fin, les exploitants des petits sites d'entreposage (employés aussi bien que propriétaires) doivent inspecter toutes les batteries qu'ils reçoivent et retirer et étiqueter toutes les batteries autres que les batteries au plomb afin qu'elles soient manutentionnées et entreposées à part. En outre, les employés des sites d'entreposage doivent recevoir une formation sur les dangers attribuables à ces autres batteries et sur les moyens appropriés de les déceler par inspection visuelle. Bien que tous les intervenants aient la responsabilité de trier les batteries en fonction de leur composition chimique, les préposés à la collecte initiale se trouvent dans une position idéale pour veiller à ce que les batteries autres que les batteries au plomb ne pénètrent pas dans le circuit de recyclage des BAPU, car ils manipulent chaque batterie individuellement. Les batteries au nickel-cadmium (Ni-Cd) sont souvent utilisées dans des applications plus petites (p. ex., les voiturettes de golf) et elles peuvent ressembler aux BAPU. Ces batteries Ni-Cd peuvent avoir des effets particulièrement néfastes sur la chimie et les opérations des fonderies et des affineries et il faut donc veiller à les retirer du circuit de recyclage des BAPU. Un exemple de panneau d'avertissement que l'on peut utiliser pour alerter les employés aux dangers occasionnés par les batteries autres que les batteries au plomb est présenté à la figure 4.

La figure 5, à la page suivante, présente des exemples de systèmes peu coûteux d'entreposage pour les petits sites qu'il serait possible d'appliquer au Mexique, où de nombreuses petites entreprises locales, rurales et familiales recueillent et regroupent des BAPU.

Aux Philippines et au Royaume-Uni, certaines installations utilisent des cages en treillis métallique pour l'entreposage temporaire des BAPU²⁷. Ces cages sont fabriquées en acier inoxydable ou en acier fort; leur fond est également en treillis et elles sont montées sur des roues à coussinet en nylon²⁸. Elles sont pourvues d'un couvercle verrouillable et sont enchaînées à l'extérieur du commerce ou de la station-service, de manière à prévenir tout accès non autorisé. L'utilisation de telles cages au lieu de conteneurs fermés prévient le risque d'accumulation de gaz explosifs et fait en sorte que les BAPU ne reposent pas directement sur le sol, ce qui permet de repérer facilement toute fuite et de prendre les mesures de confinement et de nettoyage qui s'imposent²⁹. Outre leur utilisation pour l'entreposage, ces cages peuvent également servir au transport des BAPU vers les centres

26. United States Department of Labor, s. d.(a).

27. Wilson, 2009.

28. *Ibid.*

29. *Ibid.*

Figure 4

Exemple de panneau d'avertissement concernant les batteries autres que les batteries d'accumulateurs au plomb

AVERTISSEMENT
« LES BATTERIES NE SONT PAS TOUTES PAREILLES! »
SÉCURITÉ DU RECYCLAGE DES BATTERIES AU PLOMB
NE PAS MÉLANGER LES BATTERIES AU PLOMB ET LES AUTRES BATTERIES AUX FINS DU RECYCLAGE.

Les batteries autres que les batteries au plomb présentent des risques d'incendie ou d'explosion dans les installations de recyclage des batteries au plomb. Les deux types de batteries sont recyclés dans des usines différentes.

BATTERIES AU PLOMB

Les batteries au plomb sont utilisées pour faire démarrer les voitures, camions, motocyclettes, bateaux et tondeuses à gazon, et dans de nombreuses applications industrielles, notamment les chariots élévateurs et les systèmes d'alimentation et de communications d'urgence. Toutes les batteries au plomb sont identifiées par le mot « PLOMB » ou le symbole « Pb ».



AUTRES BATTERIES

Des batteries sans plomb sont utilisées dans les caméras, les lampes de poche, les ordinateurs portatifs, les téléphones cellulaires, les outils électriques, les assistants électroniques de poche, les caméscopes et bien d'autres produits. Elles peuvent être identifiées comme étant des batteries (ou piles ou accumulateurs, selon le cas) alcalines, au nickel-cadmium (Ni-Cd), au nickel-métal-hydrure (Ni-MH), au nickel-zinc ou au lithium-ion (Li-ion). **NE PAS ENVOYER LES BATTERIES OU PILES SANS PLOMB À DES FONDERIES DE PLOMB DE SECONDE FUSION.**

Source : Battery Council International. 2010. *Failure Modes of Batteries Removed From Service – A Report of the BCI Technical Subcommittee on Battery Failure Modes*. Cité dans Battery Council International et Batteries International. 2014. *BCI Yearbook & Special Pre-2014 Convention Report*. Consulté le 22 mai 2015. <http://issuu.com/rizzo48/docs/bci2014fullsupplement_2_copy>. Utilisation autorisée.

de collecte, pourvu qu'elles soient solidement arrimées à l'intérieur des véhicules de transport³⁰. Cela réduit la nécessité de manutentionner individuellement les batteries, ce qui fait considérablement diminuer les risques d'accidents et de blessures. Si l'on a recours à de telles cages, il faut veiller à les abriter de manière à éviter tout contact entre les précipitations et les BAPU.

3.1.2 Gestion des BAPU qui fuient dans les centres de collecte

Une BAPU qui est endommagée (p. ex., dont le boîtier est fissuré) ou à laquelle il manque un bouchon est susceptible de laisser fuir de l'acide d'accumulateur. Comme une manipulation inadéquate de cet acide peut causer de graves dommages aux yeux et à la peau, on doit enfileur un équipement de protection individuelle (EPI) avant de manipuler une batterie endommagée ou qui risque de fuir.

Les BAPU endommagées peuvent être placées séparément dans des sacs de polyéthylène transparent ultrarobustes

30. *Ibid.*

31. Battery Council International, 2010c.

32. *Ibid.*

Figure 5

Cages d'entreposage des BAPU utilisées aux Philippines (à gauche) et au Royaume-Uni (à droite)



Source : Wilson, B. 2009. *Recycling Used Lead-acid Batteries – A Model Life Cycle Approach*. Exposé présenté à la 13^e Asian Battery Conference – International Secondary Lead Conference. www.ilmc.org/Presentations/ABC/Recycling%20Used%20Lead%20Acid%20Batteries%3B%20A%20Model%20Life%20Cycle%20Approach.pdf.

(d'une épaisseur minimale de 6 mils), fermés de façon sécuritaire au moyen d'une attache en plastique et placés au milieu de la couche supérieure de la pile de batteries³¹.

Il importe de nettoyer tout acide s'étant écoulé d'une batterie endommagée selon des méthodes et au moyen d'un équipement appropriés (décrits à la section suivante) et conformément à toutes les lois et à tous les règlements locaux, étatiques/provinciaux et fédéraux.

3.2 Emballage et directives générales en vue du transport des BAPU

3.2.1 Préparation des BAPU pour le transport : emballage approprié

Pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs ainsi que l'environnement, il est essentiel d'emballer adéquatement les BAPU avant leur envoi à l'installation de recyclage. Des batteries empilées et entreposées de façon inadéquate, comme l'illustre la figure 6 à la page suivante, ne créent pas seulement un danger pour la sécurité; elles peuvent aussi avoir des effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement si elles se fendillent et fuient.

Bien qu'il soit impossible d'éliminer tous les risques, il faut prendre les précautions suivantes pour réduire au minimum les risques associés au transport des BAPU³² :

- **Avant l'emballage, inspecter les batteries afin de déceler les dommages** (la section 3.1.2 donne des précisions sur la gestion des BAPU qui fuient ou qui sont endommagées). Pour cette inspection, il faut porter l'équipement de protection individuelle (EPI) approprié (décrit de façon plus détaillée à la section 6.3.1).
- **Sceller toutes les ouvertures des batteries ou s'assurer que tous les bouchons d'aération sont en place.** S'il manque des bouchons, il faut les remplacer; s'il est impossible de les remplacer, les orifices d'aération doivent être scellés avec de la mousse. On peut également prévenir les fuites d'acide par les orifices d'aération en empilant les batteries en position verticale, sans dépasser trois batteries de hauteur afin de réduire le risque que l'empilement devienne instable³³.
- **Insérer les batteries endommagées qui ne laissent pas visiblement fuir de l'électrolyte dans des sacs de polyéthylène ultrarobuste** (épaisseur minimale de 6 mils), fermés de façon sécuritaire avec une attache de plastique et placés au milieu de la couche du dessus.
- **Regrouper les masses d'équilibrage en plomb dans un seau en plastique avec couvercle.** Le seau doit être placé au centre de la couche du dessus et la poignée doit être arrimée de manière à ne pas entrer en contact avec les bornes des batteries.
- **Si possible, empiler les BAPU sur une palette ayant servi à l'expédition de batteries neuves.** Les palettes utilisées pour le transport des BAPU doivent satisfaire aux exigences minimales suivantes :
 - Grandeur maximale : 48 x 44 po (122 x 112 cm) ou 48 x 40 po (122 x 102 cm).
 - La palette doit être suffisamment robuste et durable pour supporter le poids de la pile de batteries.
 - La palette ne doit pas avoir de planches brisées ou manquantes et doit être dépourvue de clous, de débris ou d'éclats saillants qui risqueraient de percer les BAPU.
 - Les planches de la palette doivent avoir de préférence 5/8 po (16 mm) d'épaisseur.
 - Le dessous de la palette doit être solidifié par un minimum de trois planches transversales (voir la figure 7).
- **Placer une couche de carton sur la palette** afin d'empêcher les batteries de glisser et tomber (et afin d'absorber les petites quantités d'électrolyte qui pourraient s'échapper), puis disposer la première couche de batteries sur le carton. Les batteries de la première couche doivent être le plus à niveau et les plus rapprochées possible. Si certaines batteries sont moins hautes, les placer au centre de la couche. Si certaines batteries sont plus hautes, les garder pour la couche du dessus. *Nota* : il ne faut pas empiler les batteries ou les cellules directement les unes sur les autres entre les couches de carton.
- **Placer une couche de carton ondulé (de préférence) ou une couche de carton d'une épaisseur suffisante (plusieurs feuilles si nécessaire) entre chaque couche de batteries,** pour prévenir les risques de perforation des batteries de la couche supérieure et les risques de court-circuit (voir la figure 8). Placer une couche de carton sur le dessus de la palette entièrement chargée.
- **Maintenir les batteries (sauf les cellules stationnaires étanches) à la verticale en tout temps** (voir la figure 9). Ne pas laisser tomber les batteries, ni les placer sur le côté ou à l'envers. Placer les batteries délicatement sur la palette dans l'aire d'entreposage désignée.
- **Pour empêcher les courts-circuits, il faut protéger les bornes à l'aide de bouchons non conducteurs, de ruban adhésif ou d'un autre matériel isolant.**
- **Place les batteries à bornes latérales de telle sorte que les bornes soient distantes les unes des autres** (voir la figure 10). Les bornes latérales ne doivent jamais se toucher afin que tout court-circuit soit prévenu.
- **Dans le cas des batteries à bornes sur le dessus, orienter les bornes vers l'extérieur de la palette** de telle sorte que la couche supérieure de batteries penche vers le centre. Veiller à ce qu'aucune batterie ne dépasse l'extrémité du carton ondulé ou des couches de carton (voir la figure 11).
- **Placer les batteries à bornes à tige filetée dans la couche du dessus** (voir la figure 12). Si c'est impossible, il faut insérer des couches additionnelles de carton entre les couches de batteries pour prévenir les perforations. Cette pratique est également importante lorsqu'on empile trois couches de batteries.
- **Placer du carton sur le dessus de la couche supérieure de BAPU** de sorte que les palettes conteneurisées puissent être entreposées les unes par-dessus les autres.
- **Confirmer que la hauteur totale de la palette chargée ne dépasse pas 1,5 fois sa largeur.**
- **Emballer la palette chargée sous pellicule moulante, la pellicule étant la plus tendue possible,** pour empêcher les mouvements dans toute direction (horizontale ou verticale) durant le chargement, le transport et le déchargement (voir la figure 13). La pellicule est la plus efficace lorsqu'on l'étire au maximum avant de lui faire franchir les coins du groupe de batteries sur la palette. Commencer par enrouler la pellicule en diagonale pour former un lien ressemblant à une corde.

33. *Ibid.*

Figure 6

BAPU mal disposées sur une palette



Source : Krum, Gretchen. « Improper Storage 2 ». Communication par courriel avec l'auteur, 22 juillet 2014.

Figure 7

Palette en bois utilisée pour transporter des BAPU



Source : Palletxpert. s. d. « Two entry wooden pallet ». Consulté le 24 avril 2015. <www.palletxpert.com/two-entry-wooden-pallet/>.

Figure 8

Disposition appropriée des couches de carton entre les couches de batteries et sur la surface supérieure



Source : Battery Council International. 2010. Utilisation autorisée.

Figure 9

Placement des BAPU en position verticale sur une palette



Source : Krum, Gretchen. « Improper Storage 2 ». Communication par courriel avec l'auteur, 22 juillet 2014.

Figure 10

Disposition fautive (à gauche) et correcte (à droite) des batteries à bornes latérales



Source : Battery Council International. 2010. Utilisation autorisée.

Figure 11

Disposition correcte des batteries à bornes sur le dessus



Source : Battery Council International. 2010. Utilisation autorisée.

Figure 12

Batteries à bornes à tige filetée placées dans la couche du dessus



Source : Battery Council International. 2010. Utilisation autorisée.

Figure 13

Palettes de BAPU pourvues de bandes de sécurité et prêtes pour le transport



Source : Battery Council International. 2010. Utilisation autorisée.

Toujours en utilisant la pellicule comme corde, faire le tour des surfaces verticales de la couche de batteries supérieures à deux reprises (ou autant de fois qu'il le faut pour stabiliser la charge), en croisant la pellicule par-dessus la surface supérieure chaque fois de manière à former un X. Cela repoussera les batteries vers le centre et les empêchera de tomber de la palette; il s'agit d'une exigence du *Department of Transportation* (DOT, ministère des Transports des États-Unis). Dérouler ensuite la pellicule à sa largeur normale et emballer les surfaces verticales de la couche inférieure au moins deux fois, en veillant à ce que la pellicule recouvre également les rebords de la palette. Enfin, après avoir placé du carton par-dessus les batteries, emballer la couche supérieure au moins deux fois avec la pellicule pleine largeur, et la déchirer après avoir tourné le dernier coin. Un document vidéo décrivant et illustrant les pratiques exemplaires d'emballage des BAPU en vue du transport peut être consulté sur le site Web de *Battery Council International* (en anglais)³⁴.

- **Après l'emballage avec la pellicule rétractable, il est conseillé de placer une ou plusieurs bandes de sécurité en plastique autour des batteries** pour fixer plus solidement la charge sur la palette. C'est une mesure facultative qu'il conviendra de prendre selon le moyen de transport utilisé et la durée de transport de la palette.

3.2.2 Lignes directrices générales relatives au transport

Une fois les BAPU empilées et emballées de façon sécuritaire sur des palettes, on doit adopter les pratiques de GER suivantes pour veiller à ce qu'elles soient transportées en sécurité vers l'installation de recyclage :

- **Arrimer solidement les palettes de BAPU :** Pour faire en sorte que les palettes ne bougent pas pendant le transport, le transporteur doit appliquer les méthodes prescrites « de calage et d'arrimage » afin de les empêcher de se déplacer à l'horizontale ou à la verticale. L'expression « calage et arrimage » renvoie à diverses méthodes prescrites dans les lois et règlements sur le transport des marchandises dangereuses (TMD), et sur les transports en général, pour que les produits soient arrimés de façon sécuritaire et maintenus en place par des cales dans les véhicules, de telle sorte qu'ils soient stables, qu'ils ne se déplacent pas et qu'ils ne versent pas.
- **Pourvoir tout véhicule transportant des BAPU des documents d'expédition, des étiquettes et des marquages prescrits :** Au Canada et au Mexique, les BAPU sont considérées comme des déchets dangereux aux fins du transport et il faut que les étiquettes et/ou marquages requis soient placés sur les véhicules

utilisés pour les transporter afin d'indiquer la présence de matières dangereuses à bord^{35,36}. La documentation liée au transport (p. ex., manifestes, connaissements) doit fournir l'information voulue sur les matières transportées, y compris leur quantité et leur poids. Aux États-Unis, les véhicules transportant des BAPU conformément aux dispositions réglementaires fédérales qui régissent le transport de matières dangereuses (49 CFR, Part 173) sont dispensés des exigences du DOT. Autrement dit, si le transporteur adopte des pratiques précises de palettisation et de chargement des BAPU et qu'il n'expédie pas en même temps d'autres matières dangereuses, il peut être dispensé de bon nombre des exigences prévues dans la réglementation en ce qui concerne le transport des déchets dangereux³⁷. Des renseignements supplémentaires sur les exigences propres à chaque pays sont fournis dans des encadrés à la fin de la section 3.2.2.

- **Pourvoir le véhicule de transport d'un équipement de nettoyage des déversements et de tout autre équipement nécessaire pour assurer la santé et la sécurité :** Tout véhicule transportant des BAPU doit avoir à bord une trousse de nettoyage des déversements, ainsi que tout autre matériel nécessaire pour intervenir en cas de déversement et pour traiter les blessures des travailleurs. Au minimum, une telle trousse doit contenir les éléments suivants :
 - un ou plusieurs fûts de polyéthylène résistant aux produits chimiques, avec couvercles et joints d'étanchéité, de 57 litres (15 gallons), 113 litres (30 gallons) et/ou 208 litres (55 gallons);
 - du carbonate de soude, utilisé pour neutraliser l'acide déversé;
 - de la vermiculite, utilisée pour absorber l'effluent neutralisé ou le liquide déversé;
 - des gants résistant aux produits chimiques;
 - des protecteurs oculaires;
 - les étiquettes requises concernant les déversements de matières.
- **Fournir aux chauffeurs et aux membres du personnel auxiliaire la formation nécessaire :** Tout le personnel préposé au transport doit être sensibilisé au caractère dangereux des BAPU et recevoir une formation sur les procédures d'urgence en cas d'incendie, de déversement ou d'autre accident, ainsi que sur les moyens de communiquer avec les services d'urgence.
- **Équipement de protection individuelle (EPI) :** Un EPI doit être fourni à tout membre du personnel transportant des BAPU et doit pouvoir être accessible durant le transport. Cela comprend des gants

34. Battery Council International, 2012a.

35. Transports Canada, 2010.

36. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (ministère des Communications et des Transports du Mexique), s. d.

37. Battery Council International, 2012a.

Réglementation du transport des batteries au Canada

Au Canada, toutes les expéditions de BAPU destinées à l'exportation ou à l'importation ou en transit, de même que toutes les expéditions interprovinciales à l'intérieur du territoire du pays, sont considérées comme un transport de déchets dangereux ou de matières recyclables dangereuses et elles sont régies par le *Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses* (REIDDMRD)³⁸. Environnement Canada a mis au point une série d'outils afin d'aider les utilisateurs à mettre en œuvre le Règlement, notamment un guide d'application et un guide de classification³⁹. Ces outils, ainsi que d'autres, sont consultables à l'adresse : <www.ec.gc.ca/gdd-mw/default.asp?lang=Fr&n=8BBB8B31-1>.

Le transport des BAPU est également assujéti à des contrôles conformément aux engagements du Canada à titre de pays signataire de divers accords internationaux, dont la *Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination* (Organisation des Nations Unies), la *Décision du Conseil de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) concernant le contrôle des mouvements transfrontières de déchets destinés à des opérations de valorisation* et l'*Accord entre le Canada et les États-Unis concernant les déplacements transfrontaliers de déchets dangereux*⁴⁰. Les mesures de contrôle comprennent un processus de notification préalable, une procédure de consentement préalable donné en connaissance de cause par le pays importateur, ainsi que des permis et manifestes obligatoires.

Les BAPU sont également régies à l'échelon fédéral par la *Loi sur le transport des marchandises dangereuses* et la réglementation afférente, qui précisent les exigences détaillées applicables au transport de marchandises dangereuses (TMD) sur les terres et les routes relevant du fédéral. L'une de ces exigences est que les transporteurs doivent apposer des panneaux d'avertissement sur les véhicules ou les wagons utilisés pour transporter des BAPU n'importe où au Canada⁴¹. Si une compagnie souhaite accomplir une activité liée au transport de marchandises dangereuses d'une façon qui n'est pas conforme à la réglementation sur le TMD, elle doit demander un certificat d'équivalence et elle doit pouvoir démontrer que la façon dont l'activité sera menée offrira un niveau de sécurité équivalent à celui stipulé dans la réglementation⁴². On trouve des exemples de certificats d'équivalence dans le site Web de Transports Canada à l'adresse : <wwwapps.tc.gc.ca/saf-sec-sur/3/tdgcert-tmdcert/certificatsmenu.aspx>.

À l'intérieur du territoire de l'Ontario, les expéditions de BAPU sont dispensées des manifestes si les batteries sont acheminées directement vers des fonderies où elles seront « entièrement consommées ».

38 Canada, *Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses* (DORS/2005-149).

39 Environnement Canada, 2014b.

40 Environnement Canada, 2014a.

41 Transports Canada, 2010.

42 *Ibid.*

Réglementation du transport des batteries au Mexique

Au Mexique, les batteries d'accumulateurs au plomb et acide sont considérées comme des déchets dangereux en vertu de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* (Loi générale sur la prévention et la gestion intégrée des déchets). En vertu de cette loi, une autorisation fédérale est nécessaire pour le transport ainsi que pour l'importation et l'exportation de déchets dangereux au Mexique, et les BAPU peuvent uniquement être importées au Mexique à des fins de recyclage et de récupération, et non à des fins d'élimination finale dans des sites d'enfouissement⁴³.

En outre, le transport des déchets dangereux au Mexique est régi par le *Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos* (Règlement sur le transport terrestre des matières et déchets dangereux), publié par le *Secretaría de Comunicaciones y Transportes* (ministère des Communications et des Transports)⁴⁴. En plus d'exiger des transporteurs qu'ils respectent une série de dispositions concernant l'emballage et les panneaux d'avertissement, ce règlement dresse une liste d'exigences en matière de documentation auxquelles les transporteurs de BAPU doivent se conformer. Par exemple, l'article 50 prévoit que, pour le transport de matières dangereuses ou de déchets dangereux, le transporteur doit obtenir les autorisations correspondantes délivrées par le ministère des Communications et des Transports, ainsi que par d'autres organismes du gouvernement fédéral⁴⁵.

Les lois et règlements susmentionnés sont complétés par plusieurs *Normas Oficiales Mexicanas* (NOM, Normes officielles mexicaines). Les BAP et les BAPU sont expressément visées par la NOM-002-SCT/2011, *Listado de las Substancias y Materiales Peligrosos Más Usualmente Transportados* (Liste des substances et matières dangereuses le plus souvent transportées). Parmi les autres normes relatives au transport de matières dangereuses, notamment des BAPU, on compte les suivantes⁴⁶ :

- ✓ la NOM-003-SCT/2008, qui traite des exigences d'étiquetage relatives aux emballages utilisés pour le transport terrestre des matières et déchets dangereux;
- ✓ la NOM-004-SCT/2008, qui traite des exigences d'identification applicables aux unités (p. ex., camions, wagons) servant au transport terrestre de matières et de déchets dangereux;
- ✓ la NOM-010-SCT/2009, qui énonce les exigences relatives à la compatibilité et à la séparation aux fins de l'entreposage et du transport des matières et déchets dangereux.

43 Semarnat, *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, Article 5, paragraphes XXXII et XXIX, et Article 31, paragraphe IV.

44 *Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos*.

45 *Ibid.*

46 Hunt, 2015.

Réglementation du transport des batteries aux États-Unis

Aux États-Unis, les établissements qui expédient des batteries d'accumulateurs au plomb et acide par voie terrestre sont tenus de se conformer à certaines dispositions du *Hazardous Material Regulations* (Règlement sur les matières dangereuses). La disposition 49 CFR 173.159 stipule que les batteries doivent être préparées et emballées pour le transport de telle sorte que soient prévenus toute évolution dangereuse de chaleur, tout court-circuit et tout dommage aux bornes des batteries⁴⁷. Cela signifie, par exemple, qu'il faut solidement arrimer les BAPU à une palette et les emballer de manière à empêcher que les bornes de batteries adjacentes n'entrent en contact et que les bornes n'entrent en contact avec d'autres métaux.

Les BAPU ne sont soumises à aucune autre exigence du *Department of Transportation* (DOT, ministère des Transports) si elles sont emballées conformément à la disposition 49 CFR 173.159, si elles sont transportées par route ou par chemin de fer et si toutes les conditions suivantes sont remplies⁴⁸ :

- ✓ il n'y a pas d'autres matières dangereuses dans le même véhicule;
- ✓ les BAPU sont chargées ou arrimées de manière à prévenir des dommages et les courts-circuits;
- ✓ toutes les autres matières chargées dans le véhicule sont arrimées de manière à empêcher qu'elles n'entrent en contact avec les batteries ou qu'elles n'endommagent celles-ci;
- ✓ le véhicule transporte uniquement du matériel fourni par l'expéditeur des batteries.

résistant aux produits chimiques et des protecteurs oculaires (lunettes de sécurité ou écran facial). On recommande en outre que le chauffeur porte des chaussures pourvues d'une semelle résistant aux produits chimiques et d'un embout en acier. Le chauffeur peut avoir besoin d'un EPI si les batteries bougent durant le transport et sont délogées de leur emballage. Il peut en résulter des dommages aux boîtiers et des fuites d'électrolyte sur le plancher de la remorque, auquel cas le chauffeur aurait à remédier au problème avant de poursuivre sa route.

3.3 Entreposage des BAPU à l'installation de recyclage

Le nombre de BAPU entrant dans une installation de recyclage est très élevé et il est donc, souvent, nécessaire d'entreposer les batteries avant de les soumettre au recyclage. Les lignes directrices présentées ici sont très semblables à celles déjà décrites en ce qui concerne l'entreposage aux centres de collecte (section 3.1), mais le nombre de batteries entreposées dans les installations de recyclage étant beaucoup plus important, il faut prendre des mesures additionnelles pour en assurer l'entreposage sécuritaire. Ces mesures sont exposées ci-dessous.

47. Congrès des États-Unis, *Hazardous Materials Regulations*, Title 49 CFR Part 173.

48. *Ibid.*

3.3.1 Identification des batteries et séparation selon la composition chimique

Comme mentionné à la section 3.1, un nombre croissant de batteries autres que les BAPU, en particulier des batteries au lithium-ion (Li-ion), pénètre dans le circuit de recyclage et est inclus dans le stock d'entrée des fonderies de plomb de seconde fusion.

L'exclusion des batteries autres que les batteries au plomb est un important enjeu de sécurité pour les fonderies de plomb de seconde fusion, car le mélange de batteries de composition chimique différente peut occasionner de graves dangers. Lorsqu'elles sont mêlées à des BAPU dans le procédé de récupération du plomb, les batteries au lithium-ion sont fortement réactives et peuvent exploser violemment. Les batteries au nickel-cadmium (Ni-Cd) engendrent quant à elles des problèmes de contrôle de la qualité dans les opérations de fonte et affinage.

Même si les batteries sans plomb devraient idéalement être décelées et séparées des BAPU au point de collecte initiale, on doit aussi procéder à une deuxième inspection dans l'installation de stockage pour s'assurer qu'aucune batterie sans plomb ne parviendra jusqu'à la fonderie. Souvent, les batteries Li-ion mises au rebut ne sont pas étiquetées comme telles et sont difficiles à identifier par une inspection visuelle. Il est

Entreposage inadéquat de BAPU à l'extérieur



Source : Krum, Gretchen. « Battery Stacking ». Communication par courriel avec l'auteure, 22 juillet 2014.

donc essentiel que les employés des fonderies de plomb de seconde fusion connaissent la méthode appropriée d'inspection visuelle des batteries et qu'ils comprennent bien les dangers et les problèmes de contrôle de la qualité liés aux batteries autres que les BAPU.

L'industrie des batteries travaille à résoudre ce problème, mais aucune solution n'avait encore été apportée au moment de la rédaction des présentes lignes directrices.

3.3.2 Aires d'entreposage des BAPU à l'extérieur

Les aires d'entreposage à l'extérieur doivent être couvertes pour empêcher l'eau de pluie de s'accumuler et pour réduire le ruissellement d'eaux contaminées. De plus, il faut conserver les BAPU sur une surface imperméable, par exemple une dalle de béton ou un pavage, pourvue d'un moyen de confinement secondaire (un deuxième niveau de protection en cas d'échec de premier niveau de confinement). La figure 14 illustre un entreposage inadéquat de BAPU à l'extérieur.

3.3.3 Exigences relatives aux bâtiments d'entreposage des BAPU

Dans la plupart des installations de recyclage, l'entreposage des BAPU dans les contenants d'expédition n'est pas pratique, car il faut davantage d'espace pour identifier séparément et étiqueter les BAPU. Une partie

de l'entreposage s'effectue à l'extérieur (ainsi que décrit ci-dessus), mais dans d'autres établissements, les batteries usagées sont conservées dans des bâtiments. En cas d'entreposage à l'intérieur, un bâtiment utilisé à cette fin doit comporter les caractéristiques de conception suivantes :

- la protection contre les éléments;
- un plancher imperméable et résistant aux acides avec un rebord surélevé (en pierre ou en béton) ou un autre moyen de confinement des déversements;
- un système de collecte des eaux d'écoulement qui envoie tous les liquides déversés vers le système de traitement de l'effluent ou un réservoir d'entreposage d'acide;
- une entrée et une sortie, pourvues toutes les deux de portes conçues pour rester fermées lorsqu'elles ne sont pas utilisées;
- un système de circulation d'air (décrit au chapitre 5 du présent document) assurant un nombre suffisant de renouvellements d'air par heure;
- un système de purification filtrant l'air pour en retirer le plomb et les autres particules provenant des poussières n'est nécessaire que si l'aire d'entreposage n'est pas séparée de l'aire de traitement;
- le matériel voulu de lutte contre les incendies;
- des contrôles de sécurité tels que des clés ou des mots de passe, de telle sorte que seul le personnel autorisé ait accès au bâtiment.

Tableau 3. Liste de contrôle pour la mise en œuvre : étapes préalables au recyclage

Étape	Activité principale de GER	Mesures et considérations	Pour des détails, voir...
Collecte et entreposage des BAPU avant leur transport vers l'installation de recyclage	Inspection des batteries à leur arrivée	<input type="checkbox"/> Vérifier l'absence de fuites en procédant à une inspection attentive des batteries lors de leur réception <input type="checkbox"/> Repérer et séparer des BAPU les batteries sans plomb qui occasionnent des dangers dans une fonderie de plomb de seconde fusion	§ 3.1.2
	Caractéristiques de l'aire d'entreposage	S'assurer que l'aire : <input type="checkbox"/> est recouverte <input type="checkbox"/> est située à distance des sources de chaleur <input type="checkbox"/> est pourvue d'une base résistant aux acides et bien scellée <input type="checkbox"/> est dotée d'un système de collecte des eaux de ruissellement <input type="checkbox"/> est pourvue d'une ventilation adéquate <input type="checkbox"/> est à accès restreint <input type="checkbox"/> est pourvue d'équipements et de plans d'intervention d'urgence	§ 3.1.1
	Fonctions liées à l'entreposage	<input type="checkbox"/> Savoir quel nombre maximal de BAPU peut être entreposé et respecter cette limite <input type="checkbox"/> Limiter le temps d'entreposage à 60 à 90 jours lorsque c'est réalisable (mesure facultative) <input type="checkbox"/> Séparer les batteries selon le type de composition chimique	§ 3.1.1
Transport	Emballage des BAPU avant l'expédition	<input type="checkbox"/> Vérifier l'absence de dommages et de fuites avant l'emballage <input type="checkbox"/> Sceller les ouvertures et mettre en place les bouchons d'aération <input type="checkbox"/> Placer toute BAPU endommagée dans un sac de polyéthylène ultrarobuste (épaisseur minimale de 6 mil) <input type="checkbox"/> Respecter les consignes relatives à la taille et au chargement des palettes : <input type="checkbox"/> matériau approprié entre les couches et sur le dessus <input type="checkbox"/> batteries en position verticale <input type="checkbox"/> position des bornes la plus sécuritaire sur la palette <input type="checkbox"/> hauteur ne dépassant pas 1,5 fois la largeur du chargement <input type="checkbox"/> emballage de la palette au complet sous pellicule moulante <input type="checkbox"/> arrimage de la charge avec des bandes de plastique ultrarobuste (mesure facultative)	§ 3.2.1 Figures 7 à 14
	Transport vers l'installation de recyclage	<input type="checkbox"/> Caler et arrimer les contenants à l'intérieur du véhicule <input type="checkbox"/> Respect des exigences réglementaires de tous les lieux d'origine, de transit et de destination concernant la documentation, les étiquettes et les marquages <input type="checkbox"/> S'assurer que le véhicule de transport est pourvu de l'équipement approprié de nettoyage des déversements et d'intervention d'urgence <input type="checkbox"/> Veiller à ce que les chauffeurs et le personnel auxiliaire reçoivent une formation adéquate en matière de chargement et d'intervention d'urgence <input type="checkbox"/> Fournir l'équipement de protection individuelle (EPI) approprié aux chauffeurs et aux autres préposés au transport <input type="checkbox"/> Choisir le trajet de manière à réduire au minimum les répercussions d'un éventuel déversement	§ 3.2.2
Entreposage à l'installation de recyclage	Exigences relatives à l'entreposage	<input type="checkbox"/> Identifier les batteries et les séparer selon leur composition chimique	§ 3.3.1
		<input type="checkbox"/> Séparer les BAPU spécialisées qui risquent d'engendrer des problèmes opérationnels si elles sont maintenues avec les autres	§ 3.3.2
		<input type="checkbox"/> S'assurer que les aires d'entreposage à l'extérieur sont couvertes et pourvues d'une surface inférieure imperméable	§ 3.3.3 fig. 15
		<input type="checkbox"/> Respecter les exigences applicables aux bâtiments d'entreposage	§ 3.3.4



4

Étapes du recyclage des BAPU :
fragmentation des batteries et fusion
(réduction) du plomb



4. Étapes du recyclage des BAPU : fragmentation des batteries et fusion (réduction) du plomb

Après que les batteries ont été reçues et entreposées à l'installation de recyclage, le processus de recyclage peut commencer. Bon nombre des matières récupérées des batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU) sont utilisées dans la fabrication de nouvelles batteries d'accumulateurs au plomb (BAP)⁴⁹. Par exemple, le plomb récupéré est souvent utilisé dans les composantes de plomb de nouvelles BAP, tandis que le plastique récupéré peut être employé pour fabriquer de nouveaux boîtiers⁵⁰. Ou encore, le plastique qu'il est impossible de séparer efficacement des composantes de plomb dans les BAPU est parfois utilisé comme réducteur complémentaire dans les opérations de réduction et d'affinage du plomb⁵¹.

Le présent chapitre décrit le processus de recyclage et traite des considérations relatives à la GER dont il faut tenir compte à chaque étape du processus de fragmentation des batteries et de fonte et d'affinage du plomb. Bon nombre des considérations de GER sont semblables pour les procédés de fonte et d'affinage et le chapitre 5 des lignes directrices traite de ces considérations ensemble pour les deux procédés. Une liste de contrôle pour la mise en œuvre, conçue pour aider les propriétaires ou exploitants d'installations à appliquer diverses pratiques de GER à toutes les étapes du processus de recyclage des BAPU, est fournie au tableau 4.

Tableau 4. Liste de contrôle pour la mise en œuvre : recyclage des BAPU

Étape	Activité principale de GER	Mesures et considérations	Pour des détails, voir la section...
Fragmentation des batteries	Vidange des BAPU spécialisées	<input type="checkbox"/> Vidanger les BAPU grand format spécialisées avant le broyage	4.2.2
	Déversements d'électrolyte acide usé	<input type="checkbox"/> Former le personnel pour qu'il puisse lutter contre les déversements <input type="checkbox"/> Utiliser l'EPI requis	4.2.3
	Appareils de broyage des BAPU	<input type="checkbox"/> Lutter contre les particules de plomb et les vapeurs d'acide sulfurique qui peuvent être libérées pendant les procédés de concassage mécanique <input type="checkbox"/> Lutter contre les vapeurs d'acide sulfurique qui peuvent être libérées pendant le concassage mécanique en installant des hottes d'aspiration reliées à un épurateur humide <input type="checkbox"/> Le liquide à la sortie de l'épurateur humide peut être acide (si le pH n'en est pas contrôlé) – le gérer en conséquence <input type="checkbox"/> Laver les copeaux de plastique produits par la fragmentation au moyen d'une technique appropriée	4.2.3
	Si le procédé de fragmentation et la fonderie ne sont pas regroupés en un même lieu	<input type="checkbox"/> Si l'eau de procédé de l'installation de fragmentation se trouve à distance de la fonderie, faire preuve de la plus grande prudence pour éviter les fuites et les déversements pendant le transport de l'eau boueuse; les fuites et déversements peuvent engendrer une contamination par la poussière de plomb	4.2.3

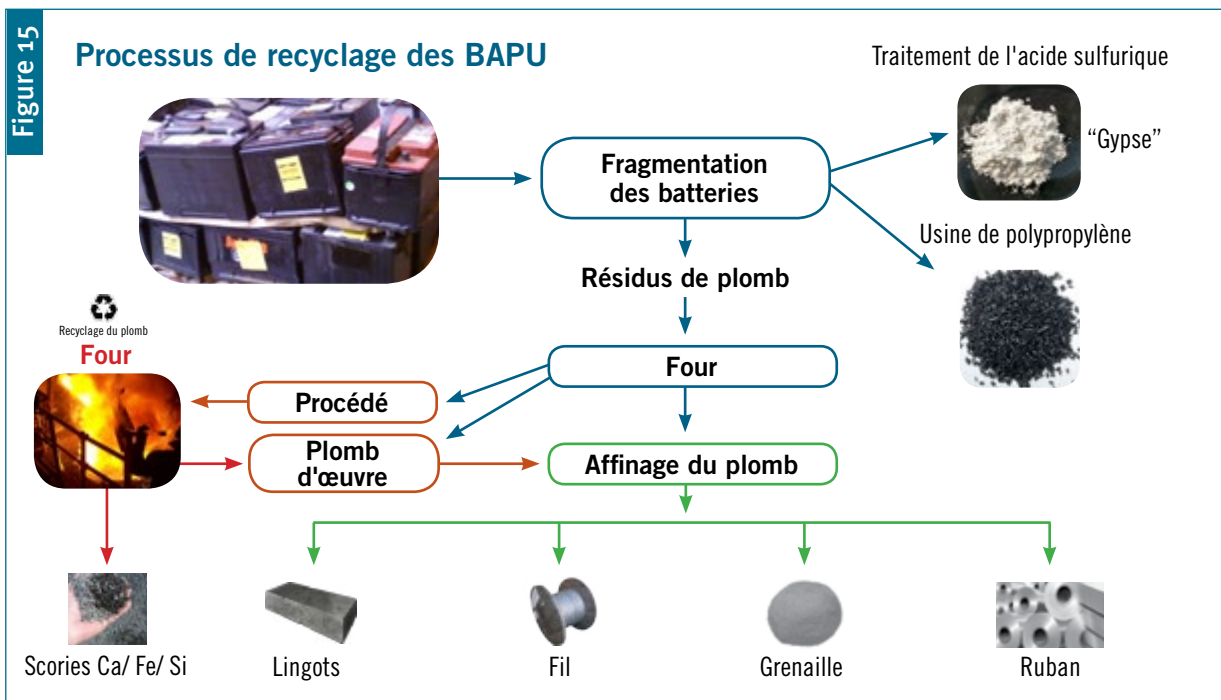
49. Blacksmith Institute, 2012.

50. *Ibid.*

51. Commission de coopération environnementale, 2007.

Figure 15

Processus de recyclage des BAPU



Source : Adaptation de Eco-Bat Technologies Ltd. *The ECOBAT recycling cycle*. Consulté le 23 avril 2015. <<http://ecobatgroup.com/ecobat/rp/>>.

4.1 Processus de recyclage des BAPU

Le recyclage des BAPU comporte trois grandes étapes⁵² :

- la fragmentation des batteries;
- la réduction du plomb;
- l'affinage du plomb.

Dans certains cas, toutes les étapes du processus de recyclage (illustrées à la figure 15) se déroulent dans la même installation. Bien que ce soit moins courant, dans d'autres cas, il est possible que la fragmentation initiale des batteries s'effectue dans une installation (voir la description à la section 4.2), et que le plomb soit acheminé vers une autre installation où il sera recyclé.

4.2 Fragmentation des batteries : description des procédés et risques pour l'environnement et pour la sécurité

La première étape du processus de recyclage consiste à casser, ou à fragmenter, les BAPU. À cette étape, on sépare tous les éléments constitutifs de la batterie — pâte de plomb, plaques et connecteurs métalliques, polypropylène et autres plastiques, électrolyte — en flux de matériaux qui seront traités séparément au cours des étapes ultérieures de recyclage. Bien qu'il y ait des exceptions dans certaines circonstances (voir la section 4.2.2), toutes les opérations de fragmentation des BAPU devraient être effectuées dans des concasseurs ou broyeurs spécialisés.

4.2.1 Fragmentation mécanique des BAPU

Un procédé typique de fragmentation mécanique des BAPU comporte plusieurs étapes (voir la figure 16), dont chacune est décrite en détail ci-dessous. Les considérations de GER concernant ces opérations de fragmentation sont exposées à la section 4.2.3.

Broyage des batteries : Le processus de fragmentation débute lorsque les BAPU arrivent à la « machine à casse »⁵³. À ce stade, les batteries sont réduites en petits morceaux par des broyeurs à marteaux ou d'autres types de concasseur. Selon l'emplacement et les circonstances, la fragmentation peut être effectuée dans une installation différente de l'installation de récupération du plomb (à distance de la fonderie ou de l'affinerie) ou dans une installation adjacente à la fonderie (ce qui est la pratique la plus courante)⁵⁴. Dans d'autres cas, l'usine de recyclage reçoit les BAPU fragmentées qui ont été prétraitées par une compagnie locale.

Tri : Après le broyage, un processus de tri permet de séparer les divers matériaux de plomb et de plastique en flux de matières différents. Une opération de tri consiste à séparer les matières fines (particules et petits débris créés lors du broyage) de la pâte à électrodes (plomb). Une opération additionnelle consiste en une séparation par gravité, qui vise à séparer encore davantage les matériaux des batteries broyées en flux distincts.

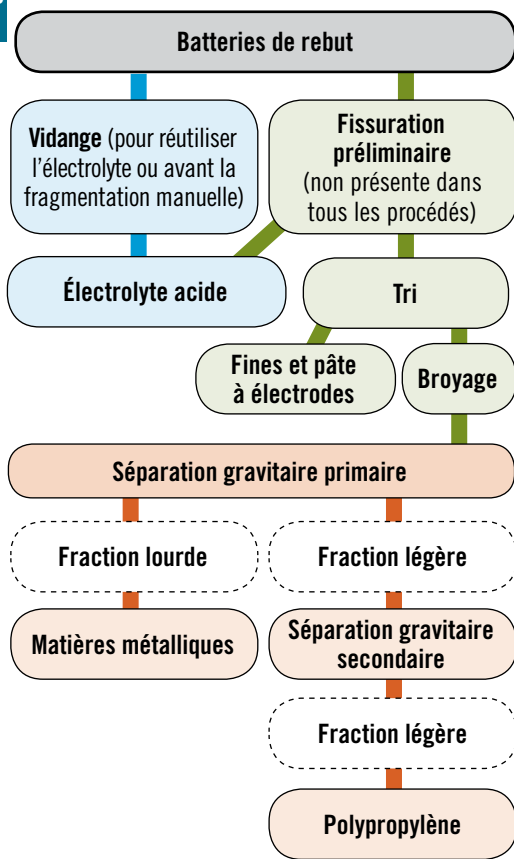
52. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

53. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

54. Commission de coopération environnementale, 2007.

Figure 16

Schéma de procédé : fragmentation des BAPU



Source : Adaptation de Lignes directrices techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets de batteries au plomb et acide, Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.
<www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/waste-f.pdf>

Séparation par gravité des matières métalliques lourdes (plomb) et des matières légères (plastiques) :

Après le broyage des batteries et le tri initial, les oxydes et sulfates de plomb sont séparés des autres matières par gravité dans l'eau, dans une série de réservoirs où les matières se déposent ou flottent selon leur densité relative⁵⁵. Les matières lourdes comme la pâte de plomb coulent au fond et les matières légères comme le plastique continuent de flotter à la surface. Les matières lourdes sont constamment retirées par une chaîne de halage et les plastiques flottant à la surface sont retirés sur un tamis ou par une vis de décharge. Le liquide contient de l'acide sulfurique provenant de l'électrolyte acide usé.

Il existe plusieurs procédés différents qui permettent la séparation des matières constitutives des batteries, mais qui utilisent tous le même principe général de la séparation par gravité. Lors de la première étape du procédé de séparation gravitaire, la fraction lourde est acheminée vers le flux de matières métalliques. Au cours d'une

55. *Ibid.*

56. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

deuxième étape, la fraction légère (le plastique polypropylène utilisé pour les boîtiers) est séparée de la fraction restante plus lourde. Une troisième étape permet de séparer la fraction de matières plastiques en deux flux : les copeaux de polypropylène provenant des boîtiers et les minces séparateurs en plastique insérés entre les éléments à l'intérieur de la batterie.

Neutralisation et recyclage de l'électrolyte acide : En général, on neutralise l'électrolyte acide (on en rajuste le pH), souvent au moyen d'hydroxyde de magnésium [Mg(OH)₂], de manière à précipiter les contaminants sous forme de gâteau de filtration. La réaction de rajustement du pH est exothermique (elle dégage de la chaleur) et la meilleure pratique pour cette opération consiste donc à utiliser des réservoirs en fibre de verre plutôt qu'en polyéthylène. Le processus de neutralisation produit un gâteau de filtration de sulfate qui, selon les résultats d'une analyse du lixiviat réalisée par un laboratoire agréé, est éliminé dans un site d'enfouissement comme déchet non dangereux ou est acheminé vers un traitement additionnel comme déchet dangereux. Le liquide neutralisé est rejeté dans des égouts sanitaires locaux qui conduisent vers une station de traitement des eaux usées, ou déversé dans un plan d'eau.

Dans certaines installations, l'électrolyte acide est réutilisé. Les impuretés sont retirées de l'électrolyte usé et l'on ajoute à celui-ci de l'acide sulfurique concentré de manière à obtenir une teneur en acide suffisante pour permettre la réutilisation comme électrolyte dans de nouvelles batteries.

4.2.2 Fragmentation manuelle : pour les BAPU spécialisées seulement

Même si ce n'est généralement pas considéré comme une pratique acceptable, dans certaines circonstances très particulières, la casse des BAPU est effectuée manuellement. C'est nécessaire pour certaines batteries industrielles grand format qui sont trop grosses ou trop lourdes pour pouvoir être introduites dans les concasseurs mécaniques (p. ex., les vieilles BAPU industrielles en provenance des services d'électricité, les batteries grand format à boîtier en acier ou en verre) ou dont le boîtier ne peut pas être brisé par les broyeurs.

Dans les cas où les batteries sont fragmentées à la main, on doit prendre les mesures suivantes⁵⁶:

- si c'est possible, perforer la BAPU industrielle et vider l'électrolyte acide usé (c'est impossible dans le cas de certaines batteries grand format);
- neutraliser l'électrolyte acide usé avant son rejet ou l'envoyer à une installation de traitement des eaux usées ou de traitement/recyclage d'électrolyte (voir la section 5.4);

- enlever le couvercle de la BAPU, avec les plaques et les séparateurs, à l'aide d'une scie circulaire ou d'un autre équipement approprié, en s'assurant de respecter les consignes d'utilisation de l'équipement et de porter des vêtements de protection individuelle (voir le chapitre 6);
- envoyer les plaques et les grilles, avec le couvercle de la BAPU, à la fonderie;
- envoyer le boîtier de la batterie (en plastique, verre ou acier) à une installation de recyclage;
- éliminer adéquatement les matières restantes comme déchets⁵⁷.

4.2.3 Fragmentation des BAPU : risques pour l'environnement et pour la sécurité

Si elle n'est pas effectuée correctement, la fragmentation des BAPU peut occasionner des risques importants et graves pour l'environnement et pour la sécurité (décrits ci-dessous). Les pratiques de GER que l'on doit envisager pour réduire au minimum les risques associés à cette étape sont décrites au chapitre 6.

Déversements d'électrolyte acide

L'électrolyte acide est une solution très corrosive qui contient du plomb et des particules de plomb. S'il s'échappe d'une BAPU, il peut contaminer le sol et blesser les employés. C'est pourquoi il doit être manipulé par un personnel ayant reçu la formation nécessaire et pourvu d'un équipement de protection individuelle (EPI).

Appareils de broyage

La fragmentation mécanique des BAPU par un broyeur à marteaux ou un concasseur est une source potentielle de particules de plomb. Des vapeurs d'acide sulfurique peuvent aussi se dégager, ce qu'il faut prévenir. Les méthodes mécaniques de lutte contre les vapeurs d'acide sulfurique comprennent une hotte aspirante aménagée au-dessus de la source et reliée à un épurateur humide. Le liquide à la sortie de l'épurateur est acide (à moins que le pH n'ait été contrôlé) et pourrait être utilisé comme eau recyclée dans le procédé ou envoyé à une installation de traitement des eaux usées (ainsi que décrit au chapitre 5), puis éliminé. Toute fuite ou tout déversement au sein de ce système fera s'échapper un liquide corrosif contenant du plomb.

Copeaux de plastique contaminés

Les copeaux de plastique (plastique polypropylène) produits par la fragmentation des BAPU peuvent être contaminés par le plomb dans une proportion allant jusqu'à 5 %. C'est pourquoi il convient de les soumettre

à un deuxième lavage dans une solution alcaline, suivi d'un deuxième cycle de rinçage⁵⁸. Bien que certaines entreprises puissent adopter cette approche, il existe d'autres méthodes tout aussi appropriées basées sur des procédés différents. Par exemple, les laveuses-essoreuses et d'autres appareils peuvent produire les mêmes résultats sans grande consommation d'eau.

Contamination par la poussière de plomb

Puisque les principaux procédés de séparation se fondent sur des techniques utilisant de l'eau, les matières séparées et fines produites par la fragmentation des batteries sont habituellement humides⁵⁹. Si ces matières ne sont pas incorporées dans un procédé entièrement automatisé, il faudra les transporter de l'installation de fragmentation jusqu'à la fonderie. Durant le transport, il est possible qu'une partie de ces matières boueuses et/ou aqueuses s'échappent du véhicule, en particulier si l'installation de fragmentation est située à distance de la fonderie. Lorsque ces matières humides sèchent, la poussière qui en résulte peut contenir des particules de plomb qui, si elles ne sont pas traitées correctement, peuvent contaminer non seulement l'installation, mais aussi la collectivité environnante. L'un des nombreux avantages du regroupement sur le même site de l'installation de fragmentation des BAPU et de la fonderie est l'élimination à toutes fins utiles des émissions fugitives associées au transport, toutes les activités étant accomplies au même endroit. Les méthodes de lutte contre les poussières fines de plomb sont décrites à la section 5.3.

4.3 Seconde fusion du plomb

La seconde fusion du plomb comporte trois principales étapes : le prétraitement, la fonte et l'affinage. Le schéma de procédé de chacune de ces étapes est respectivement présenté aux figures 17, 18 et 19.

Ensemble, toutes ces opérations du procédé de seconde fusion du plomb sont appelées « réduction du plomb ». Les fonderies transforment le plomb obtenu par la fragmentation des batteries en un plomb qui sera ensuite expédié à une affinerie. Les déchets de BAPU engendrés par le processus de fragmentation sont un mélange qui contient plusieurs substances⁶⁰:

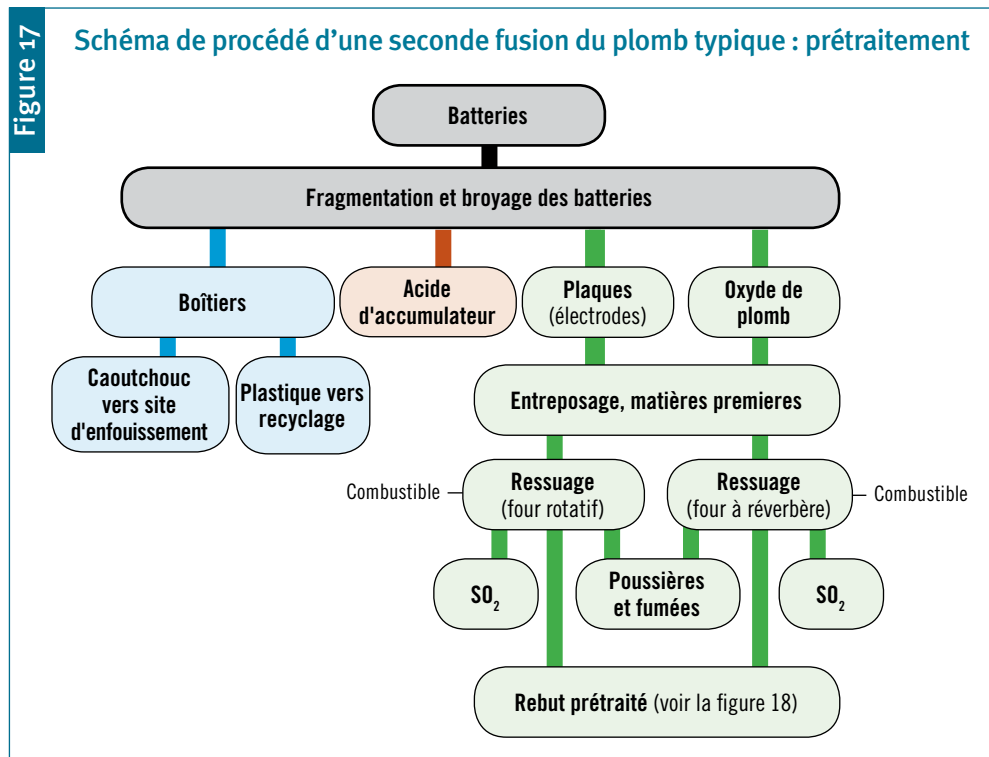
- du plomb métallique;
- du monoxyde de plomb (PbO);
- du sulfate de plomb (PbSO₄);
- d'autres métaux tels que le calcium (Ca), le cuivre (Cu), l'antimoine (Sb), l'arsenic (As), l'étain (Sn) et, parfois, l'argent (Ag).

Les procédés pyrométallurgiques, faisant appel à diverses technologies, sont la méthode la plus courante pour produire du plomb d'œuvre brut en première et en seconde

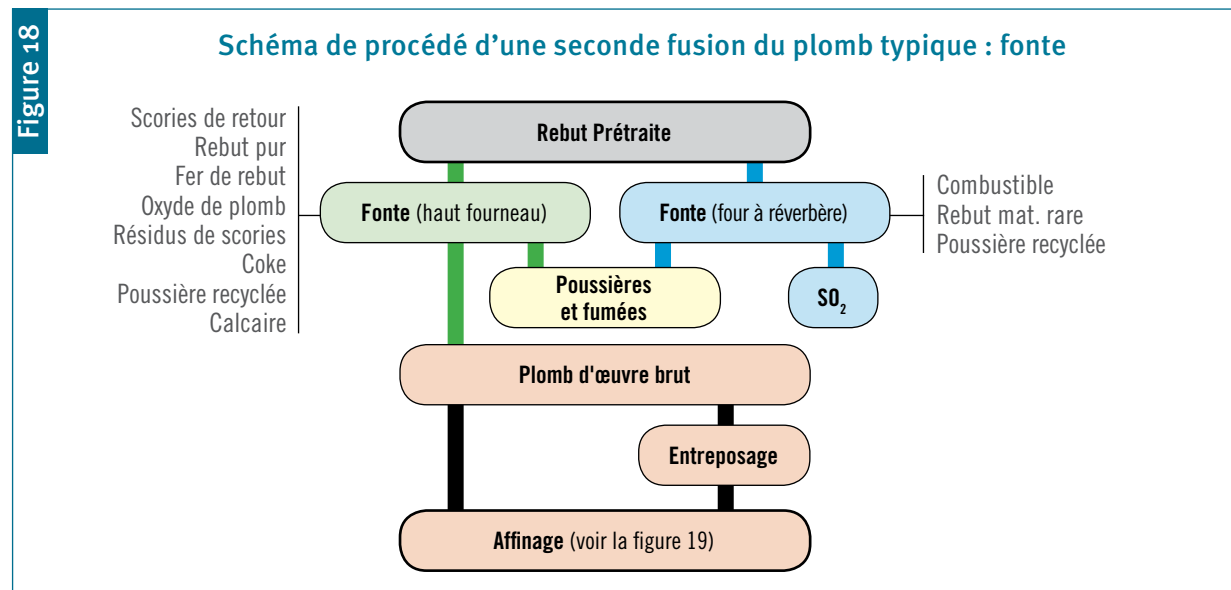
57. *Ibid.*
58. *Ibid.*
59. *Ibid.*
60. *Ibid.*

fusion. Le plomb de seconde fusion (recyclé) est habituellement fabriqué par affinage pyrométallurgique. Le plomb de première fusion est également fabriqué selon ce procédé en général, mais une proportion d'environ 20 % est produite par une technique électrométallurgique : un procédé d'électroaffinage de type Betts. Le profil des impuretés du plomb d'œuvre brut est un facteur clé dans le choix de la technique d'affinage du plomb de première fusion.

Le plomb de seconde fusion (recyclé) est habituellement produit à l'aide de méthodes pyrométallurgiques. L'affinage pyrométallurgique du plomb s'effectue dans un four où diverses sources de plomb de seconde fusion sont combinées à une quantité suffisante d'agents fondants et réducteurs pour produire du plomb d'œuvre d'une qualité et d'une pureté appropriées pour divers marchés. Les intrants suivants sont introduits dans le four de seconde fusion du plomb⁶¹ :

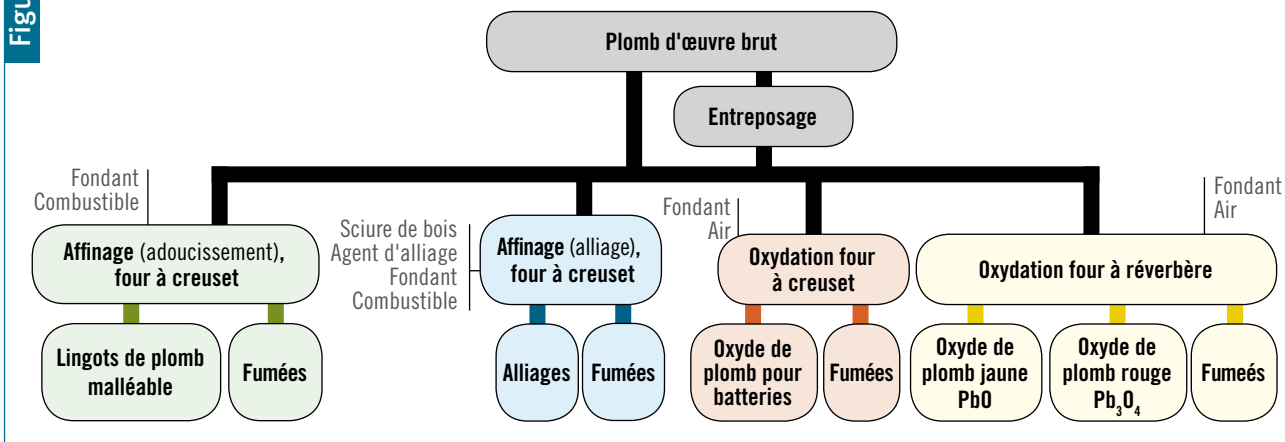


Source : Adaptation de *Compilation of air pollutant emission factors. Volume 1: Stationary point and area sources*, 5^e éd. Chapitre 12: « Metallurgical Industry ». US EPA, 1995. <www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch12/final/c12s11_2010.pdf>.



61. Ibid.

Schéma de procédé d'une seconde fusion du plomb typique : affinage



Source : Adaptation de *Compilation of air pollutant emission factors. Volume 1: Stationary point and area sources*. 5^e éd. Chapitre 12: « Metallurgical Industry », US EPA, 1995. <www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch12/final/c12s11_2010.pdf>.

- les matières fines et la pâte à électrodes (directement ajoutées);
- le monoxyde de plomb (PbO) provenant de la désulfuration des matières fines et de la pâte à électrodes;
- les agents fondants et réducteurs fournissant la quantité suffisante de substances chimiques pour entraîner la production de plomb d'œuvre pur;
- de l'hydroxyde de plomb [Pb(OH)₂], produit lors de la neutralisation de l'électrolyte acide;
- du plomb provenant d'autres sources.

Divers types de fours sont utilisés pour la seconde fusion du plomb. Le choix du four ou de la combinaison de fours dépend du type de matière première et de variables économiques. En Amérique du Nord, les fours les plus courants sont les suivants⁶²:

- les fours tournants;
- les fours à réverbère;
- les hauts-fourneaux;
- les fours électriques;
- les fours rotatifs
- d'autres types de four.

Au nombre des considérations importantes de GER visant à réduire et à dépolluer les émissions imputables aux procédés de fusion secondaire du plomb (réduction), on compte les suivantes :

- la désulfuration des matières fines et de la pâte à électrodes;
- la lutte contre la pollution de l'air;
- la lutte contre les émissions fugitives;

- la neutralisation de la solution d'électrolyte pour en récupérer l'hydroxyde de plomb;
- le traitement des eaux résiduaires;
- la production d'agent fondant et de scories;
- la gestion des déchets solides.

En Amérique du Nord, la plupart des fonderies de plomb de seconde fusion sont des installations intégrées où s'effectuent à la fois la fragmentation des BAPU, la seconde fusion du plomb et l'affinage. Dans quelques cas, des installations de traitement des BAPU effectuent uniquement la seconde fusion du plomb, puis vendent le plomb d'œuvre à des affineurs qui assurent la dernière étape de la fabrication du plomb recyclé. À nouveau, le regroupement des opérations en un même lieu comporte de nombreux avantages. Outre les économies d'échelle que permet l'intégration des processus de lutte contre la pollution et de surveillance, un tel regroupement réduit les opérations de transport, ce qui contribue à réduire au minimum les émissions de poussières de plomb et d'autres contaminants.

L'affinage par procédé pyrométallurgique s'effectue sur du plomb en fusion, ce qui signifie que le plomb brut doit être fondu à des températures se situant entre 327 °C (le point de fusion du plomb) et 650 °C (son point d'ébullition). Le plomb est chauffé jusqu'à ce qu'il passe à l'état liquide et divers agents réactifs sont ajoutés à des températures différentes pour retirer sélectivement les métaux indésirables présents dans le plomb brut. Le retrait des métaux indésirables s'effectue dans l'ordre suivant : cuivre, étain, arsenic et antimoine.

62. *Ibid.*



5

Lutte contre la pollution dans les établissements de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (air, eaux usées et déchets solides)



5. Lutte contre la pollution dans les établissements de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (air, eaux usées et déchets solides)

Les mécanismes antipollution bien utilisés sont l'une des meilleures lignes de défense pour assurer globalement une gestion écologiquement rationnelle (GER) dans l'industrie du recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU). Le présent chapitre porte sur les approches de GER visant la lutte contre la pollution dans les installations de recyclage des BAPU; ces établissements comprennent les installations de fragmentation des batteries et les fonderies. Une liste de contrôle pour la mise en œuvre est fournie au tableau 15 (voir pages 50-51) à titre d'outil destiné à aider les établissements à surveiller l'état d'avancement de la mise en œuvre de leurs pratiques de GER.

5.1 Normes de lutte contre la pollution de l'air pour les installations de recyclage des BAPU

Toutes les étapes du processus de recyclage du plomb de seconde fusion peuvent entraîner des émissions de gaz ou de particules, soit par l'intermédiaire de sources ponctuelles comme les émissions de cheminée, soit sous forme d'émissions fugitives.

- **Émissions de cheminée** : Gaz de sortie d'un dispositif antipollution qui sont libérés dans l'atmosphère.
- **Émissions fugitives** : Émissions non traitées engendrées par la manutention des matières, la circulation des véhicules, l'érosion par le vent des piles de matières entreposées, et d'autres sources non contrôlées.

Le plomb est le principal polluant préoccupant tant dans les émissions de cheminée que dans les émissions fugitives des établissements de recyclage des BAPU, quoique d'autres polluants tels que le dioxyde de soufre

(SO₂), les oxydes d'azote (NOx) et des quantités à l'état de traces d'arsenic ou de composés organiques volatils fassent l'objet d'une surveillance dans certaines régions, selon les exigences locales en matière de qualité de l'air.

Le tableau 5 présente certaines des normes les plus rigoureuses relatives aux émissions de plomb applicables aux fonderies de plomb de seconde fusion au Canada (en Ontario et au Québec, où la plupart des installations de recyclage des BAPU sont situées) et aux États-Unis. Il est à noter que les normes de qualité de l'air de l'Ontario sont basées sur le point de contact, lequel est défini comme correspondant à tout point sur le sol ou sur une entité réceptrice, par exemple sur un bâtiment avoisinant, situé à l'extérieur des limites de la propriété de la compagnie, auquel on s'attend à ce que soit observée la concentration la plus élevée d'un contaminant causée par les émissions globales de ce contaminant provenant de l'établissement. En Ontario, les émissions dans l'air ambiant ne sont pas réglementées et elles sont plutôt visées par les critères de cette province concernant la qualité de l'air ambiant.

Au minimum, les établissements doivent respecter les exigences imposées par les lois en vigueur là où ils sont situés. Les exigences présentées aux tableaux 5 et 6 s'appliquent de façon générale à l'échelon national, provincial/territorial ou étatique, mais des limites additionnelles peuvent être imposées à l'échelon local.

En janvier 2015, le Mexique a établi une *Norma Oficial Mexicana* (NOM, norme officielle mexicaine) relative à la lutte contre les émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion⁶³. L'objectif de la NOM-166-SEMARNAT-2014 est de fixer des plafonds admissibles pour les émissions atmosphériques de plomb, d'hydrocarbures totaux, d'oxydes d'azote ainsi que de dioxines et furanes imputables aux procédés de seconde fusion du plomb ou de recyclage des BAPU,

63. Norma Oficial Mexicana NOM-166-SEMARNAT-2014, *Control de Emisiones Atmosféricas en la Fundición Secundaria de Plomo*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5378252&fecha=09/01/2015.

et de prescrire les méthodes d'analyse correspondantes, ainsi que des critères et spécifications d'exploitation. Les plafonds admissibles pour le plomb établis par cette norme sont présentés au tableau 6.

Les plafonds applicables à l'exposition professionnelle au plomb dans les trois pays sont traités au chapitre 6.

5.2 Lutte contre les émissions de cheminée dans les installations de recyclage des BAPU : technologies et pratiques de GER

5.2.1 Vue d'ensemble des technologies de lutte contre les émissions de cheminée

Il existe plusieurs technologies permettant de traiter les émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion. Une somme considérable de recherches a été effectuée pour déterminer les meilleures approches pour le traitement de ces émissions et, notamment, les pratiques et mesures antipollution destinées à protéger la santé des travailleurs et l'environnement. Outre les technologies et pratiques de GER décrites dans les présentes lignes directrices, les lecteurs sont invités à consulter les

outils électroniques de l'*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, Administration américaine de la santé et de la sécurité du travail) sur la fabrication des batteries au plomb et sur les fonderies de plomb de seconde fusion⁶⁴, outils qui sont tous deux d'excellentes sources de consignes relativement aux questions examinées dans le présent document.

L'approche adoptée pour lutter contre les émissions atmosphériques dépend de la taille des particules. Les particules recueillies au moyen de chacun des appareils indiqués ci-dessous sont généralement réacheminées vers le procédé de fonte de la fonderie où le plomb est recyclé. Voici les technologies les plus courantes de lutte contre la pollution dans les établissements de recyclage des BAPU⁶⁵ :

- les dépoussiéreurs à filtres en tissu ou à sacs filtrants;
- les dépoussiéreurs électrostatiques (ou électriques);
- les dépoussiéreurs électrostatiques (ou électriques) humides;
- les cyclones dépoussiéreurs;
- les filtres en céramique;
- les épurateurs par voie humide.

Les systèmes à **filtres en tissu ou à sacs filtrants** sont la technologie antipollution atmosphérique la plus couramment utilisée dans l'industrie de la fonte et de l'affinage du plomb, car ils offrent un bon rendement

Tableau 5. Aperçu des normes les plus rigoureuses relatives aux émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion au Canada (Ontario et Québec) et aux États-Unis

Émissions atmosphériques	Canada (Ontario ^a et Québec ^b)	États-Unis ^{c,d}
À la sortie de la cheminée	Québec : four, 30mg/Rm ³ ; autres unités de production de plomb, 15mg/m ³	1,0 mg/m ^{3*} max. par cheminée 0,2 mg/m ^{3*} pour l'ensemble d'un établissement
Au point de contact	Ontario : normes au point de contact de 0,5 µg/m ³ , pour une moyenne sur 24 heures et de 0,2µg/m ³ , pour une moyenne sur 30 jours	S.O.
Fugitives	Ontario et Québec : espace clos, pression négative	Espace clos, pression négative
Dans l'air ambiant	Ontario : 0,5µg/m ³ , pour une moyenne sur 24 heures et 0,2µg/m ³ , pour une moyenne sur 30 jours Québec : 0,1µg/m ³ , pour une moyenne sur 1 an	0,15µg/m ³ sur une période continue de 3 mois

Nota : Toutes les valeurs dans ce tableau sont basées sur des conditions normalisées à une pression de 1 atmosphère, avec base sèche, et corrigées à 7 % d'oxygène.

* Les normes américaines relatives aux émissions de cheminée sont exprimées en milligrammes par mètre cube normalisé à sec (mg/dscm), alors que celles du Québec sont exprimées en milligrammes par mètre cube de référence (mg/Rm³). Au minimum, les installations doivent respecter les exigences prescrites par les lois à l'endroit où elles sont situées.

Mg/Rm³ = milligrammes par mètre cube de référence; µg = microgrammes; S.O. = sans objet.

Sources:

- a Ontario. Ministère de l'Environnement. 2012. *Ontario's Ambient Air Quality Criteria*. (En anglais seulement.) www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf.
- b Gouvernement du Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). *Loi sur la qualité de l'environnement. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*, RLRQ c Q-2, r 4.1. <www.canlii.org/fr/qc/legis/regl/rlrq-c-q-2-r-4.1/derriere/rlrq-c-q-2-r-4.1.html>.
- c United States Environmental Protection Agency. *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants From Secondary Lead Smelting*, 40 CFR sec. 63.543 (a) (2012). <www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2012-01-05/html/2011-32933.htm>
- d United States Environmental Protection Agency. *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. <www.epa.gov/air/criteria.html>

64. United States Department of Labour, s.d.(d).

65. *Ibid.*

Tableau 6. Normes relatives aux émissions atmosphériques des fonderies de plomb de seconde fusion au Mexique

Polluant	Fonderies existantes lors de la promulgation de la nouvelle norme	Fonderies existantes après 4 ans	Fonderies existantes après 8 ans et nouvelles fonderies après la promulgation de la nouvelle norme*	Fréquence de mesure
	Limites maximales admissibles			
Plomb	14 mg/m ³	2 mg/m ³	0.2 mg/m ³	4 fois par année
Oxydes d'azote (NOx)	300 mg/m ³	300 mg/m ³	150 mg/m ³	3 fois par année
Hydrocarbures totaux	140 mg/m ³	140 mg/m ³	70 mg/m ³	3 fois par année
Dioxines et furanes	0.5 ng/m ³	0.5 ng/m ³	0.2 ng/m ³	1 fois par année

Nota : Toutes les valeurs sont basées sur des conditions normalisées à une pression de 1 atmosphère, avec base sèche, et corrigées à 7 % d'oxygène.

mg = milligrammes; m³ = mètres cubes; ng = nanogrammes.

*Source : NOM-166-SEMARNAT-2014, *Control de Emisiones Atmosféricas en la Fundación Secundaria de Plomo*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5378252&fecha=09/01/2015

moyennant des coûts raisonnables. Le gaz ou l'air contenant les poussières franchit le tissu des sacs (aussi appelés des « manches »), et les particules sèches sont retenues à la surface des sacs⁶⁶. Périodiquement, lorsqu'une quantité suffisante de poussière s'est accumulée à la surface d'un filtre (mesurée selon la pression exercée sur l'ensemble du tissu), on nettoie celui-ci en envoyant de l'air à contre-courant à travers le tissu, en envoyant des jets d'air comprimé ou en secouant le tissu⁶⁷. Le gâteau de poussière délogé du filtre est acheminé par gravité vers une trémie de collecte, où il est retiré. À mesure que la poussière s'accumule sur le tissu, elle peut contribuer à améliorer la filtration en augmentant l'efficacité de retenue du filtre⁶⁸. Les dépoussiéreurs à filtres en tissu/à sacs filtrants sont généralement considérés comme un bon choix pour la lutte contre la pollution de l'air dans les installations de recyclage des BAPU et ils sont moins coûteux à installer et à faire fonctionner que les dépoussiéreurs électrostatiques⁶⁹. Des renseignements additionnels sont fournis à la section 5.2.3.

Les **filtres à membrane** utilisent une membrane microporeuse comme milieu filtrant⁷⁰. Toutes les particules qui peuvent être filtrées sont recueillies sur la surface de la membrane et le procédé ne mise pas sur un gâteau de poussière pour accroître la filtration (comme c'est le cas pour les systèmes classiques). Il n'y a aucune pénétration de poussière dans la membrane ni au-delà (contrairement aux dépoussiéreurs classiques) parce que toute la filtration est effectuée à la surface de la membrane, qui remplace le gâteau de poussière, et sur

laquelle aucune précouche n'est nécessaire⁷⁰. La technologie de filtration à la surface de la membrane permet au matériel utilisé comme milieu filtrant de mieux dépoussiérer, ce qui a pour résultats des périodes plus longues entre les nettoyages, une plus grande surface « brute » de filtration utilisable pendant le fonctionnement, une consommation moindre d'air comprimé (économies) et un stress moindre sur les filtres induit par le nettoyage (plus longue durée de vie utile).

Les **dépoussiéreurs électrostatiques (ou électriques)** font appel aux forces électrostatiques pour retirer les particules des émissions atmosphériques. L'*Air & Waste Management Association* (Association pour la gestion de la qualité de l'air et des déchets) décrit ces dépoussiéreurs comme étant des appareils de collecte des poussières relativement gros et lents, qui retiennent les particules selon un principe analogue à l'enlèvement des petits brins de tissu sur les vêtements par l'électricité statique⁷². Des transformateurs créent d'importantes chutes de tension entre des électrodes et des plaques de collecte⁷³. Le champ électrique créé par le courant de gaz lorsqu'il franchit la décharge haute tension donne une charge aux particules, lesquelles sont attirées par les plaques de collecte⁷⁴. La poussière est périodiquement retirée des plaques de collecte par ébranlement et est acheminée vers des trémies.

Les **dépoussiéreurs électrostatiques (ou électriques) humides** ont un fonctionnement semblable à celui des dépoussiéreurs à sec et sont de conception analogue, sauf qu'ils utilisent de l'eau pour retirer les particules. Le procédé par voie humide a d'importantes incidences sur la nature des particules qu'il devient possible de capter, et les dépoussiéreurs humides peuvent retenir un plus grand nombre de polluants et traiter des gaz dans des conditions plus variées que les dépoussiéreurs par voie sèche⁷⁵. On les utilise généralement pour le « polissage » ou l'obtention d'une plus grande réduction

66. *Ibid.*

67. *Ibid.*

68. *Ibid.*

69. US Environmental Protection Agency, 1977.

70. Donaldson Filtration Solutions, s.d.

71. *Ibid.*

72. Air & Waste Management Association, 2007.

73. *Ibid.*

74. *Ibid.*

75. Miller, 2011.

des émissions soit dans des circonstances particulières, soit dans des régions où les normes antipollution atmosphérique sont très rigoureuses. Les dépoussiéreurs électrostatiques humides sont particulièrement efficaces pour extraire de très petites particules et ils peuvent être utilisés comme filtres polisseurs (extrafins) à la sortie de dépoussiéreurs à sacs filtrants afin d'accroître l'efficacité d'élimination des particules. Toutefois, l'exploitation de cette technologie est très coûteuse et les dépoussiéreurs électrostatiques humides sont peu utilisés dans l'industrie des fonderies de plomb de seconde fusion⁷⁶.

Les **cyclones dépoussiéreurs** sont généralement utilisés comme filtres préliminaires pour l'enlèvement des particules de moyenne taille et de grande taille⁷⁷. Ils ne permettent pas une extraction efficace des particules fines et ils sont donc généralement exploités de concert avec d'autres technologies antipollution atmosphérique.

Les **filtres en céramique** servent à des usages spécialisés où il est nécessaire d'extraire de petites particules d'un flux de gaz à haute température. Ce type de système est efficace dans les environnements où il est impossible d'utiliser des filtres en tissu en raison de la température élevée. En outre, les filtres en céramique possèdent une bonne résistance à la corrosion. Ils sont efficaces pour l'extraction d'une gamme de tailles de particules, mais ils sont le plus souvent utilisés dans les cas où il y a une importante fraction de PM_{2,5} et de particules submicroniques⁷⁸.

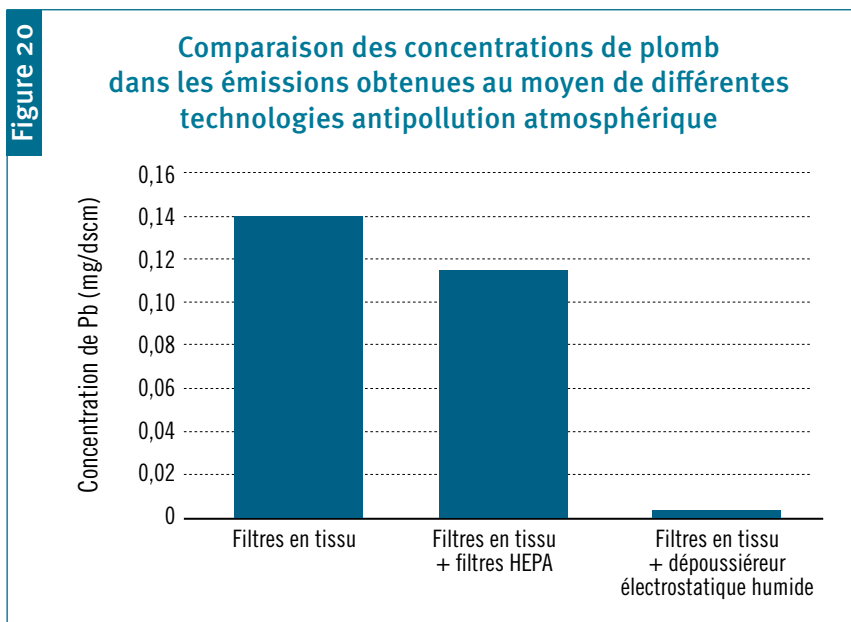
Les **épurateurs par voie humide** sont surtout employés, dans les installations de plomb de seconde fusion, pour l'extraction du dioxyde de soufre (SO₂) des émissions de cheminée avant le rejet de celles-ci dans l'atmosphère⁷⁹.

Un mécanisme semblable à une douche vaporise dans les émissions gazeuses un liquide qui contient des substances chimiques servant à neutraliser les gaz acides. Dans les installations de plomb de seconde fusion, les émissions contiennent du SO₂, lequel est neutralisé par l'ajout d'un agent alcalin.

5.2.2 Considérations relatives au rendement et à la conception des systèmes de lutte contre les émissions de cheminée

La majeure partie du texte de la présente section est tirée d'un document de l'*Environmental Protection Agency* (EPA, Agence de protection de l'environnement) des États-Unis qui décrit dans ses grandes lignes un examen technique de l'évolution des pratiques, procédés et technologies de lutte contre les polluants atmosphériques dangereux émis par les fonderies de plomb de seconde fusion⁸⁰. L'EPA a commandé en 2011 les travaux résumés dans cette note de service afin d'obtenir une vue d'ensemble des meilleures pratiques dans le domaine des technologies de lutte contre les émissions atmosphériques engendrées par la seconde fusion du plomb. Les passages tirés de ce document de l'EPA dans les pages qui suivent sont indiqués par des appels de note à la fin des paragraphes plutôt qu'à la fin de chaque phrase.

La figure 20 (tirée de la note de service de 2011 de l'EPA) montre que la concentration moyenne de plomb à la sortie de la cheminée était considérablement moindre dans le cas de la combinaison filtres en tissu et dépoussiéreur électrostatique que dans le cas des filtres en tissu employés seuls. En moyenne, lorsque des filtres HEPA



Nota : Pb = plomb; mg = milligrammes; dscm = mètres cubes normalisés à sec.

Source : Adaptation de Burr et coll. 2011. *Memorandum to Chuck French, US Environmental Protection Agency : Draft Summary of the Technology Review for the Secondary Lead Smelting Source Category*. www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OAR-2011-0344-0055

76. Eastern Research Group Inc., 2011.

77. *Ibid.*

78. Genaidy et coll., 2009.

79. Wilson, 2002.

80. Burr et coll., 2011.

étaient utilisés en aval des filtres en tissu, les concentrations de plomb à la sortie diminuaient d'environ 20 % par rapport aux filtres en tissu à eux seuls. Bon nombre des filtres en tissu affichant le meilleur rendement n'étaient pas pourvus de filtres HEPA⁸¹.

Les recherches ont montré que les facteurs présentant la meilleure corrélation avec de faibles concentrations de plomb à la sortie sont le type de sac filtrant, le matériel filtrant et l'âge de l'appareil. Grâce à des améliorations récentes apportées à la technologie, les dépoussiéreurs à sacs filtrants installés après 1997 affichent un rendement considérablement plus élevé que les systèmes plus anciens. En fonction de la charge de poussière et des caractéristiques du gaz, les systèmes à nettoyage par air comprimé et à nettoyage par air à contre-courant peuvent présenter ou ne pas présenter un meilleur rendement que les systèmes à nettoyage par secouage. Le matériel de filtration utilisé dans les dépoussiéreurs n'a qu'un léger effet sur la concentration de plomb dans les émissions de cheminée. L'installation correcte des filtres et le scellement attentif de tous les conduits et dispositifs d'acheminement des poussières sont les facteurs qui ont l'effet le plus important sur le rendement des systèmes à sacs filtrants. En outre, le remplacement des sacs déchirés, par opposition à leur réparation, peut accroître de façon appréciable le rendement de ces dépoussiéreurs⁸².

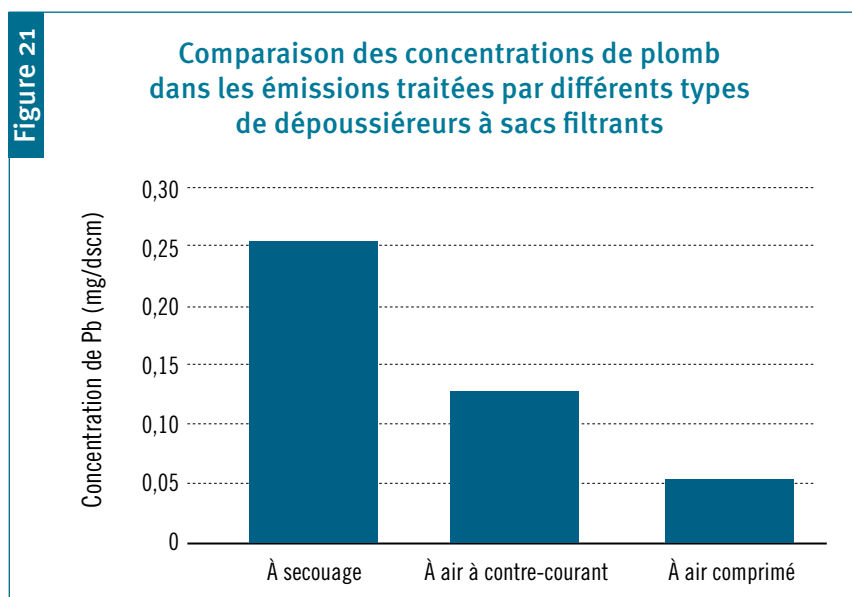
La figure 21 illustre les concentrations de plomb dans les émissions de trois types de dépoussiéreurs à sacs filtrants : les systèmes à nettoyage par secouage, par air

à contre-courant et par air comprimé (ces appellations indiquent comment les sacs filtrants sont nettoyés et comment les particules contaminées par le plomb sont retirées du matériau filtrant). Les résultats indiquent que les systèmes à air comprimé affichent les concentrations les plus faibles et qu'ils sont suivis par les systèmes à air à contre-courant; les systèmes à secouage se classent au troisième rang.

La figure 22 présente une comparaison des concentrations de plomb dans les émissions selon le type de matériau filtrant utilisé dans les dépoussiéreurs. Les résultats montrent que, parmi tous les des matériaux étudiés, le polyester permettait d'atteindre les concentrations les plus faibles et le Téflon affichait les concentrations les plus élevées⁸³.

5.2.3 Conception et exploitation des dépoussiéreurs à sacs filtrants⁸⁴

Les dépoussiéreurs à filtres en tissu/sacs filtrants sont conçus pour des tubes, enveloppes ou cartouches qui constituent des filtres, fabriqués en tissu, pour capter, séparer et filtrer les poussières (figure 23). Ils peuvent être fabriqués pour répondre aux besoins de presque n'importe quelle application dégageant des poussières, dans presque toutes les circonstances. On les utilise couramment comme dispositifs antipollution pour diverses sources d'émissions dans les procédés de fonte et d'affinage du plomb, notamment les fours de fusion, les cuves, les points de chargement et trous de coulée des fours, etc.



Nota : Pb = plomb; mg = milligrammes; dscm = mètres cubes normalisés à sec.
 Source : Adaptation de Burr et coll. 2011. *Memorandum to Chuck French, US Environmental Protection Agency : Draft Summary of the Technology Review for the Secondary Lead Smelting Source Category.* www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OAR-2011-0344-0055

81. *Ibid.*

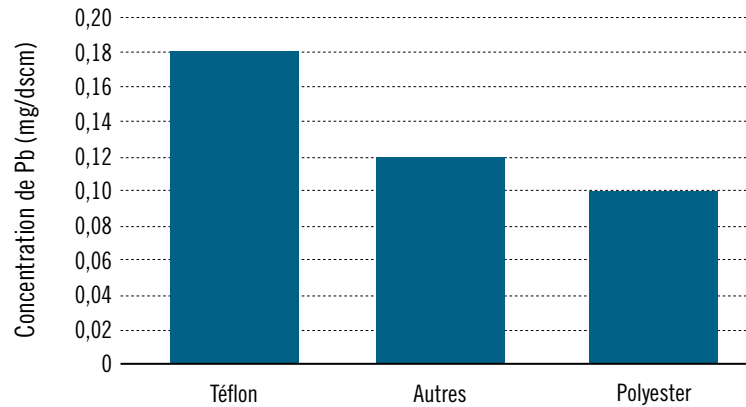
82. *Ibid.*

83. *Ibid.*

84. IHS Engineering 360, s.d.

Figure 22

Comparaison des concentrations de plomb dans les émissions traitées par des dépoussiéreurs à sacs filtrants pourvus de différents types de matériau filtrant



Nota : Les données ayant servi à ces analyses provenaient d'une étude sur les fonderies de plomb de seconde fusion aux États-Unis. Il s'ensuit qu'on ne peut pas établir clairement si ces résultats sont applicables à un tissu en Téflon ou à un tissu revêtu de Téflon.

Pb = plomb; mg = milligrammes; dscm = mètres cubes normalisés à sec.

Source : Adaptation de Burr et coll. 2011. *Memorandum to Chuck French, US Environmental Protection Agency : Draft Summary of the Technology Review for the Secondary Lead Smelting Source Category.* www.regulations.gov/#/documentDetail;D=EPA-HQ-OAR-2011-0344-0055

De multiples paramètres de conception et de fonctionnement influent sur l'efficacité de ces dépoussiéreurs, notamment le matériel utilisé pour les sacs, la pression différentielle (ou chute de pression), le ratio air-tissu, le mode de nettoyage et la température d'exploitation. Parmi les nombreux types de matériel utilisé, on compte le papier, le coton, le polyester, la fibre de verre, le téflon, le Gore-tex et, dans certaines applications, l'acier inoxydable centrifugé.

Des systèmes de détection des fuites permettent de déceler les fuites dans les sacs ou les autres composants du dispositif. En détectant des changements dans la pression atmosphérique ou les augmentations ou diminutions des flux d'air, ils indiquent rapidement les cas où un filtre ne présente pas un rendement efficace. Dans certaines régions où des normes rigoureuses de qualité de l'air sont en vigueur, la détection de particules est aussi utilisée à cette fin.

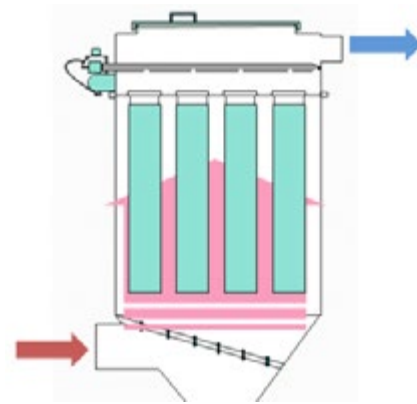
Les sacs filtrants, semblables à des manches, sont suspendus à l'intérieur d'une structure rigide tel un gros boîtier. Des ventilateurs à l'extérieur de la structure aspirent l'air pollué à travers les filtres en créant une pression négative; les filtres captent les particules et les autres matières en suspension, et laissent passer un air propre vers la sortie. Pendant le filtrage, une couche de particules, appelée gâteau de poussière, se forme à la surface des sacs. L'épaisseur de cette couche continue à augmenter jusqu'à ce la pression différentielle entraîne une réduction du captage

à la hotte ou au point de ventilation; à ce stade, les sacs sont nettoyés. Selon la configuration du dépoussiéreur, le nettoyage peut s'effectuer en cours d'exploitation ou durant les temps d'arrêt⁸⁵.

Les poussières captées par les sacs filtrants contiennent des quantités suffisantes de plomb pour être recyclées dans le procédé de fonte du plomb. Pour la plupart des types de tissu utilisés (ceux qui sont dépourvus de membrane de revêtement), c'est ce gâteau de poussière qui assure la plus grande partie du filtrage des

Figure 23

Schéma de fonctionnement d'un dépoussiéreur à sacs filtrants



Nota : La flèche rouge (en bas) représente l'air chargé de poussière à l'entrée et la flèche bleue (en haut) représente l'air propre (filtré) à la sortie.

Source : Neundorfer Inc. s.d. <www.neundorfer.com/knowledge_base/baghouse_fabric_filters.aspx>.

85. *Ibid.*

particules présentes dans le flux d'air. Plus le gâteau s'épaissit, plus la collecte est efficace et plus la pression différentielle diminue parce que les orifices de franchissement deviennent plus fins et plus restrictifs. Il est essentiel de parvenir à un bon équilibre entre l'efficacité de la collecte et l'efficacité énergétique. Si le nettoyage est trop complet ou trop fréquent, il peut en résulter une efficacité moindre de la collecte et peut-être une réduction de la durée de vie utile des sacs⁸⁶. Si le nettoyage est insuffisant, il en résultera une augmentation des besoins en énergie pour faire fonctionner les ventilateurs (en raison des plus importantes chutes de pression) ou une efficacité médiocre du dépoussiérage.

Bien que la conception des dépoussiéreurs à sacs filtrants incombe généralement aux fabricants, il est utile que les exploitants d'installations aient une connaissance de base des plus importants critères de conception de ces appareils afin de pouvoir prendre une décision éclairée sur le type d'appareil à utiliser⁸⁷.

Le **ratio air-tissu**, aussi appelé **vitesse de filtration superficielle**, est le plus important critère de conception des dépoussiéreurs à sacs filtrants. Il correspond au débit d'air volumétrique, en mètres cubes par minute (m^3/min), à l'entrée du dépoussiéreur, divisé par la surface totale (m^2) du tissu filtrant. Le résultat est exprimé en unités de vitesse (m/min). Ce ratio détermine la capacité d'écoulement d'air de l'appareil et il doit être optimisé de manière à assurer un équilibre entre les dimensions des sacs (frais d'investissement) et la chute de pression (frais d'exploitation)⁸⁸.

La **pression différentielle** (ou chute de pression) est une mesure de la résistance à l'écoulement du gaz dans le système. Plus la chute de pression est importante dans le dépoussiéreur, plus il faut d'énergie pour assurer le franchissement de l'air, ce qui accroît les coûts énergétiques. La pression différentielle totale est calculée comme étant la somme des chutes de pression individuelles attribuables au tissu, à la couche de particules (le gâteau de poussière) et à la structure de l'appareil. Une chute de pression anormalement élevée dans un dépoussiéreur à filtres en tissu peut être causée par plusieurs facteurs, liés à des failles de conception ou d'installation, notamment :

- un ratio air-tissu trop élevé;
- l'adhérence des particules en raison d'une humidité excessive dans le système;
- des sacs filtrants obstrués à cause d'une énergie de nettoyage insuffisante⁸⁹.

86. *Ibid.*

87. Neundorfer Inc., s.d.

88. *Ibid.*

89. *Ibid.*

90. *Ibid.*

Matériaux utilisés pour les sacs filtrants⁹⁰

Le type de matériau utilisé pour fabriquer les sacs filtrants est un autre élément important dans la conception des dépoussiéreurs, car il détermine la durée de vie utile et l'efficacité des filtres. Plusieurs matériaux peuvent être utilisés. Le tableau 7 présente une vue d'ensemble des propriétés de certains des matériaux courants.

Le matériau doit être physiquement et chimiquement compatible avec le flux de gaz et les conditions du système. Afin de choisir le matériau qui convient, l'exploitant de l'installation doit tenir compte des facteurs suivants :

- la taille des particules;
- la température de fonctionnement du dépoussiéreur;
- la compatibilité avec la composition chimique du flux de gaz, y compris :
 - les niveaux d'humidité
 - l'acidité ou l'alcalinité;
- la nature électrostatique des particules;
- l'abrasivité des particules;
- le ratio air-tissu;
- la résistance du tissu à l'énergie de nettoyage;
- la perméabilité du tissu, permettant le passage de l'air;
- la souplesse du tissu, permettant les ondulations ou les étirements;
- le coût du tissu.

Outre le type de matériau, le fait que celui-ci soit tissé ou non a des incidences sur le caractère approprié des dépoussiéreurs pour différentes applications. La figure 22 (à la section 5.2.2, plus haut) illustre le rendement relativement supérieur des sacs en polyester dans les procédés de fonte du plomb. Les matériaux tissés ont des fibres qui s'entrecroisent selon des structures uniformes et répétitives. Ces tissus sont utilisés lorsque des méthodes de nettoyage à basse énergie sont appliquées, par exemple les dépoussiéreurs à air à contre-courant et à secouage de faible intensité. L'espace entre les fibres influe sur la solidité du tissu et sur sa perméabilité/son efficacité de captage. Les matériaux non tissés sont composés de fibres disposées de façon aléatoire rattachées à un endos tissé et soutenues par celui-ci. Cette construction solide est nécessaire pour les techniques de nettoyage à haute énergie comme l'air comprimé et le secouage vigoureux. Il faut reconnaître que les résultats dépendent des caractéristiques de la poussière et qu'il peut être préférable, dans certains cas, d'utiliser un matériau de type feutre avec une membrane.

Tableau 7. Tableau de sélection du matériau des filtres ou sacs filtrants

Type de fibre	Température maximale (chaleur sèche uniquement) (°F/°C)	Résistance aux acides	Résistance aux alcalis	Résistance à l'hydrolyse	Résistance à l'oxydation
Coton	180°/85°	médiocre	bonne	bonne	bonne
PVC	150°/65°	excellente	excellente	excellente	excellente
Polypropylène	190°/90°	excellente	excellente	excellente	médiocre
Nylon	230°/110°	médiocre	excellente	bonne	bonne
Acrylique homopolymère	257°/125°	bonne	bonne	bonne	passable
Polyester	300°/150°	bonne	médiocre	médiocre	bonne
Sulfure de polyphénylène (PPS)	375°/190°	excellente	excellente	excellente	passable
Aramide	400°/205°	médiocre	excellente	médiocre	passable
Polyimide	450°/235°	passable	passable	bonne	bonne
Polytétra- fluoroéthylène (PTFE)	500°/260°	excellente	excellente	excellente	excellente
Fibre de verre	550°/285°	bonne	passable	excellente	excellente

Source : IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and Baghouse Filters Information*. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>

Mécanisme de nettoyage des filtres⁹¹

Les dépoussiéreurs à sacs filtrants sont classés en fonction de leur méthode de nettoyage. Il existe trois types différents de mécanismes de nettoyage :

- la circulation d'air à contre-courant;
- le secouage mécanique;
- les jets d'air comprimé.

Chaque méthode offre ses propres avantages pour différentes applications. Lorsqu'on sélectionne un dépoussiéreur, il importe de ne pas oublier que certains appareils sont pourvus d'une combinaison des méthodes de nettoyage susmentionnées (p. ex., secouage et air à contre-courant comme méthode d'appoint). D'autres peuvent faire appel à la technologie des sonotrodes, qui utilise des ondes ultrasoniques pour fournir une énergie de vibration additionnelle afin de déloger les particules.

La figure 24 présente le schéma d'un dépoussiéreur à air à contre-courant. Le tableau 8 fournit de l'information sur le mode de fonctionnement de ce type de dépoussiéreur et sur certains des avantages et inconvénients de sa conception.

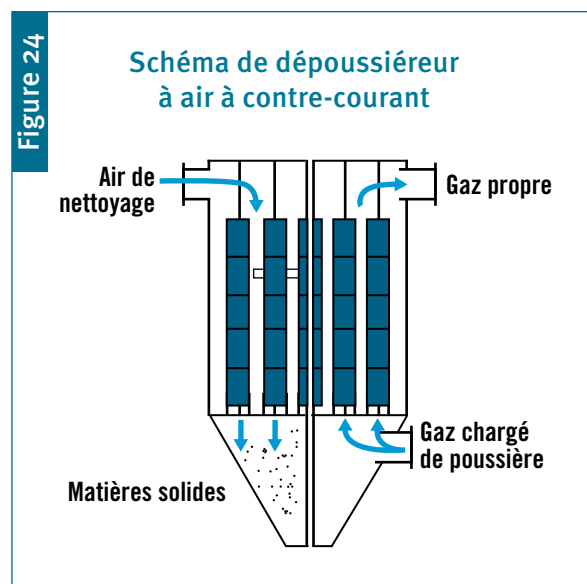
La figure 25 présente le schéma d'un dépoussiéreur à secouage mécanique. Le tableau 9 fournit des renseignements sur le fonctionnement de ce dépoussiéreur, de même que sur les avantages et inconvénients de sa conception.

La figure 26 présente le schéma d'un dépoussiéreur à jet d'air comprimé à contre-courant, plus couramment appelé dépoussiéreur à air comprimé. Le tableau 10 fournit de l'information sur le fonctionnement de ce dépoussiéreur, de même que sur les avantages et inconvénients de sa conception.

Paramètres de rendement des dépoussiéreurs à sacs filtrants⁹²

Lorsqu'on choisit un dépoussiéreur à sacs filtrants, les plus importantes caractéristiques de rendement dont il faut tenir compte sont le débit d'air nominal et la taille minimale des particules.

Le **débit d'air, ou débit d'écoulement volumétrique**, est la plage acceptable de débits du courant de gaz qui franchit le dépoussiéreur; il se mesure en mètres cubes par minute (m³/min) au Canada et au Mexique, et en pieds cubes par minute (pi³/min, ou cfm) aux États-Unis. Un accroissement du débit d'écoulement du gaz entraîne une hausse de la pression de fonctionnement et une



Source : IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and Baghouse Filters Information*. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>

Figure 25

Schéma de dépoussiéreur à secouage mécanique

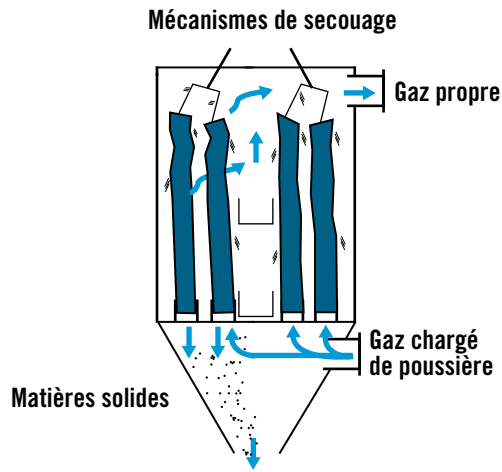
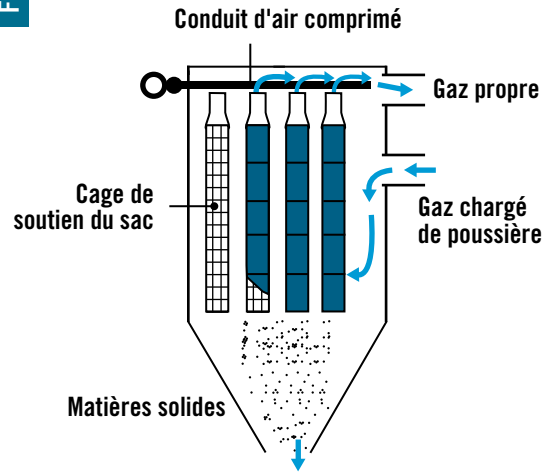


Figure 26

Schéma d'un dépoussiéreur à air comprimé



Source : IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and Baghouse Filters Information*. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>

Tableau 8. Dépoussiéreurs à air à contre-courant : conception et fonctionnement, avantages et inconvénients

Caractéristiques de conception	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Utilisent un courant continu d'air à basse pression pour déloger les particules solides recueillies. Les sacs sont nettoyés par décolmatage à contre-courant (inversion de la circulation d'air) dans une chambre après interruption du courant de gaz chargé de poussière et isolement du compartiment. Ratio air-tissu recommandé : de 1,75/1 à 2,5/1. 	<ul style="list-style-type: none"> Sont habituellement séparés en chambres ou compartiments, ce qui permet à une section d'être nettoyée sans qu'il faille fermer tout le système. L'action nettoyante est très douce, ce qui prolonge la durée de vie utile des sacs. Sont préférés pour les températures élevées en raison de la douce action nettoyante. 	<ul style="list-style-type: none"> L'air servant au nettoyage doit être propre et sec. Ne fournissent aucun moyen efficace d'enlèvement de l'accumulation de poussière résiduelle. Nécessitent plus d'entretien que les autres types en raison du réentraînement de la poussière accumulée sur la surface des sacs.

Source : IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and Baghouse Filters Information*. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>

Tableau 9. Dépoussiéreurs à secouage mécanique : conception et fonctionnement, avantages et inconvénients

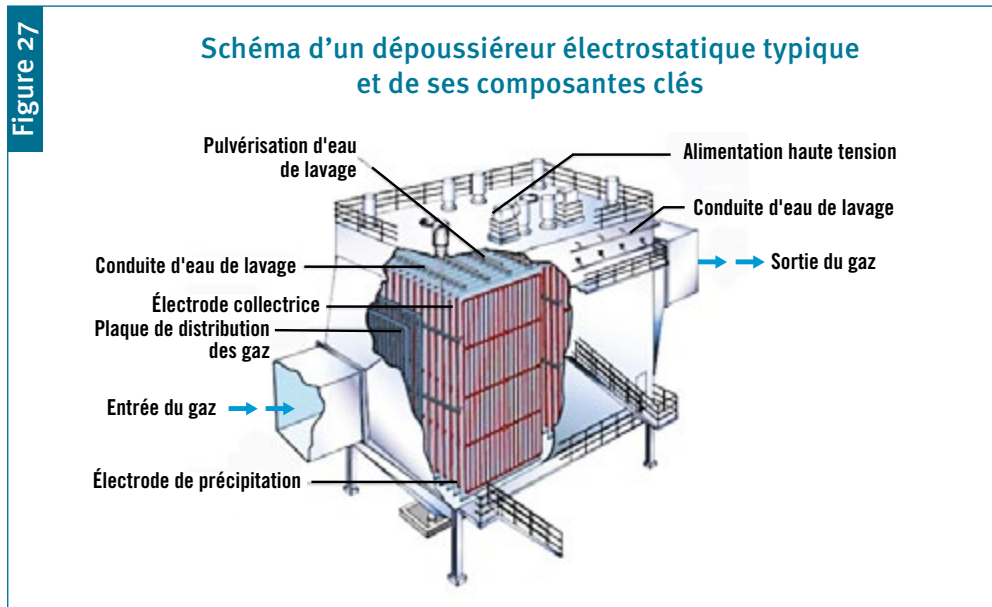
Caractéristiques de conception	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Utilisent un secouage mécanique ou une action de vibration pour déloger le gâteau de poussière. Le bas des sacs est fixé à une plaque et le haut est relié à une poutre horizontale. Cette poutre, actionnée manuellement ou automatiquement, vibre pour créer dans le tissu des vagues qui délogent les particules. Ratio air-tissu recommandé : de 2,0/1 à 2,5/1. 	<ul style="list-style-type: none"> Conception et fonctionnement simples. Peuvent être subdivisés en compartiments pour permettre le nettoyage de sections sans qu'il faille fermer tout le système. 	<ul style="list-style-type: none"> Ne peuvent pas être utilisés à température dépassant 500°F (260°C). Méthode de nettoyage qui exige plus d'énergie et de temps que les autres. De faibles quantités de surpression (pression positive) à l'intérieur des sacs peuvent réduire considérablement l'efficacité du captage. Grande empreinte et grands besoins en espace. Nécessitent un grand nombre de sacs.

Source : IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and Baghouse Filters Information*. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>

Tableau 10. Dépoussiéreurs à air comprimé : conception et fonctionnement, avantages et inconvénients

Caractéristiques de conception	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Utilisent des jets d'air comprimé pour déloger les particules. • Durant le nettoyage, de brefs jets d'air sont envoyés dans les sacs et délogent les matières solides, lesquelles sont recueillies dans une trémie au bas de l'appareil. • Ratio air-tissu recommandé : de 3,25/1 à 4,0/1. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peuvent être nettoyés pendant que le système fonctionne. • Nettoyage plus complet que le secouage ou l'air à contre-courant, ce qui accroît la durée de vie utile des sacs. • Fonctionnent à des pressions différentielles moindres et ont des besoins moindres en espace. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessitent l'utilisation d'air comprimé sec. • Nécessitent des matériaux filtrants spéciaux en raison des températures élevées. • Ne peuvent pas tolérer des niveaux élevés d'humidité ou de l'humidité dans les gaz d'échappement.

Source : IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and Baghouse Filters Information*. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>



Source : Henan Kefan Mining Machinery Co., Ltd. 2013. *Electrostatic Precipitator*. <www.kfroastingmachine.com/Auxiliary_Equipment/Electrostatic-precipitator.html>

augmentation du ratio air-tissu. Ces hausses accroissent la fréquence des nettoyages et la vitesse des particules, facteurs qui contribuent tous deux à abrégier la durée de vie utile des sacs.

La **taille minimale des particules**, soit le diamètre minimal des particules que les sacs sont en mesure de filtrer, se mesure en micromètres (μm). Cette taille nominale définit la capacité de filtrage du dépoussiéreur.

Voici d'autres paramètres dont il faut tenir compte :

- **Température des gaz** : Les matériaux sont conçus pour être efficaces à l'intérieur d'une plage de températures. Les fluctuations hors de cette plage (même de courte durée) peuvent affaiblir les sacs, les endommager, voire les détruire.
- **Pression différentielle** : Les sacs filtrants sont les plus efficaces lorsqu'ils fonctionnent à l'intérieur d'une certaine plage de chutes de pression. Cette plage est basée sur un débit d'écoulement volumétrique précis du gaz.

Le degré d'opacité permet de mesurer la quantité de dispersion de la lumière qui est causée par les particules dans un flux de gaz. Bien que ce ne soit pas une mesure directe de la concentration de particules, c'est un bon indicateur visuel subjectif de la quantité de poussière restante à la sortie du dépoussiéreur.

5.2.4 Dépoussiéreurs électrostatiques secs et humides : conception et fonctionnement

Les dépoussiéreurs électrostatiques sont largement reconnus comme étant des systèmes efficaces de lutte contre les émissions de particules. Ils fonctionnent en créant un champ électrique à haute tension (appelé corona ou couronne), autour des électrodes de précipitation, qui ionise les gaz et les particules de poussière que ces derniers transportent. Les particules, une fois chargées, migrent et se déposent sur des plaques collectrices neutres, puis sont périodiquement délogées par ébranlement et acheminées vers des trémies dont elles seront ensuite retirées⁹³. Le schéma d'un dépoussiéreur de ce type est présenté à la figure 27.

93. Henan Kefan Mining Machinery, 2013.

Le dépoussiérage par précipitation électrostatique comporte trois étapes⁹⁴:

- la charge des particules à capter, au moyen d'une décharge électrique à haute tension;
- la collecte des particules sur la surface d'une électrode collectrice de charge opposée;
- le nettoyage de la surface de l'électrode collectrice.

Dépoussiéreurs électrostatiques secs⁹⁵

Les dépoussiéreurs électrostatiques fonctionnant en phase sèche comportent une série de plaques verticales parallèles qui servent d'électrodes collectrices, entre lesquelles sont intercalées des électrodes de précipitation séparées par une certaine distance. Alors que le gaz contaminé franchit la chambre du dépoussiéreur, des ions à charge négative se forment près des extrémités pointues des électrodes ionisantes (effet corona ou effet de couronne).

Ces ions négatifs se déplacent vers la surface des électrodes collectrices positives et ils chargent les particules contaminées en passant à travers le dépoussiéreur. Les particules ainsi chargées sont attirées par les plaques collectrices à charge positive, et elles s'accumulent à la surface de celles-ci. La couche de particules accumulées s'épaissit sur la surface collectrice sèche et la couche ainsi formée, appelée gâteau de poussières ou gâteau de filtration, a des propriétés isolantes.

La résistivité devient un facteur qui limite la quantité d'énergie électrique qu'il est possible d'utiliser avec le dépoussiéreur électrostatique sec. Ce genre de dépoussiéreur fonctionne le mieux lorsque les dépôts de particules sur les plaques collectrices ont une résistivité se situant entre environ 107 ohms-centimètre (ohms-cm) et 2×10^{10} ohms-cm. Si la résistivité est inférieure à 107 ohms-cm, la force électrostatique qui retient les particules sur la couche de poussière est trop faible, et la remise en suspension des particules dans le gaz peut devenir un grave problème et réduire l'efficacité de l'appareil. Si la résistivité est supérieure à 2×10^{10} ohms-cm, la chute de tension à travers la couche de particules jusqu'à l'électrode devient importante, ce qui abaisse la force du champ dans l'espace entre l'électrode ionisante et la surface de la couche de poussière. Cela peut causer une rupture du champ électrique et il peut se produire un « effet corona inverse » réduisant l'efficacité du système.

Pour déloger la poussière de la surface des électrodes collectrices et l'acheminer vers la trémie inférieure, on utilise des dispositifs d'ébranlement ou des sonotrodes. Cependant, une partie des particules demeure en suspension dans l'air et se trouve réentraînée dans le flux de

gaz. Ce réentraînement secondaire oblige à recourir à un autre champ de dépoussiérage électrostatique sec pour recueillir les particules réentraînées, de même que les particules qui n'ont pas été captées par le premier champ.

Les dépoussiéreurs électrostatiques secs font appel à des méthodes mécaniques de collecte pour le nettoyage des plaques; ce nettoyage nécessite des arrêts et un entretien périodiques.

Dépoussiéreurs électrostatiques humides⁹⁶

Les dépoussiéreurs électrostatiques humides fonctionnent selon le même processus en trois étapes que les dépoussiéreurs électrostatiques secs : charge des particules, collecte et nettoyage. Cependant, on nettoie l'électrode collectrice en lavant la surface de collecte avec du liquide au lieu de la racler ou de la secouer mécaniquement.

Le mécanisme de nettoyage a des incidences sur la nature des particules qui peuvent être captées, sur l'efficacité de rendement qu'il est possible d'obtenir, ainsi que sur les paramètres de conception de l'équipement et l'entretien de celui-ci en cours d'exploitation.

Puisque ces dépoussiéreurs fonctionnent en milieu humide pour pouvoir laver la surface collectrice, ils sont en mesure de capter une plus grande variété de polluants et d'accepter des conditions plus variées de gaz que les dépoussiéreurs électrostatiques secs. En outre, puisque, dans le dépoussiéreur humide, la surface collectrice est constamment humidifiée et il se forme une boue qui s'écoule des parois collectrices jusqu'à un réservoir de recyclage, il y a rarement accumulation de gâteau de particules sur les parois. Cela permet d'éviter le recours à plusieurs champs, contrairement au dépoussiéreur sec, où il faut ajouter un champ pour capter les particules remises en suspension dans le champ précédent.

En raison de cette absence d'accumulation, il n'y a pas de détérioration du champ électrique attribuable à la résistivité et les niveaux d'énergie dans un dépoussiéreur humide peuvent être beaucoup plus élevés que dans un dépoussiéreur sec. La possibilité d'utiliser une énergie électrique beaucoup plus grande et l'élimination du réentraînement secondaire sont les principales raisons pour lesquelles le dépoussiéreur électrostatique humide peut capter plus efficacement les particules submicroniques.

Dans le procédé humide, le mécanisme d'approvisionnement en liquide d'irrigation joue un rôle essentiel dans le maintien d'un mouillage complet de la surface de l'électrode collectrice, de manière à éviter les problèmes de corrosion sans que le système électrique soit dégradé.

Les dépoussiéreurs électrostatiques humides peuvent capter des particules et gouttelettes aussi petites que 0,01 micromètre (μm) à une efficacité dépassant 99,9 %⁹⁷.

94. Altman, R., et W. Buckley, 2003. <http://c.yrncdn.com/sites/www.icac.com/resource/resmgr/MercuryControl_PDFs/CoalGen03_Croll_Hg.pdf>.

95. *Ibid.*

96. *Ibid.*

97. *Ibid.*

La figure 28 présente une photo d'un dépoussiéreur électrostatique humide typique.

5.2.5 Gestion du dioxyde de soufre

Des émissions de dioxyde de soufre (SO_2) se forment lorsque des quantités à l'état de traces d'électrolyte acide usé toujours présentes sur le plomb sont introduites dans le four. Parce que ces émissions contribuent aux précipitations acides, des pays de plus en plus nombreux ont mis en place des contrôles rigoureux à leur égard depuis le début des années 1990. Il existe de multiples technologies de lutte contre ces émissions, dont les technologies par voie sèche et humide, qui modifient la teneur en humidité du plomb introduit dans le processus.

Une option consiste à utiliser des épurateurs humides dans lesquels du carbonate de calcium réagit avec le SO_2 pour produire du gypse. On utilise souvent, dans l'industrie du plomb de seconde fusion, des systèmes d'épuration humide pour retirer le SO_2 présent en faibles concentrations. On peut aussi recourir à ces systèmes pour retirer les particules et régler la température (par refroidissement adiabatique) des gaz entrant dans le système de dépoussiérage à sacs filtrants⁹⁸. Bien que la technologie employée dans ces deux applications soit fondamentalement semblable, les critères de conception associés à l'élimination des particules et à l'élimination de composantes gazeuses sont très différents⁹⁹. Il s'ensuit que les systèmes d'épuration humide sont souvent un compromis entre des objectifs divergents¹⁰⁰. Selon le degré de priorité accordé à chaque application, il peut y avoir d'importants effets croisés entre le milieu solide, aqueux et gazeux — par exemple, la production d'eaux usées additionnelles.

5.2.6 Pratiques d'entretien visant à réduire les émissions de cheminée

Il est possible de gérer adéquatement les émissions de cheminée des installations de plomb de seconde fusion au moyen d'un bon programme d'inspection et d'entretien. Les inspections et les opérations d'entretien courant doivent, au minimum, comprendre les activités suivantes¹⁰¹ :

- la surveillance quotidienne de la chute de pression dans chaque sac filtrant;

98. Wilson, 2002.

99. Ibid.

100. Ibid.

101. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

Figure 28

Dépoussiéreur électrostatique humide



Source : Envitech Inc. s.d. *Wet Electrostatic Precipitator (WESP)*.
<www.envitechinc.com/wet-electrostatic-precipitator/>

- la confirmation hebdomadaire du fait que la poussière est retirée des trémies, par une inspection visuelle ou un moyen équivalent assurant le fonctionnement approprié des mécanismes d'enlèvement;
- la vérification quotidienne de l'approvisionnement en air comprimé dans le cas des dépoussiéreurs à nettoyage à air comprimé;
- une méthodologie appropriée de surveillance des cycles de nettoyage afin d'assurer le bon fonctionnement des appareils;
- la vérification mensuelle des mécanismes de nettoyage des sacs filtrants pour en confirmer le bon fonctionnement, par une inspection visuelle ou un moyen équivalent;
- la vérification mensuelle de la tension des sacs dans les dépoussiéreurs à nettoyage par air à contre-courant et par secouage qui ne sont pas pourvus de dispositifs automatiques de tension (sur ressorts);
- la confirmation trimestrielle de l'intégrité physique du dépoussiéreur par une inspection visuelle de l'intérieur des sacs filtrants pour y déceler les fuites d'air;
- l'inspection trimestrielle des ventilateurs pour examiner l'usure, l'accumulation de matières et la corrosion, au moyen d'une inspection visuelle ou de détecteurs de vibrations.

Les méthodes d'entretien des sacs filtrants doivent comprendre, au minimum, un calendrier d'entretien préventif respectant les consignes du fabricant pour l'entretien courant et à long terme, notamment les tâches énumérées ci-dessous¹⁰² :

- inspecter les sacs filtrants pour y déceler des fuites d'air, des déchirures ou brisures ou toute autre défektivité pouvant entraîner une augmentation des émissions;
- colmater les fuites d'air et les déchirures;
- remplacer les sacs défectueux ou les éléments filtrants déchirés ou réparer d'une autre façon le dispositif antipollution;
- sceller un compartiment de dépoussiéreur s'il est défectueux;
- arrêter le procédé produisant des émissions de particules.

On doit assurer une surveillance des dépoussiéreurs qui sont pourvus de filtres HEPA (à haute efficacité pour les particules de l'air), à titre de système de filtration secondaire, et consigner quotidiennement la pression différentielle dans chaque système de filtres HEPA. Si la pression différentielle se situe hors des limites prescrites par le fabricant, il faut prendre les mesures correctives qui s'imposent parmi celles qui sont énumérées plus haut.

Si l'on utilise un épurateur humide pour lutter contre les émissions de polluants atmosphériques métalliques dangereux provenant d'un événement de procédé, il faut surveiller la pression différentielle et le débit d'eau au moins une fois par heure. La chute de pression et le débit d'eau ne doivent pas diminuer au-dessous de 70 % des valeurs initialement mesurées lors des premiers essais de performance.

5.3 Lutte contre les émissions fugitives dans les installations de recyclage des BAPU : technologies et pratiques de GER

Les émissions fugitives, comme leur nom l'indique, sont des émissions qui échappent au traitement avant d'être rejetées ou de s'échapper dans l'atmosphère. Les émissions fugitives de poussière peuvent être une importante source de contamination imputable aux fonderies de plomb de seconde fusion. Par source fugitive de poussière, on entend une source fixe d'émission de polluants atmosphériques dangereux, dans une fonderie de plomb de seconde fusion, qui n'est pas directement associée à un procédé, à un événement ou à une cheminée¹⁰³.

102. *Ibid.*

103. *Ibid.*

104. *Ibid.*

105. Burr et coll., 2011.

106. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

Cette catégorie de sources comprend notamment les routes d'accès, les piles de stockage, les aires de transfert et de manipulation des matériaux plombifères, les aires de transport, les aires d'entreposage, les autres zones de procédé et les bâtiments¹⁰⁴. Des émissions fugitives de poussière peuvent également se produire dans des installations fermées quand les portes d'accès sont ouvertes et l'air en provenance du bâtiment s'échappe dans l'environnement, sans que les particules de plomb aient été retirées par un système de traitement.

Les systèmes qui visent à réduire au maximum les émissions fugitives sont essentiels à la GER dans les fonderies de plomb de seconde fusion.

5.3.1 Lutte contre les émissions fugitives

Il y a de multiples façons de lutter contre les émissions fugitives, mais le confinement d'une source dans une enceinte (un espace clos) est considéré comme une pratique exemplaire. Les trois catégories de confinement présentées au tableau 11 sont généralement représentatives des niveaux de précaution mis en œuvre dans les fonderies de plomb de seconde fusion aux États-Unis.

L'exigence minimale pour la lutte contre les émissions fugitives correspond au confinement de niveau 1 et nécessite la prise des mesures suivantes :

- les routes d'accès sur le site même sont nettoyées deux fois par jour;
- dans l'aire de fragmentation des batteries, les piles de stockage sont partiellement confinées et sont mouillées deux fois par jour à l'aide d'une substance de nettoyage des surfaces pavées;
- les aires de fonte, d'affinage et de moulage sont partiellement confinées et les surfaces pavées en sont nettoyées;
- les aires d'entreposage et de manutention des matières sont partiellement confinées et sont mouillées pour éliminer les poussières (suppression humide), et il y a des postes de lavage des véhicules aux sorties¹⁰⁵.

Aux États-Unis, les aires de procédé qui doivent être entièrement confinées en vertu de la loi comprennent les suivantes¹⁰⁶ :

- les fours de fusion;
- les aires de chargement des fours de fusion;
- les conduits de coulée du plomb;
- les conduits de coulée des scories;
- les moules durant le coulage;
- les concasseurs de batteries;
- les cuves d'affinage;
- les aires de moulage;
- les sécheurs;

Tableau 11. Définition des catégories de confinement

Catégories de confinement	Description
Confinement de niveau 1	<p>Les établissements comptent principalement, à la fois, sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> des enceintes fermées avec ventilation pour capter les émissions fugitives produites par le procédé; des enceintes partiellement fermées, avec suppression humide, pour des unités de procédé et des aires d'entreposage.
Confinement de niveau 2	<p>Les établissements utilisent généralement, outre les enceintes fermées avec ventilation pour les émissions fugitives de procédé, à la fois :</p> <ul style="list-style-type: none"> une combinaison d'enceintes de confinement complet à pression négative; des enceintes partiellement fermées, avec suppression humide, pour des unités de procédé et des aires d'entreposage.
Confinement de niveau 3	<p>Les établissements utilisent généralement, outre les enceintes fermées avec ventilation pour les émissions fugitives de procédé :</p> <ul style="list-style-type: none"> des enceintes de confinement complet à pression négative pour toutes les unités de procédé et aires d'entreposage.

Source : Burr et coll. 2011. *Memorandum to Chuck French, US Environmental Protection Agency : Draft Summary of the Technology Review for the Secondary Lead Smelting Source Category*. www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OAR-2011-0344-0055.

- les aires de manutention des matières;
- les aires de traitement de la poussière captée par les filtres en tissu, des balayures et des filtres en tissu usés.

La figure 29 présente les concentrations annuelles moyennes de plomb relevées à des stations de surveillance de l'air ambiant à proximité d'installations américaines, en fonction du niveau de confinement assigné à chacune¹⁰⁷. Une analyse indique que les installations pourvues d'un confinement de niveau 3 qui adoptent les pratiques de fonctionnement décrites ci-dessus parviennent à réduire considérablement les concentrations d'émissions fugitives à proximité de leur site, comparativement aux autres niveaux de confinement.

5.3.2 Stratégies de GER pour la lutte contre les émissions fugitives

Les activités de GER à prendre en compte pour réduire les émissions fugitives dans les diverses aires des installations de plomb de seconde fusion sont décrites ci-dessous.

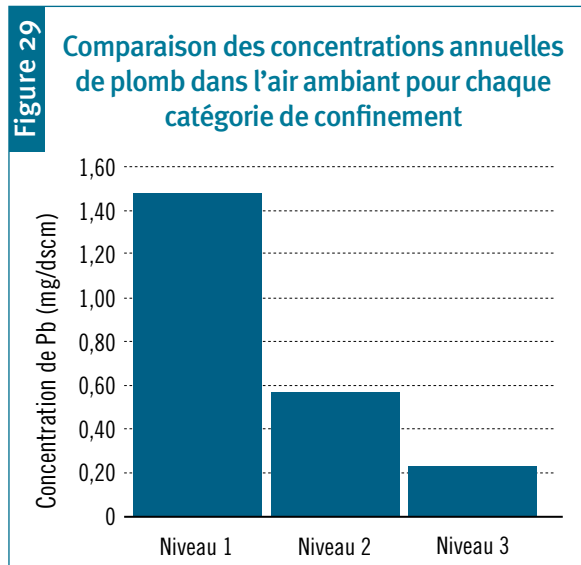
Aires d'entreposage¹⁰⁸ :

- Confiner les aires d'entreposage dans un espace clos afin de réduire au minimum la contamination des aires avoisinantes par la poussière contenant des particules de plomb.
- S'il n'y a pas d'espace clos, il faut prendre des mesures de lutte contre les émissions fugitives afin de réduire la dispersion des particules de poussière par le vent.

107. La figure inclut des données sur les concentrations concernant 13 installations américaines, tirées du site suivant de l'EPA : www.epa.gov/airdata.

108. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

- Le maintien d'une légère humidité dans toutes les matières premières ou les pâtes de plomb exposées prévient la production d'une quantité excessive de poussière lors du déplacement des matières à l'intérieur de l'installation.
- Inspecter une fois par semaine les batteries entreposées ailleurs que dans un espace clos et retirer toute batterie brisée pour l'entreposer dans une zone confinée.



Nota : Pb = plomb; mg = milligrammes; dscm = mètres cubes normalisés à sec.
 Source: Burr et al. 2011. *Memorandum to Chuck French, US Environmental Protection Agency: Draft summary of the technology review for the secondary lead smelting source category*. <www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OAR-2011-0344-0055>.

- Nettoyer dès que possible les résidus imputables aux batteries brisées.
- Si l'aire d'entreposage est située dans un bâtiment fermé, il faut gérer les échanges d'air entre les zones fermées d'entreposage des batteries et des matières premières.
- On utilise généralement des dépoussiéreurs à filtres en tissu/sacs filtrants (décrits à la section 5.2 plus haut) pour lutter contre la pollution atmosphérique liée aux aires d'entreposage fermées.

Pratiques exemplaires de nettoyage et d'entretien pour toutes les opérations de l'installation¹⁰⁹ :

- Nettoyer par lavage humide et/ou au moyen d'un système d'aspirateur central pourvu d'un filtre HEPA et d'un dispositif de contrôle des rejets; accomplir les tâches de nettoyage de manière à ne pas produire de poussières fugitives de plomb.
- Nettoyer immédiatement — dans l'heure qui suit — toutes les zones touchées par un rejet accidentel de poussière de plomb.
- Accomplir toutes les tâches d'entretien de l'équipement et les autres activités d'entretien susceptibles de produire des poussières de plomb d'une façon qui réduira au minimum les émissions fugitives de poussière. Au minimum :
 - l'entretien doit être effectué à l'intérieur d'une enceinte fermée à pression négative.
 - Les filtres en tissu usés doivent être emballés dans des sacs de plastique ou contenants scellés avant d'être retirés de l'aire du dépoussiéreur.
 - Ne jamais balayer à sec une aire de procédé, car cela entraîne la formation de poussière.
- Toutes les matières plombifères doivent être confinées et couvertes lorsqu'elles sont transportées hors d'un espace entièrement clos de manière à prévenir les déversements ou la formation de poussière.
- Inspecter les bâtiments à une fréquence mensuelle. Réparer toute nouvelle ouverture décelée dans la semaine suivant la découverte.

Surfaces pavées environnantes : La poussière produite par les opérations à l'installation se dépose ensuite sur les surfaces pavées environnantes. Stratégies de lutte :

- Nettoyer régulièrement les surfaces pavées et les autres surfaces dures basses (une fréquence de deux fois par jour est recommandée) avec un aspirateur à main ou motorisé, pour recueillir les particules de poussière présente et réduire au minimum le déplacement des poussières par le vent¹¹⁰.

109. *Ibid.*

110. *Ibid.*

111. *Ibid.*

112. International Lead Association. s.d. *Working safely with lead – Guidance Note 4: Control and monitoring of atmospheric emissions.* <www.ila-lead.org/UserFiles/File/guidancenotes/ILA9149_GN_Atmospheric_V04b.pdf>

113. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting – Final Rule*, 40 CFR Part 63.

- L'application de méthodes appropriées d'hygiène industrielle (examinées au chapitre 6) réduira également la contamination croisée dans les aires autres que les aires de procédé.

Aires non pavées¹¹¹ :

- Les aires non pavées doivent être recouvertes par un tapis végétal qui captera les poussières et réduira leur propagation par le vent; ne pas laisser de sols exposés.
- Utiliser des agents dépoussiérants dans les aires non pavées qui ne peuvent pas accueillir une couverture végétale (p. ex., les accotements des routes, les pentes raides, les routes à accès limité et à utilisation limitée).
- Sur les routes non pavées, il doit y avoir au maximum un déplacement aller-retour d'un véhicule par jour.

Opérations de traitement et modifications de procédé¹¹² :

- **Tous les procédés susceptibles de produire des émissions fugitives¹¹³ :**
 - L'enceinte entièrement confinée doit être maintenue à des valeurs de pression d'air négative d'au moins 0,013 mm de mercure (0,007 po d'eau) en tout temps et l'air sortant doit être acheminé vers un dispositif antipollution conçu pour capter les particules de plomb.
 - L'enceinte entièrement confinée doit :
 - être dépourvue de fissures ou de trous de dimensions suffisantes pour permettre le rejet de matières plombifères;
 - maintenir constamment une circulation d'air de l'extérieur vers l'intérieur par toutes les ouvertures naturelles.
 - Inspecter les espaces clos et les structures de l'installation qui contiennent des matières plombifères au moins une fois par mois.
 - Réparer dès que possible toute brèche, cassure, séparation, ouverture permettant des fuites ou toute autre voie d'émission de plomb dans l'atmosphère.
- **En amont du four :**
 - Gérer les déplacements des matières de manière à réduire au minimum la quantité de manipulations.
 - Mélanger des boues humides aux matières sèches pour réduire les niveaux de poussière.
- **Dans l'aire du four et les autres aires à haute température**
 - Entourer l'aire du four d'une enceinte fermée afin d'accroître l'efficacité de fonctionnement des systèmes de ventilation.
 - Faire couler le métal du four dans des moules/pots sous une hotte ventilée ou directement dans un bain de plomb en fusion recouvert et ventilé.

- Réduire au minimum les émissions de plomb durant le moulage des lingots, en maintenant la température au-dessous de 500 °C et en réglant le débit de manière à éviter la formation d'écume.
- Des émissions fugitives peuvent également se produire lorsque des matières à des températures élevées différentes sont versées d'une cuve à une autre. Tenter dans la mesure du possible de réduire ces différences de température.
- **Systèmes de ventilation et de réduction des émissions**
 - Élaborer et appliquer des protocoles détaillés d'inspection, d'entretien et de détection des fuites des filtres, de même que des plans de mesures correctives, pour tous les dépoussiéreurs à sacs filtrants (filtres en tissu ou filtres à cartouches) utilisés pour épurer l'air d'évent des aires de procédé et traiter les émissions fugitives de poussière des procédés et en provenance de toutes sources, y compris les dépoussiéreurs utilisés pour nettoyer l'air de ventilation des bâtiments.
 - Capturer les poussières et les fumées en isolant les sources d'émissions dans l'aire de dépoussiérage, ou assurer une ventilation d'échappement locale.
 - Veiller à ce que la vitesse de captage d'une hotte d'aspiration des gaz d'échappement soit suffisante pour empêcher les fumées ou les poussières de s'échapper du flux de gaz aspiré. La vitesse frontale requise pour y parvenir variera d'une application à l'autre, mais une vitesse de 1 m/s est habituellement le minimum requis.
 - Assurer une ventilation d'échappement locale et des postes d'air propre, recevant un air filtré en surpression, de sorte que les employés puissent se trouver dans des postes d'air propre pendant qu'ils travaillent dans les aires de procédé.
 - Pratiques exemplaires de prévention des émissions fugitives des systèmes de lutte contre les émissions :
 - surveillance quotidienne de la pression différentielle;
 - vérification quotidienne de l'air comprimé dans le cas des dépoussiéreurs à air comprimé;
 - surveillance hebdomadaire de l'enlèvement de la poussière captée dans les dépoussiéreurs;
 - surveillance du bon fonctionnement des cycles de nettoyage;
 - vérification mensuelle des systèmes de tension des sacs pour les dépoussiéreurs à nettoyage par secouage;
 - vérification trimestrielle des fuites et de l'intégrité physique des dispositifs antipollution atmosphérique;
- vérification trimestrielle du fonctionnement de toutes les composantes mécaniques du système de détection en continu des fuites; réparation ou remplacement obligatoires des sacs si des fuites sont décelées;
- surveillance de la pression différentielle et du débit d'eau dans les épurateurs humides, en respectant les consignes du fabricant.
- **Véhicules**
 - Doter les véhicules de cabines fermées et de dispositifs de filtration HEPA assurant un approvisionnement en air à pression positive.
 - Laver chaque véhicule à un poste de lavage situé à l'intérieur des portes de sortie des aires d'entreposage et de manutention des matières. Le lavage du véhicule doit inclure le lavage des pneus, du châssis porteur et de la surface externe du véhicule, et être suivi d'une inspection de ce dernier. Cela empêchera la propagation de contaminants à l'extérieur par les véhicules.
- **Considérations opérationnelles générales**
 - Modifier l'aménagement de l'installation de telle sorte que la quantité de matières manipulées et transportées d'une étape du procédé à l'autre se trouve réduite.
 - Dans la mesure du possible, concentrer l'ensemble du procédé dans un seul bâtiment fermé et séparer les opérations les unes des autres, afin de prévenir une contamination croisée dans l'éventualité d'émissions accidentelles.
 - Si possible, recourir à des moyens mécaniques pour l'accomplissement des tâches présentant des risques d'exposition élevés, afin de réduire les voies d'exposition possibles.
 - Laver régulièrement les aires de travail à grande eau et maintenir les surfaces de travail humides.
 - Prendre en compte l'évitement des émissions fugitives de poussière dans toutes les activités de formation des opérateurs, dans les pratiques de travail prudentes et dans les bonnes pratiques d'utilisation et d'entretien de l'équipement mobile.
 - S'assurer que les employés travaillant à la transformation et soumis à des expositions disposent d'appareils de protection respiratoire. Ces dispositifs peuvent adopter la forme d'un masque ou d'un casque à filtration d'air. En présence de soufre, une protection combinée par un filtre à particules et un filtre à charbon actif est nécessaire.
 - Placer des nettoyeurs de courroie adéquatement entretenus sur une poulie de queue dans tout système de commande par courroie, pour assurer l'entretien des bandes transporteuses, des jupes et des rideaux.

- **Dans le cadre du système de gestion de la salubrité et de la sécurité de l'environnement (SGSSE) de l'installation :**
 - Évaluer les risques de chaque procédé et instituer des méthodes de sécurité obligatoires pour chaque tâche.
 - Mettre en place des systèmes de surveillance, d'inspection et d'entretien s'accompagnant de contrôles techniques afin de réduire ou de confiner les émissions fugitives de plomb.
 - Créer et mettre en œuvre une série de pratiques opérationnelles normalisées expressément conçues pour réduire les émissions fugitives.
 - Respecter les intervalles d'entretien courant précisés dans le SGSSE de l'installation, recommandés par les fabricants de l'équipement et/ou conformes à la réglementation.
 - Tenir à jour un registre de toutes les activités d'inspection et d'entretien technique menées à l'installation¹¹⁴.

5.4 Gestion de l'électrolyte acide usé et traitement des eaux usées

L'électrolyte acide usé est un acide puissant et il contient des quantités considérables de plomb. Les options de traitement de cet électrolyte varient d'une installation de recyclage des BAPU à l'autre et comprennent des procédés de récupération de différentes matières en vue de la réutilisation ou, à tout le moins, en vue d'obtenir un effluent qui ne causera pas de dommages à l'environnement. Les options de gestion de l'électrolyte acide comprennent les suivantes :

- purifier l'électrolyte pour qu'il puisse être récupéré et réutilisé; ou
- s'il n'est pas viable de récupérer et de recycler l'électrolyte, à tout le moins le neutraliser avant l'application d'un traitement additionnel.

La meilleure décision à prendre en ce qui concerne la GER de l'électrolyte usé dépend des circonstances propres à l'établissement.

5.4.1 Réutilisation et recyclage de l'électrolyte

Dans certains établissements, l'électrolyte acide usé est réutilisé. La viabilité économique de cette formule dépend du volume d'électrolyte manipulé, de l'emplacement de l'installation et de la distance entre celle-ci et le fabricant de batteries destinataire.

On peut retirer les impuretés de l'électrolyte usé par extraction liquide-liquide ou selon d'autres technologies; ensuite,

on ajoute de l'acide sulfurique concentré à l'électrolyte purifié jusqu'à ce que sa teneur en acide permette de l'utiliser comme électrolyte dans de nouvelles batteries.

La réutilisation de l'électrolyte n'est viable que si le recyclage s'effectue à proximité ou à l'emplacement même d'une installation de fabrication de batteries, de telle sorte que le transport de l'acide sur une grande distance soit évité. Si ce transport est nécessaire, la réutilisation de l'acide n'est pas économiquement viable¹¹⁵.

5.4.2 Gestion des eaux usées

Des eaux usées sont produites par les opérations tout au long des procédés de fragmentation des BAPU et de fonte et d'affinage du plomb. La majeure partie des eaux usées dans les installations intégrées provient des opérations de fragmentation des batteries. Parmi les autres sources, on compte l'eau des épurateurs, du nettoyage et de l'entretien, des refroidisseurs, de l'équipement de procédé et des compresseurs d'air. La nature et le volume des eaux usées varient d'une installation à l'autre. Si elles ne sont pas réutilisées dans le procédé, les eaux usées sont traitées avant d'être rejetées.

Les eaux usées produites par les opérations de recyclage des BAPU comprennent l'électrolyte acide usé ainsi que l'eau de procédé, l'eau réutilisée et l'eau de nettoyage des activités d'entretien et de fonctionnement de l'installation. Une installation de recyclage des BAPU doit être pourvue d'un système d'épuration des eaux usées afin de gérer les effluents des systèmes de traitement de l'électrolyte, et toutes les eaux de surface susceptibles d'avoir été contaminées par des particules de plomb, de même que les eaux déversées et les eaux de ruissellement du nettoyage des sols, doivent être acheminées vers le système d'épuration des eaux usées pour être traitées avant leur rejet.

Plusieurs stratégies écologiquement rationnelles peuvent être adoptées pour la gestion des eaux usées; la méthode choisie dépend de la toxicité des eaux, des exigences imposées par la réglementation et de la possibilité de tirer de la valeur des substances extraites de l'effluent. Au nombre de ces stratégies, on compte les suivantes :

- Neutraliser les eaux usées en rajustant le pH par ajout d'hydroxyde de magnésium $[Mg(OH)_2]$ ou d'un agent tampon semblable. La coprécipitation de fer peut aussi être utilisée pour l'extraction du métal durant la neutralisation. Selon l'emplacement de l'établissement, le précipité issu de ce rajustement ou de cette neutralisation est filtré par pressage et le liquide restant est rejeté à l'égout ou dans un plan d'eau conformément aux exigences locales. Les concentrations acceptables de plomb dans les eaux résiduelles rejetées

114. *Ibid.*

115. Australian Battery Recycling Initiative, s.d

varient en fonction des conditions locales et sont généralement prescrites par les organismes de réglementations locaux.

- Soumettre le gâteau de filtration obtenu par ce procédé à des analyses du lixiviat afin d'en déterminer la teneur en matières dangereuses. L'analyse du lixiviat permet de préciser la composition et la teneur en métaux du gâteau de filtration; elle doit être confiée à un laboratoire agréé. Selon le résultat des analyses, on éliminera ce gâteau soit comme déchet dangereux dans un établissement de traitement accrédité, soit comme déchet non dangereux dans un site d'enfouissement.

5.5 Gestion des déchets solides dans les installations de recyclage des BAPU : scories, polypropylène et autres déchets solides

Les installations de plomb de seconde fusion produisent plusieurs types de déchets solides, notamment :

- des scories;
- des déchets de plastique et de carton;
- d'autres déchets tels que de l'équipement de protection individuelle (EPI) contaminé, des filtres HEPA, des trousseaux de nettoyage des déversements utilisés et des sacs de dépoussiéreurs à sacs filtrants..

5.5.1 Gestion des scories

Les scories sont un déchet solide généré dans le four. Leurs propriétés physiques et chimiques, et la méthode la plus appropriée pour leur gestion, dépendent des fondants utilisés et du procédé adopté pour la fonte du plomb¹¹⁶.

Les scories retirées du four sont refroidies et séparées en deux catégories¹¹⁷. La première, appelée la « matre », peut dans certains cas être réutilisée dans le flux d'alimentation du four; toutefois, si elle a une teneur élevée en fer et en soufre, elle est écartée. La deuxième regroupe les matières restantes, lesquelles sont stabilisées et éliminées dans une décharge de déchets dangereux ou de déchets non dangereux, selon les résultats des analyses du lixiviat. À certains endroits, on désulfure la pâte de sulfate de plomb en la faisant réagir avec diverses substances chimiques, lesquelles dépendent du procédé utilisé pour produire du monoxyde de plomb (PbO). La désulfuration réduit la formation de scories et, dans certains cas, fait diminuer la quantité de SO₂ rejetée dans l'air. La décision de désulfurer (ce qui est plus coûteux, mais qui réduit les émissions atmosphériques et la formation de scories) dépend de l'emplacement et de l'établissement même. Dans tous les cas, il faut analyser les scories pour

déterminer si elles sont dangereuses ou non, afin d'élaborer un plan de gestion approprié de ces matières de rebut.

Il est considéré comme une pratique exemplaire de ne pas réutiliser les scories dans des travaux de construction ou dans d'autres applications afin d'éviter des problèmes ultérieurs de responsabilité.

5.5.2 Recyclage du polypropylène et des autres déchets solides

Les BAPU contiennent plusieurs composantes et éléments constitutifs, dont la plupart sont faciles à recycler, notamment :

- le plastique polypropylène;
- les autres plastiques, les séparateurs de plaques et, à l'occasion, une petite quantité d'ébonite;
- le carton.

Le plastique polypropylène généré par le recyclage des batteries peut être recyclé, bien qu'il puisse présenter des niveaux élevés de contamination métallique (par le plomb). Une fois recyclée, cette résine est surtout réutilisée dans l'industrie de la fabrication de batteries pour faire de nouveaux boîtiers.

Les autres plastiques et les séparateurs de plaques sont éliminés sous forme de déchets dangereux en raison de leur forte contamination métallique. Ces matières sont traitées par stabilisation ou par microencapsulage dans une installation de gestion des déchets, puis elles sont éliminées dans un site d'enfouissement de déchets dangereux ou non dangereux, selon la réglementation locale.

La présence d'ébonite dans les BAPU est minime. Dans les cas où cette matière est présente, on la gère de la même façon que le matériau des séparateurs en polyéthylène : elle est brûlée dans les fours avec la charge d'alimentation de plomb ou on l'expédie hors site pour élimination.

Dans le cas du carton contaminé (appelé « vieux carton ondulé » dans le secteur du recyclage), il faut soumettre le lixiviat à des analyses afin de déterminer les options d'élimination appropriées.

Il convient d'élaborer des plans de gestion séparés pour les autres déchets tels que l'équipement de protection individuelle contaminé, les filtres HEPA, les trousseaux usagés de nettoyage des déversements et les sacs filtrants. En général, on élimine ces déchets dans le cadre de l'exploitation des fours. L'option de gestion appropriée dépendra des résultats des analyses du lixiviat.

116. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

117. *Ibid.*

5.6 Mise hors service et fermeture des installations de recyclage des BAPU

Il peut arriver, à l'occasion, qu'une installation de recyclage des BAPU cesse ses activités ou déménage. Dans un tel cas, il faut élaborer un plan de mise hors service, l'appliquer et le documenter adéquatement d'une façon conforme à la GER. Dans la plupart des cas, la réglementation oblige déjà les établissements à élaborer un plan de mise hors service, auquel certaines mises à jour pourront ensuite être apportées à l'étape de la mise en œuvre. Il faut obtenir une couverture d'assurance suffisante pour maintenir une protection continue après la fermeture.

Un projet de mise hors service et de fermeture d'une installation comporte généralement les activités suivantes (entre autres) :

- la décontamination et la démolition de divers bâtiments (p. ex., les bâtiments utilisés pour la fragmentation des batteries, l'entretien et l'entreposage, y compris les éléments d'infrastructure comme les conduites et les drains) et divers équipements (p. ex., l'équipement de procédé comme les fours et les convoyeurs et l'équipement de dépollution tel que les dépoussiéreurs à filtres en tissu/sacs filtrants, la station de traitement des eaux usées, les réservoirs et les bassins de stockage des eaux de ruissellement) utilisés à l'installation;
- l'analyse et des matières devant être retirées du site leur élimination;
- la documentation des activités de mise hors service et de démolition, ainsi que des résultats des essais effectués après la fermeture.

Il importe d'inclure les éléments suivants dans le plan de travail global concernant le projet :

- Un **plan de travail relatif à la décontamination et à la démolition** portant sur les activités suivantes :
 - la préparation du site;
 - le calendrier des travaux;
 - les aires de dépôt sur le site;
 - la gestion et l'élimination des matières produites par les activités de mise hors service et de démolition.
- Un **plan de travail relatif à la santé et à la sécurité** portant sur les éléments suivants¹¹⁸ :
 - le système de communications;
 - la formation des employés;

118. Pastor, Behling & Wheeler, LLC, et Remediation Services Inc., 2012.

119. *Ibid.*

120. *Ibid.*

121. Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, « Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio » (Établissement de critères pour la détermination des concentrations entraînant une remise en état des sols contaminés par l'arsenic, le béryllium, le cadmium, le chrome hexavalent, le mercure, le nickel, l'argent, le plomb, le sélénium, le thallium et/ou le vanadium).

- les risques chimiques;
- la circulation sur le site;
- les mesures d'évacuation d'urgence;
- les enquêtes sur les accidents;
- l'équipement de protection individuelle (EPI).
- Un **plan de réduction des poussières et de surveillance de l'air** comportant les éléments suivants :
 - un plan de surveillance de l'air indiquant l'emplacement et la fréquence des échantillonnages et les paramètres à surveiller;
 - un plan de réduction des poussières décrivant les pratiques et approches de suppression des poussières et les équipements à utiliser durant les travaux de mise hors service et de fermeture, de même que l'emplacement de ces équipements.
- Un **rapport final sur le projet** documentant les éléments suivants¹¹⁹ :
 - les renseignements pertinents sur la surveillance de l'air, dont les données concernant les échantillonnages et les analyses;
 - des renseignements sur le suivi des déchets, notamment les numéros de manifeste, les camions, les destinations, le poids et les dates;
 - des statistiques sur la sécurité indiquant les heures-personnes, les analyses de la sécurité des tâches, les inspections et les enquêtes sur les incidents;
 - des renseignements sur la surveillance des déplacements causés par le vent, c'est-à-dire les niveaux de référence initiaux et les résultats des activités de surveillance;
 - des rapports hebdomadaires sur l'état d'avancement des travaux;
 - une documentation photographique des progrès dans la réalisation du projet;
 - des copies des notifications signifiées et des permis¹²⁰.

5.6.1 Normes relatives à la restauration des sols

Au Canada, des recommandations pour la qualité des sols (RQS) sont formulées pour divers types d'utilisation des sols, selon le processus décrit par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), à partir de différents récepteurs et scénarios d'exposition pour chaque type d'utilisation. Ces recommandations pour les utilisations industrielles sont présentées au tableau 12.

Au Mexique, les plafonds admissibles concernant les contaminants présents dans le sol, dont le plomb, sont établis dans la *Norma Oficial Mexicana* (NOM, norme officielle mexicaine) NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, qui constitue la norme officielle traitant de la contamination des sols par les métaux lourds¹²¹. Selon la NOM-147,

lorsque les niveaux décelés de métaux dépassent les plafonds fixés, le site est considéré comme contaminé et doit être restauré¹²². La norme décrit quatre options pour ce qui est de déterminer le degré de nettoyage; cependant, la méthode la plus couramment utilisée prévoit que la restauration du sol doit atteindre les concentrations de référence totales (CRT) de plomb indiquées au tableau 13, selon le mode d'utilisation du sol.

Aux États-Unis, le règlement définitif de l'EPA sur le plomb définit le sol contaminé par le plomb comme étant un sol nu, sur un bien immobilier d'habitation, qui contient du plomb à une concentration égale ou supérieure à celle considérée comme dangereuse pour la santé humaine¹²³. Selon ce règlement, les concentrations inférieures à 400 ppm sont considérées comme ne nécessitant aucune mesure et les niveaux se situant entre 400 et 1200 ppm sont considérés comme préoccupants.

Tableau 12. Canada : recommandations pour la qualité des sols (RQS) concernant le plomb

RQS pour les sols à vocation industrielle (mg/kg)	
Recommandation	600*
RQS _{SH}	740
LVoie limitant la RQS _{SH}	Migration hors site
RQS _E	600
Voie limitant la RQS _E	Soil contact
Critère provisoire de qualité des sols (CCME, 1991)	1 000

Nota : RQS_E = Recommandation pour la qualité des sols : environnement; RQS_{SH} = Recommandation pour la qualité des sols : santé humaine.

* Les données sont suffisantes et adéquates pour calculer une RQS_{SH} et une RQS_E. (En conséquence, il n'a pas été nécessaire de calculer des valeurs provisoires pour la RQS_{SH} et la RQS_E). C'est pourquoi la Recommandation pour la qualité des sols est la valeur la plus faible des deux et représente une nouvelle recommandation entièrement intégrée pour cette utilisation du sol, élaborée selon la procédure décrite dans le protocole publié par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 1996a). Le critère provisoire de qualité des sols correspondant (CCME, 1991) a été remplacé par la nouvelle Recommandation pour la qualité des sols.

Source : Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des sols : environnement et santé humaine*. <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/fr/181>.

122. Maggio, 2010.

123. United States Federal Register, Part III, Environmental Protection Agency, *Lead; Identification of Dangerous Levels of Lead; Final Rule*, 40 CFR Part 745.

124. United States Environmental Protection Agency, 2001.

Le seuil de danger est actuellement établi à 1200 ppm. Il ne s'agit pas du niveau auquel le nettoyage doit être effectué, mais bien d'un indicateur du fait que des études additionnelles sont nécessaires. Le tableau 14 présente les mesures recommandées pour différents degrés de contamination du sol par le plomb¹²⁴.

Le tableau 15, à la page suivante, fournit une liste de contrôle concernant les activités de gestion écologiquement rationnelle et les mesures correspondantes à envisager de prendre, et indique dans quelles sections du chapitre 5, ci-dessus, ces activités et mesures sont décrites. **Outre les normes nationales ou fédérales, il est à noter que certains organismes de réglementation infranationaux appliquent des critères plus rigoureux à l'échelon étatique ou provincial.**

Tableau 13. Mexique : concentrations de référence totales (CRT) de plomb selon le type d'utilisation des sols

Concentration de référence totale (CRT) (mg/kg)	
Vocation agricole/résidentielle	400
Vocation commerciale/industrielle	800

Source : Maggio, A.J. 2010. Mexico : *Environmental Due Diligence and the Mexican Waste Law*. <<http://ehsjournal.org/http://ehsjournal.org/anthony-j-maggio/mexico-environmental-due-diligence-and-the-mexican-waste-law/2010/>>

Tableau 14. États-Unis : seuil de danger de la contamination des sols nus par le plomb

Concentration de plomb dans le sol (parties par million)	Mesures provisoires recommandées
>1 200 (seuil de danger)	Éliminer le danger : retirer le sol contaminé ou mettre en place une couverture permanente
400 – 1 200 (niveau préoccupant)	Prendre des mesures provisoires : recouvrir le sol dénudé; utiliser des pailleçons dans les entrées; se laver les mains et laver les jouets plus fréquemment.
<400	Aucune mesure

Source : United States Environmental Protection Agency. 2001. *Lead-Safe Yards : Developing and Implementing a Monitoring, Assessment, and Outreach Program for Your Community*. www.epa.gov/region1/leadsafe/pdf/chapter3.pdf

Tableau 15. Liste de contrôle pour la mise en œuvre : lutte contre la pollution dans les installations de recyclage des BAPU

Pour des détails, voir la section...

Étape	Activité principale de GER	Mesures et considérations	
Lutte contre la pollution atmosphérique pour réduire les émissions fugitives	Satisfaire aux exigences réglementaires concernant les émissions atmosphériques	<input type="checkbox"/> Connaître les plafonds fixés par la réglementation pour les émissions atmosphériques de l'installation et utiliser les technologies appropriées pour respecter ces plafonds	5.1 tableaux 3 à 5
	Équipement et activités de lutte contre les émissions de cheminée	<input type="checkbox"/> Déterminer, installer et utiliser les technologies correctes de captage des particules dans les émissions de cheminée en fonction du profil de particules et des paramètres opérationnels	5.2 à 5.4
	Lutte contre les émissions fugitives	<input type="checkbox"/> Confiner dans une enceinte fermée (espace clos) les aires où des émissions fugitives peuvent être produites, en utilisant le niveau de confinement optimal (1, 2 ou 3) selon les besoins (voir le tableau 11 plus haut)	5.3.1
		<input type="checkbox"/> Dans les aires d'entreposage : <input type="checkbox"/> Maintenir humides les matières premières et les pâtes de plomb exposées pour prévenir le dégagement de poussières contaminées par le plomb <input type="checkbox"/> Nettoyer les résidus imputables aux batteries brisées <input type="checkbox"/> Dans l'ensemble de l'installation : <input type="checkbox"/> Nettoyer en lavant à l'eau ou à l'aide d'aspirateurs spéciaux <input type="checkbox"/> Ne jamais balayer à sec <input type="checkbox"/> En cas d'accident, nettoyer dans un délai maximal d'une heure <input type="checkbox"/> Accomplir toute activité susceptible de dégager des poussières de plomb sous pression négative <input type="checkbox"/> Charger à l'intérieur des bâtiments les matières plombifères destinées au transport <input type="checkbox"/> Nettoyer les surfaces pavées environnantes deux fois par jour à l'aide d'aspirateurs <input type="checkbox"/> Surfaces non pavées : <input type="checkbox"/> Ensemencer une couverture végétale en vue de réduire l'entraînement des poussières par le vent <input type="checkbox"/> Utiliser des agents dépoussiérants en l'absence de couverture végétale <input type="checkbox"/> Un seul aller-retour d'un seul véhicule par jour sur les routes non pavées du site	5.3.2
Réduction des émissions fugitives dans toutes les aires de procédé	Tout procédé susceptible de créer des émissions fugitives	<input type="checkbox"/> Maintenir une pression négative dans l'ensemble de l'installation et ventiler l'air vers un dispositif antipollution captant les particules de plomb <input type="checkbox"/> Confinement de l'installation dans une enceinte : <input type="checkbox"/> Veiller à ce qu'aucune fissure ou brèche ne puisse permettre le dégagement de matières plombifères <input type="checkbox"/> Maintenir une circulation d'air vers l'intérieur	5.3.2
	En amont du four de fusion	<input type="checkbox"/> Réduire au minimum les mouvements et la manutention des matières entre les aires <input type="checkbox"/> Mélanger les boues humides à des matières sèches afin de réduire la poussière	5.3.2
	Four de fusion et autres aires de travail à haute température	<input type="checkbox"/> Confiner le four dans une enceinte fermée afin d'accroître l'efficacité de ventilation <input type="checkbox"/> Lutter contre les émissions fugitives produites dans les aires de coulée et de moulage à l'aide de hottes, d'enceintes fermées, de dispositifs de réglage de la température et d'autres contrôles opérationnels	5.3.2
Pratiques exemplaires de réduction des émissions fugitives dans l'ensemble de l'installation	Système de ventilation et de dépollution	<input type="checkbox"/> Inspecter, entretenir et réparer régulièrement tout l'équipement antipollution <input type="checkbox"/> Capturer les poussières et les fumées au moyen de dépoussiéreurs à sacs filtrants <input type="checkbox"/> S'assurer que les hottes d'aspiration fonctionnent correctement pour prévenir l'échappement de fumées ou de poussières <input type="checkbox"/> Fournir une ventilation locale et des postes d'air propre avec air filtré en surpression à l'intention des employés dans les aires de procédé	5.3.2
	Entretien courant et périodique	<input type="checkbox"/> Tous les jours – surveiller la pression différentielle, vérifier l'air comprimé des dépoussiéreurs, surveiller les cycles de nettoyage de l'installation <input type="checkbox"/> Toutes les semaines – surveiller l'enlèvement de la poussière dans les dépoussiéreurs, inspecter les bâtiments pour déceler les fissures ou brèches et sceller celles-ci immédiatement <input type="checkbox"/> Tous les mois – vérifier les systèmes de dépoussiérage <input type="checkbox"/> Tous les trimestres – vérifier s'il y a des fuites dans tous les systèmes de lutte contre les polluants atmosphériques; examiner toutes les composantes mécaniques des systèmes de détection en continu des fuites; réparer ou remplacer les composantes au besoin. <input type="checkbox"/> Épurateurs – entretenir selon les consignes du fabricant	5.3.2

Tableau 15. (Suite)

Étape	Activité principale de GER	Mesures et considérations	Pour des détails, voir la section...
Pratiques exemplaires de réduction des émissions fugitives dans l'ensemble de l'installation	Véhicules	<input type="checkbox"/> Confiner les cabines des véhicules et les munir d'un dispositif de filtration HEPA d'air en surpression <input type="checkbox"/> Laver en appliquant des méthodes de lutte contre les émissions de plomb	5.3.2
	Activités opérationnelles générales de GER	<input type="checkbox"/> Concevoir l'installation de manière à réduire au minimum la manutention des matières <input type="checkbox"/> Gérer les échanges d'air entre les aires de manière à prévenir les émissions fugitives <input type="checkbox"/> Regrouper la totalité du procédé dans un seul bâtiment fermé si possible <input type="checkbox"/> Maintenir la surface de travail humide; laver régulièrement à l'eau les aires de travail <input type="checkbox"/> Toutes les activités de formation et les pratiques d'entretien courant doivent prendre en compte des stratégies de lutte contre les émissions fugitives <input type="checkbox"/> Fournir des dispositifs de protection respiratoire aux travailleurs exposés au plomb <input type="checkbox"/> Installer des nettoyeurs de courroie sur les convoyeurs	5.3.2
Toutes les opérations	Mise en œuvre d'un système de gestion de la salubrité et de la sécurité de l'environnement (SGSSE)	<input type="checkbox"/> Créer à l'échelle de l'ensemble de l'installation un SGSSE <input type="checkbox"/> Évaluer et documenter tous les risques pouvant entraîner une pollution de l'air ou des émissions fugitives <input type="checkbox"/> Concevoir et mettre en œuvre de procédures d'exploitation uniformisées pour toutes les activités <input type="checkbox"/> Respecter tous les intervalles d'entretien courant précisés dans le SGSSE, la réglementation et les consignes du fabricant	5.3.2
Traitement de l'électrolyte acide usé et des eaux usées	Gestion de l'électrolyte acide usé	<input type="checkbox"/> Choisir la méthode appropriée de traitement de l'électrolyte	5.4
	Gestion des eaux usées	<input type="checkbox"/> Choisir la méthode appropriée de traitement des eaux usées de procédé en fonction de la toxicité, des exigences réglementaires et de la valeur de la récupération <input type="checkbox"/> Faire analyser le lixiviat du gâteau de filtration généré	5.4
Déchets solides dans l'ensemble de l'installation	Gestion des déchets solides et des déchets dangereux	<input type="checkbox"/> La gestion des scories dépend des fondants utilisés. Éliminer les scories sous forme de déchets solides ou de déchets dangereux en fonction des résultats des analyses du lixiviat.	5.5.1
		<input type="checkbox"/> Le polypropylène des boîtiers des batteries peut être recyclé s'il ne contient pas une trop grande concentration de plomb <input type="checkbox"/> Éliminer les autres plastiques et les séparateurs de plaques comme déchets dangereux en raison de leur teneur élevée en métaux	5.5.2
Mise hors service et fermeture de l'installation	Si la fermeture de l'installation est décrétée	<input type="checkbox"/> Élaborer pour le projet un plan de travail détaillé traitant des éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> la décontamination du site et la démolition <input type="checkbox"/> un plan de santé et de sécurité <input type="checkbox"/> un plan de lutte contre les poussières et de surveillance de l'air <input type="checkbox"/> des mesures de restauration des sols 	5.6 - 5.6.1



6

Surveillance et protection de l'environnement dans les installations de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées

MAINTENANCE-FREE BATTERY
America
ENGINEERED FOR HIGH PERFORMANCE



6. Surveillance et protection de l'environnement dans les installations de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées

La surveillance continue de la performance opérationnelle est la clé du succès de tout programme de gestion écologiquement rationnelle (GER). La surveillance des résultats fournit l'information et la rétroaction indispensables à l'amélioration continue. Il importe de disposer d'un plan de mesures correctives pour les situations dans lesquelles la surveillance révèle des pratiques qui ne sont pas efficaces ou qui n'ont pas été appliquées correctement. Le présent chapitre traite de quatre éléments fondamentaux de la performance d'un programme de GER dans les installations de recyclage des BAPU :

- les normes relatives à la santé au travail;
- l'utilisation d'un équipement de protection individuelle (EPI) et l'adoption de pratiques de travail sûres;
- les mesures de contrôle et les pratiques qui réduisent au minimum les accidents et les expositions;
- les systèmes de surveillance permettant de suivre la performance et les progrès du programme de GER.

6.1 Normes relatives à la santé au travail

Autant les règles concernant la collecte, la manutention et le transport des BAPU varient d'un pays à l'autre en Amérique du Nord, autant les normes qui touchent la santé au travail diffèrent. Selon le pays, trois mesures différentes de la protection de la santé au travail précisées dans les normes réglementaires sont appliquées aux travailleurs des fonderies de seconde fusion du plomb : des niveaux d'exposition admissibles (NEA), des seuils d'intervention (SI) et des niveaux de plomb dans le sang (NPS). Voici une brève description de ces trois mesures¹²⁵ :

- **Niveau d'exposition admissible (NEA) :** La concentration de plomb dans l'air au-delà de laquelle l'employeur est tenu de faire porter à

ses employés des respirateurs et des vêtements de protection et doit veiller à ce que certaines pratiques d'entretien et d'hygiène soient adoptées.

- **Seuil d'intervention (SI) :** La concentration de plomb dans l'air au-delà de laquelle l'employeur doit instaurer un programme de surveillance médicale et tester notamment le niveau de plomb dans le sang de tous les employés.
- **Niveau de plomb dans le sang (NPS) :** Si le NPS d'un employé dépasse un certain seuil, l'employeur doit prendre certaines mesures.

Le tableau 16 présente sous forme sommaire certaines des normes relatives à la santé et à la sécurité au travail concernant le plomb qui s'appliquent aux fonderies de seconde fusion du plomb au Canada, au Mexique et aux États-Unis, ainsi que les normes non liées au milieu du travail relatives au plomb qui s'appliquent aux enfants et aux femmes enceintes ou qui allaitent.

Les exploitants des fonderies de seconde fusion du plomb doivent connaître les normes applicables de santé au travail et mettre en place un système robuste de surveillance de la conformité à ces normes. Cela assure à la fois le respect de la réglementation et la protection de la santé humaine.

6.2 Mesures de réduction de l'exposition : contrôles administratifs et techniques

Les mesures de contrôle sont une série d'actions qu'il est possible d'accomplir pour réduire la gravité ou la fréquence d'une situation ou d'un résultat indésirable. Si elles sont appliquées correctement, elles peuvent faire diminuer considérablement les risques d'exposition et de contamination associés aux procédés de recyclage des BAPU.

125. Commission de coopération environnementale, 2013b.

Tableau 16. Certaines normes applicables au plomb au Canada (Ontario et Québec), au Mexique et aux États-Unis

Normes en milieu de travail	Canada ^{a,b}	Mexique ^{c,d}	États-Unis ^e
Exposition admissible aux substances aéroportées	Ontario : 50 µg/m ³ par exposition de 8 heures Québec : 50 µg/m ³ par exposition de 8 heures	50 µg/m ³ en moyenne sur une période de 8 heures par jour, 40 heures par semaine	50 µg/m ³ en moyenne sur une période de 8 heures
Niveau de plomb dans le sang (NPS)	Ontario : seuil du retrait pour raison médicale : 69,966 µg/dl) Québec : seuil du retrait pour raison médicale : 40 µg/dl	30 µg/dL pour les hommes, 10 µg/dL pour les femmes (voir nota)	Seuil du retrait pour raison médicale : 60 µg/dl ou 50 µg/dl sur une longue période; norme volontaire de l'industrie justifiant le retrait établie à 40 µg/dl

Normes non liées au milieu du travail

NPS inquiétant chez les enfants	10 µg/dL	10 µg/dL	5 µg/dl — référence basée sur le 97,5e percentile de population; la terminologie NPS n'est plus utilisée
NPS inquiétant chez les femmes enceintes ou qui allaitent	10 µg/dL	10 µg/dL	10 µg/dL

Nota : Bien que le Mexique n'ait prescrit aucune exigence concernant le retrait pour raison médicale lié au NPS, la norme officielle mexicaine NOM-010-STPS-2014 stipule que les employeurs sont tenus de procéder à une surveillance biologique de leurs employés et de produire des preuves du fait qu'ils ont pris des mesures à l'égard des employés si les substances chimiques présentes dans le lieu de travail dépassent les seuils autorisés. Les autorités compétentes en santé et en hygiène et sécurité du travail peuvent coordonner des programmes de surveillance épidémiologique permettant de faire le suivi de la santé des travailleurs des installations de recyclage des BAPU. Les résultats de la surveillance épidémiologique, des niveaux de plomb dans le sang et des évaluations effectuées doivent être publiquement disponibles au moins dans un rapport annuel, selon la réglementation adoptée dans chaque pays. En outre, cette information doit être communiquée à chaque travailleur dans des comptes rendus imprimés.

Nota : µg = microgrammes; m³ = mètres cubes; dl= décilitre.

Sources :

- Règlement de l'Ontario 833, modifié par le Règl. 149/12 (2013), *Contrôle de l'exposition à des agents biologiques ou chimiques*. http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/french/elaws_regs_900833_f.htm.
- Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, R.L.R.Q. c. S-2.1, r. 13, section VI, « Équipement individuel de protection respiratoire », art. 45 (2001). <http://www.canlii.org/fr/qc/legis/regl/rlrq-c-s-2.1-r-13/derriere/rlrq-c-s-2.1-r-13.html>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, *Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral – Reconocimiento, evaluación y control*. <<http://trabajoseguro.stps.gob.mx/trabajoseguro/boletines anteriores/2014/bol056/vinculos/NOM-010-STPS-2014.pdf>>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011, *Salud ambiental – Índices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas*. <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249877&fecha=06/06/2012>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, *Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente*. <www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/199ssa10.htm>.
- United States Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 63. *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting – Final Rule*.

Souvent, afin de déterminer les mesures appropriées, on doit procéder à une évaluation des risques de manière à évaluer les dangers et les risques et à les classer par ordre de priorité¹²⁶. L'évaluation des risques est un processus systématique dans le cadre duquel on analyse la gravité des dangers et les résultats éventuels de ceux-ci, de concert avec d'autres paramètres tels que le niveau d'exposition, le nombre de personnes exposées et le risque qu'un danger se concrétise¹²⁷. Ce processus comporte trois grandes étapes¹²⁸ :

1. Détermination des dangers : Un danger peut se définir comme étant tout élément susceptible de porter atteinte à la santé humaine ou à l'environnement. Par exemple, le travail avec de

l'électrolyte acide usé ou le transport des BAPU sont des situations qui peuvent entraîner des dangers. Voici des exemples de questions à se poser :

- Quels sont les dangers potentiels d'exposition et quelle est la voie d'exposition possible des travailleurs (p. ex., inhalation, ingestion)?
- Où se trouve la source du danger?

2. Définition du niveau de risque pour chaque danger : Le niveau de risque est déterminé par le degré de probabilité que le danger se concrétise, de concert avec le degré de gravité possible des atteintes. Voici des exemples de questions à se poser :

- Qui pourrait être touché? Les employés, les membres de la collectivité avoisinante, les familles des employés, etc.? Prendre en compte les groupes vulnérables (p. ex., les jeunes, les personnes âgées, les employées enceintes).

126. Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail, 2015a.

127. Health & Safety Authority, s.d.(a).

128. Health & Safety Authority, s.d.(b).

- Quelles sont les périodes où l'exposition est la plus élevée/la plus basse et comment le niveau d'exposition varie-t-il au cours d'une journée de travail?
- Examiner les données relatives à l'installation et vérifier s'il existe une exposition dépassant les SI ou les NEA. Qu'est-ce que cela indique sur le risque?

3. **Détermination des contrôles ou des améliorations nécessaires pour éviter ou réduire le risque.** Voici un exemple de question à se poser :

- Comment est-il possible de contrôler la source des émissions au moyen d'applications mécaniques, de politiques et méthodes administratives, ou de mesures de contrôle?

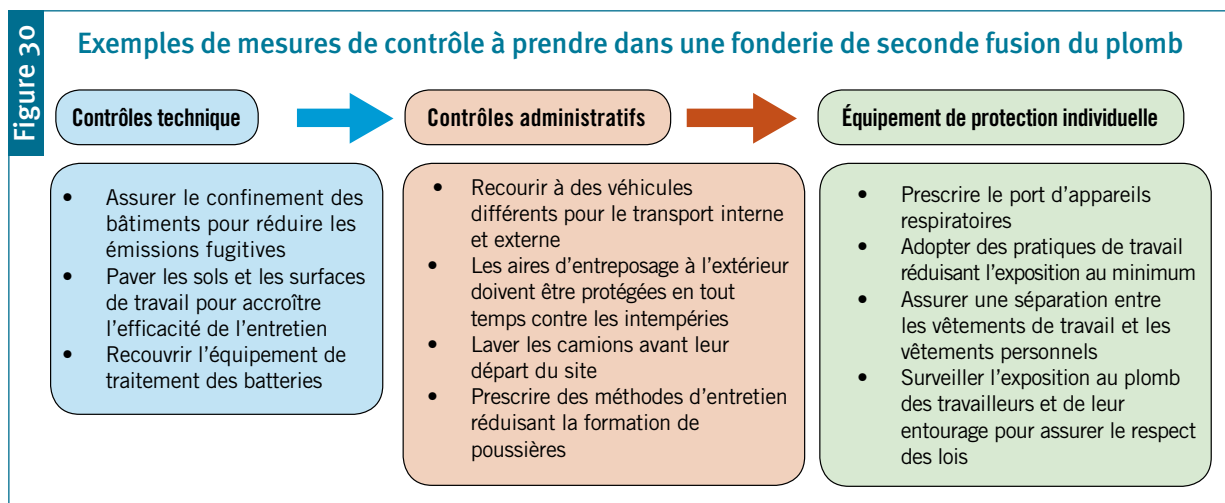
Les mesures de contrôle sont l'élément le plus important de l'évaluation des risques, car elles établissent les actes qui doivent être posés pour protéger la santé humaine et l'environnement. Certains contrôles peuvent déjà être en place, et des mesures additionnelles peuvent être requises¹²⁹. Les employeurs et les exploitants des installations peuvent se fonder sur les renseignements recueillis par une évaluation des risques pour faire des choix éclairés en ce qui concerne les mesures à prendre.

Les principaux moyens de réduire un danger dans une installation de recyclage des BAPU sont présentés à la figure 30. Les deux premiers groupes — les contrôles techniques et les contrôles administratifs — sont décrits ci-dessous. L'équipement de protection individuelle (EPI) est examiné à la section 6.3.1.

6.2.1 Contrôles techniques

Les contrôles techniques consistent à modifier la conception d'un procédé de manière à éliminer ou à réduire les dangers occasionnés aux employés. Voici quelques exemples de contrôles techniques qui doivent être mis en place dans une installation de recyclage des BAPU :

- **Effectuer les opérations de fragmentation, de réduction et d'affinage dans des bâtiments clos :** Le confinement des opérations dans des bâtiments clos réduit le risque d'émissions atmosphériques incontrôlées. Les poussières dégagées par le procédé peuvent être traitées par un système de dépoussiérage ou de filtration d'air, ce qui protège l'environnement contre les particules contaminées contenant du plomb ou d'autres matières.
- **Paver toutes les surfaces utilisées pour l'entreposage à l'extérieur :** Toutes les surfaces de travail devraient être pourvues d'une surface unie et imperméable. Cela facilite les activités d'entretien comme le nettoyage des particules de poussière par aspirateur, de même que le confinement des matières déversées et le lavage des surfaces au besoin. Les surfaces pavées doivent être conçues de telle sorte que tout ruissellement de liquide s'achemine vers un lieu central où il sera possible d'en évaluer la nature.
- **Recouvrir les transporteurs à courroie et les autres systèmes utilisés dans les procédés :** Il faut recouvrir le plus possible les systèmes de transport par convoyeur afin de réduire les émissions incontrôlées de poussière et de particules de plomb.



Source : Adaptation de *Fiches d'information réponses SST : Contrôle des dangers*, Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail, 2015a. <http://www.cchst.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_control.html>.

129. *Ibid.*

Tableau 17. Pratiques appropriées en milieu de travail à adopter dans les installations de recyclage des BAPU

#	Pratique	Raison
1	• Ne pas fumer	Diminue la capacité du corps à lutter contre la contamination par les métaux lourds
2	• Séparer les aires de travail et les zones de repas	Réduit l'ingestion de particules de plomb
3	• Maintenir les zones de repas propres	Réduit la contamination croisée des tables, des aliments, des boissons et du personnel
4	• Se laver les mains à fond avant de manger	Réduit la transmission de contaminants des mains à la nourriture
5	• Prendre une douche à la fin de la journée de travail avant de rentrer à la maison	Réduit le risque de propagation de particules de plomb hors de l'installation
6	• Porter des vêtements de travail et les enlever avant de rentrer à la maison	Le port de vêtements de travail permet d'éviter la transmission de particules de plomb aux vêtements personnels et leur propagation hors de l'installation
7	• Assurer le changement et le lavage quotidiens des vêtements de travail	Les vêtements de travail doivent toujours être laissés à l'installation et être lavés sur place pour éviter la propagation de particules à l'extérieur; l'eau utilisée pour le lavage doit être recueillie et traitée
8	• Vérifier et nettoyer quotidiennement les appareils respiratoires	Retirer toute accumulation de particules ou toute particule de plomb dans les respirateurs pour assurer une protection maximale des travailleurs
9	• Porter des appareils respiratoires	Réduit l'exposition au plomb dans les aires de procédé
10	• Porter des vêtements de travail	Réduit le risque de propagation de particules de plomb hors de l'installation
11	• Installer des contrôles mécaniques afin de réduire l'exposition des employés à la poussière de plomb dans l'air	Réduit la quantité d'équipement de protection individuelle nécessaire pour protéger les employés contre l'exposition à la poussière de plomb dans l'air
12	• Maintenir propres les maisons, les véhicules et les biens personnels	Si des contaminants sont introduits dans les biens personnels, un bon entretien permettra de les réduire

Source : Wilson, B. 2009. *Recycling used lead acid batteries: A model life cycle approach*. Exposé présenté à l'Asian Battery Conference – 31 août et 1^{er} septembre 2009. <www.ilmc.org/Presentations/ABC/Recycling%20Used%20Lead%20Acid%20Batteries;%20A%20Model%20Life%20Cycle%20Approach.pdf>

6.2.2 Contrôles administratifs

Les contrôles administratifs comprennent des mesures telles que l'adoption de procédures normalisées d'exploitation ou de pratiques de travail sécuritaires, ainsi que la fourniture de la formation et des renseignements nécessaires pour réduire le risque d'atteintes à la santé humaine ou à l'environnement¹³⁰. Voici quelques exemples de contrôles administratifs qui doivent être mis en place dans une installation de recyclage des BAPU :

- **Recouvrir les camions qui transportent les matières sur le site.**
- **Assurer une séparation entre les véhicules utilisés sur le site et à l'extérieur :** Établir un calendrier d'entretien et de nettoyage régulier des véhicules utilisés uniquement sur le site afin de prévenir l'accumulation de polluants.
- **Les articles et les matières contenant du plomb entreposés à l'extérieur doivent être recouverts et entourés d'un dispositif de confinement secondaire.**
- **Laver les camions avant leur départ du site.**
- **Maintenir les matières humides pour éviter la formation de poussière :** Toutes les opérations

de manipulation de matières (à la main ou par des appareils) doivent être effectuées avec soin de manière à réduire la production de poussière.

- **Recueillir l'eau de pluie et les ruissellements d'eau de surface.**

6.3 Pratiques appropriées en milieu de travail

Les travailleurs des installations de recyclage des BAPU doivent se protéger contre les particules de plomb et les autres sources de contaminants présentes dans le lieu de travail. Ils doivent aussi protéger leurs familles et leur environnement en veillant à ne pas propager de particules de plomb hors de l'installation. Les contrôles liés aux pratiques en milieu de travail réduisent l'exposition potentielle au plomb en modifiant les façons d'accomplir les tâches¹³¹. Plusieurs pratiques ont été recensées comme étant appropriées pour réduire l'exposition au plomb des travailleurs et de la collectivité environnante. Elles sont présentées au tableau 17. Des renseignements détaillés sur l'équipement de protection individuelle (EPI), dont les appareils respiratoires et les vêtements appropriés, sont ensuite fournis à la section 6.3.1.

130. Health & Safety Authority, s.d.(a).

131. Acello, 2002.

Voici d'autres pratiques en milieu de travail qui contribuent à réduire l'exposition des travailleurs au plomb et la propagation de particules de plomb dans l'environnement (et peut-être aussi dans les maisons des employés, où leurs familles peuvent être exposées à des particules)¹³² :

- Les aliments et boissons doivent uniquement être consommés dans les zones de repas et de pause ou d'autres aires désignées. Les cosmétiques doivent uniquement être appliqués dans les vestiaires, les zones de repas ou les douches. Les produits du tabac ne doivent être consommés que dans des aires désignées, généralement à l'extérieur.
- Tous les vêtements de protection doivent être retirés à la fin du quart de travail dans des vestiaires fournis dans ce but (voir la figure 31)¹³³.
- Les vestiaires doivent être pourvus d'installations de rangement distinctes pour les vêtements et l'équipement de travail et de protection, et pour les vêtements personnels.
- Les employés exposés au plomb doivent prendre une douche à la fin de leur quart de travail.
- Des douches doivent être fournies (voir la figure 32).
- Les employés ne doivent pas quitter l'installation en portant une pièce de vêtement ou d'équipement qu'ils ont portée durant le quart de travail.
- Des zones de repas doivent être fournies aux employés (voir la figure 33).
- Les zones de repas doivent être pourvues d'un approvisionnement en air filtré, à pression positive et à température contrôlée.
- Les employés doivent se laver les mains et le visage avant de manger, de boire, de fumer ou d'appliquer des cosmétiques (voir la figure 34).
- Les employés ne doivent pas entrer dans les zones de repas en portant leurs vêtements ou leur équipement de travail et de protection, à moins que la poussière de plomb superficielle n'en ait été retirée au moyen d'un aspirateur ou selon une autre méthode de nettoyage.
- Des vêtements de travail et de protection propres et secs doivent être fournis quotidiennement ou hebdomadairement, selon le niveau d'exposition des employés¹³⁴.
- On doit réparer ou remplacer au besoin l'équipement de protection individuelle (EPI) de manière à en préserver la sécurité et l'efficacité¹³⁵.
- Les vêtements de protection contaminés qui doivent être nettoyés, lavés ou éliminés doivent être placés dans un contenant fermé et étiqueté dans le vestiaire¹³⁶.
- Des services de nettoyage, de lavage ou d'élimination des vêtements et de l'équipement de protection doivent être fournis¹³⁷. Les personnes chargées de nettoyer ou de laver ces vêtements et cet équipement doivent être informées par écrit des effets néfastes possibles de l'exposition au plomb¹³⁸.
- L'enlèvement du plomb présent sur les vêtements ou sur l'équipement de protection par soufflage ou secouage disperse le plomb dans l'air et doit être évité¹³⁹. Les figures 35 à 38 (voir les pages suivantes) illustrent les méthodes appropriées d'enlèvement des particules de plomb de diverses pièces de vêtements de protection.

Figure 31

Zone de changement de vêtements



Source : United States Department of Labor, s.d.(a) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *OSHA Lead Requirements: Hygiene Facilities*. <www.osha.gov/SLTC/etools/battery_manufacturing/requirements/hygiene.html#clean_areas>.

132. United States Department of Labor, s.d.(a).

133. *Ibid.*

134. United States Department of Labor, s.d.(c).

135. *Ibid.*

136. North Carolina Department of Transportation, 1996.

137. *Ibid.*

138. *Ibid.*

139. *Ibid.*

Figure 32

Vestiaire et douches



Source : Sim, M. 2013. *Battery recycling done correctly*. Pollution Blog. <www.blacksmithinstitute.org/blog/wp-content/uploads/2013/09/clean-locker-room.jpg>.

Figure 33

Zone de repas des employés



Figure 34

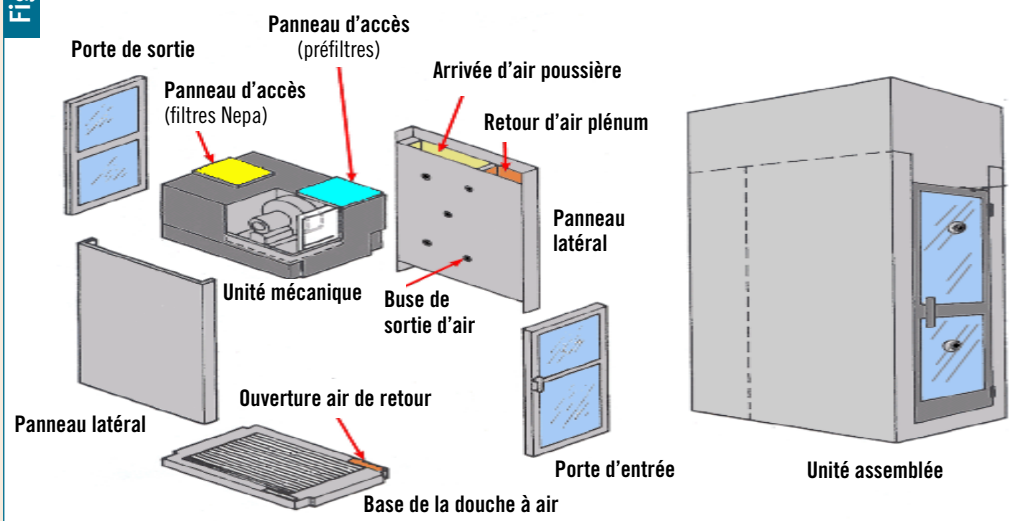
Poste de lavage des mains



Source : United States Department of Labor. s.d.(a) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). OSHA Lead Requirements: Hygiene Facilities. www.osha.gov/SLTC/etools/battery_manufacturing/requirements/hygiene.html#clean_areas

Figure 35

Composantes d'une douche à air pour le nettoyage des vêtements



Source : United States Department of Labor. s.d.(a) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). OSHA Lead Requirements: Hygiene Facilities. www.osha.gov/SLTC/etools/battery_manufacturing/diagrams/hygiene_shower.gif

Figure 36

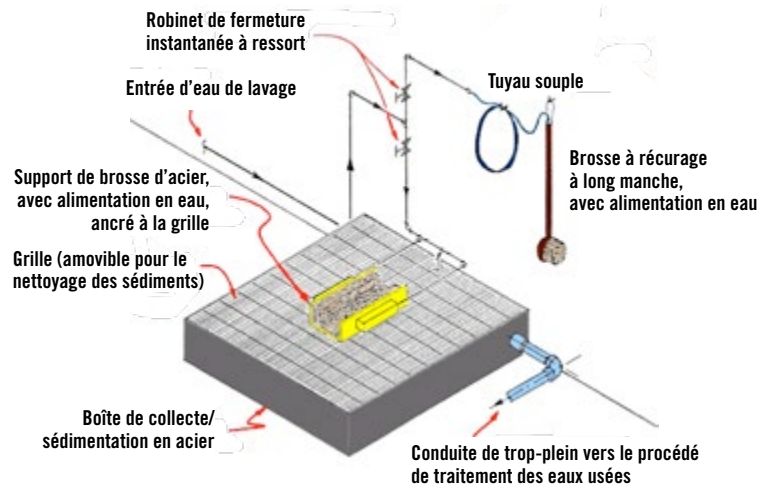
Aspirateur d'enlèvement des particules de plomb sur les vêtements protecteurs



Source : United States Department of Labor. s.d.(a) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). OSHA Lead Requirements: Protective clothing and equipment. <https://www.osha.gov/SLTC/etools/leadmelter/osharequirements/ppe.html>

Figure 37

Diagramme d'un poste de lavage des bottes pour l'enlèvement des particules de plomb



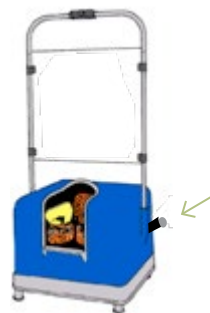
Source : United States Department of Labor. s.d.(a) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *OSHA Lead Requirements: Protective clothing and equipment.* www.osha.gov/SLTC/etools/battery_manufacturing/popup/general_boot-wash.html

Figure 38

Diagramme d'un poste de nettoyage des chaussures pour l'enlèvement des particules de plomb

CONSIGNES D'UTILISATION

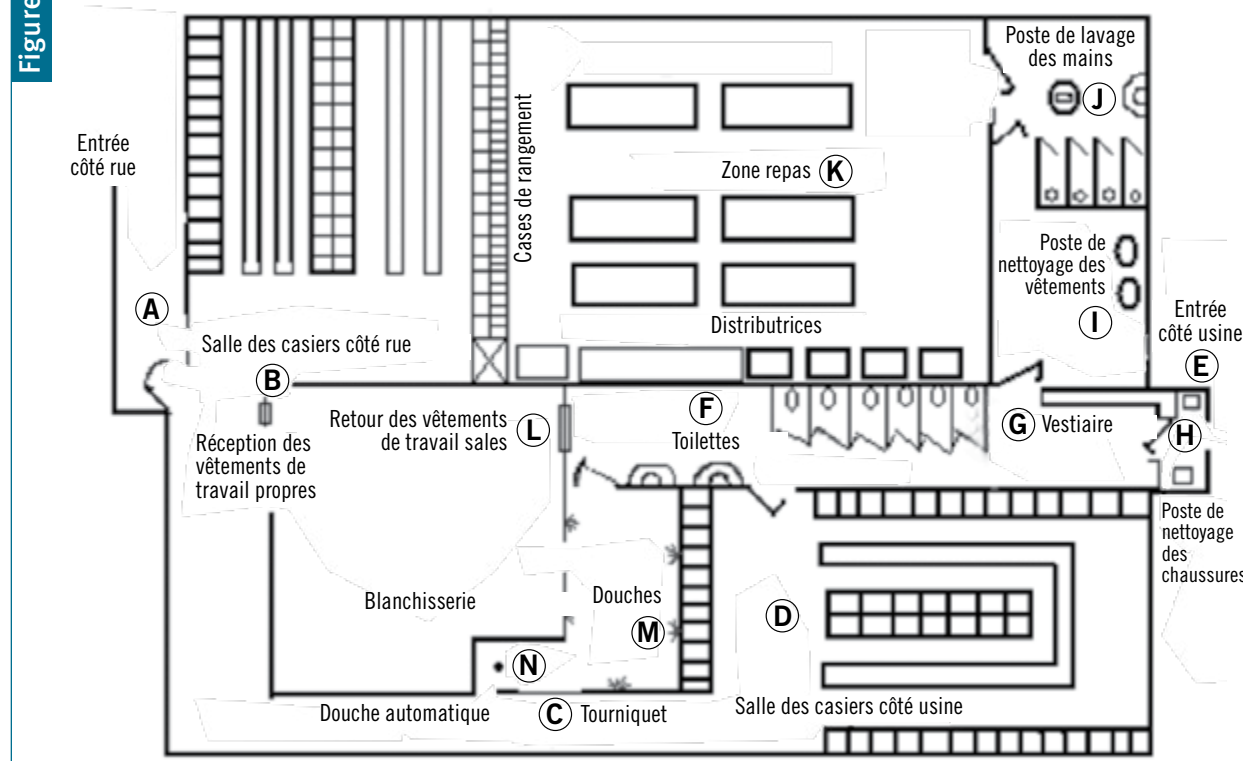
1. Se tenir le plus près possible de l'appareil.
2. Tenir la poignée, appuyer sur le bouton de marche et le maintenir enfoncé.
3. Insérer la chaussure le plus loin possible, la retirer et répéter deux ou trois fois.
4. Après avoir terminé le nettoyage de la deuxième chaussure, relâcher le bouton.



Vers le système d'aspiration avec filtrage HEPA ou le système central d'aspiration de l'usine

Source : United States Department of Labor. s.d.(a) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *OSHA Lead Requirements: Hygiene Facilities.* http://www.osha.gov/SLTC/etools/battery_manufacturing/popup/hygiene_shoe-clean.html

Composantes d'une installation de vestiaire à deux étapes



Source : United States Department of Labor, s.d.(b) Occupational Safety & Health Administration (OSHA). OSHA Lead Requirements: Hygiene Facilities. http://www.osha.gov/SLTC/etools/leadsmelter/popups/hygiene_fac_popup.html

La figure 39 illustre une installation de vestiaire à deux étapes conçue pour assurer l'hygiène professionnelle. Elle comporte les caractéristiques suivantes (les lettres entre parenthèses renvoient aux composantes illustrées dans cette figure)¹⁴⁰ :

- L'installation comprend une seule porte d'entrée en provenance de la rue. (A)
- L'employé retire ses vêtements personnels, reçoit et met des vêtements de travail propres, un casque de protection et un respirateur dans la salle des casiers côté rue. (B)
- L'employé franchit un tourniquet à sens unique pour accéder à la salle des casiers côté usine. (C)
- L'employé met des bottes de travail et d'autres vêtements de sécurité dans la salle des casiers côté usine, où ils sont entreposés. (D)
- Il y a une seule porte d'accès à l'usine. (E)
- Les toilettes tout près du vestiaire sont faciles d'accès durant les heures de travail. (F)
- Le vestiaire permet de ranger temporairement les manteaux, les casques de protection, les gants et les respirateurs pendant les pauses. (G)
- Lors de la pause-repas, l'employé commence par nettoyer ses bottes au poste de nettoyage (H), il retire son manteau et son équipement dans le vestiaire (G), il nettoie ses vêtements au poste de

nettoyage par aspiration (I), il passe ensuite au poste de lavage des mains où il se lave les mains à fond (J), puis il entre dans la zone de repas. (K)

- À la fin du quart de travail, les étapes sont les suivantes : l'employé nettoie ses chaussures (H), il retire ses vêtements contaminés dans la salle des casiers côté usine (D), il range ses bottes et les autres pièces de son EPI dans une case de la salle côté usine, il remet à la blanchisserie ses vêtements de travail sales, son casque de protection et son respirateur (L) et il passe à la douche. (M) Il doit ensuite franchir une douche automatique (N) avant de retourner dans la salle des casiers côté rue (B), où il remet ses vêtements personnels, puis il quitte l'usine. (A)

En Amérique du Nord, plusieurs installations ont déjà adopté certaines des pratiques en milieu de travail décrites dans la présente section. Une compagnie, par exemple, prescrit que les employés doivent retirer leurs vêtements personnels et mettre des vêtements de travail à leur arrivée à l'installation et le port d'un EPI est obligatoire, peu importe l'endroit où ils se trouvent dans l'usine. Tous les vêtements de travail sont lavés quotidiennement sur place. Les employés doivent également prendre une douche avant de remettre leurs vêtements personnels de sorte qu'ils ne propagent pas de particules de plomb en retournant à la maison.

140. United States Department of Labor, s.d.(a).

6.3.1 Équipement de protection individuelle

Le port approprié d'un équipement de protection individuelle (EPI) est essentiel pour que les travailleurs d'une installation de recyclage des BAPU soient protégés contre l'exposition au plomb, aux acides et à d'autres contaminants de l'environnement ou substances dangereuses (voir la figure 40 pour une illustration).

Le type d'EPI requis varie d'une zone à l'autre de l'installation de recyclage, en fonction des risques et des niveaux d'exposition. Chaque aire de travail de l'installation doit être pourvue d'affiches et de panneaux indiquant clairement la nature de l'EPI devant être porté dans cette zone, et tous les employés doivent recevoir une formation sur la façon d'utiliser chaque pièce d'EPI.

Selon les dispositions réglementaires dans la région où se trouve l'installation, les exigences minimales relatives à l'EPI peuvent comprendre les suivantes :

- un respirateur (demi-masque, masque intégral, ou à air comprimé avec filtres combinés de protection contre les particules et contre les substances organiques [p. ex., acide sulfurique]);
- un casque de protection;
- des gants de nitrile et des gants de protection contre les produits chimiques;

- un tablier normal;
- un tablier de protection contre les produits chimiques (expressément conçu et plus robuste que les tabliers normaux);
- des lunettes de sécurité ou des lunettes protectrices ventilées;
- des protège-oreilles;
- des vêtements de protection thermique (opérations de fusion);
- des bottes de sécurité à embout d'acier résistant aux produits chimiques (offrant ainsi une meilleure protection dans les aires mouillées);
- une combinaison en Tyvek avec revêtement à l'épreuve des produits chimiques (de préférence aux combinaisons en tissu) ou des vêtements de travail analogues protégeant tout le corps;
- un écran facial (pouvant être rattaché au casque de protection);
- des couvre-chaussures jetables.

6.4 Surveillance de l'environnement et de la santé dans les établissements de recyclage des BAPU

La règle fondamentale pour tout système de gestion est la suivante : on ne peut pas gérer ce qu'on ne mesure pas. Des activités continues de surveillance, de mesure et de rétroaction fournissent des données utiles qui peuvent conduire à l'amélioration continue et à la GER. Au nombre des principaux programmes de surveillance à mettre en place dans une installation de recyclage des BAPU, on compte les suivants :

- surveillance de la qualité de l'air;
- échantillonnage des surfaces;
- surveillance de l'exposition au bruit;
- surveillance médicale (santé des travailleurs);
- surveillance de la qualité de l'eau.

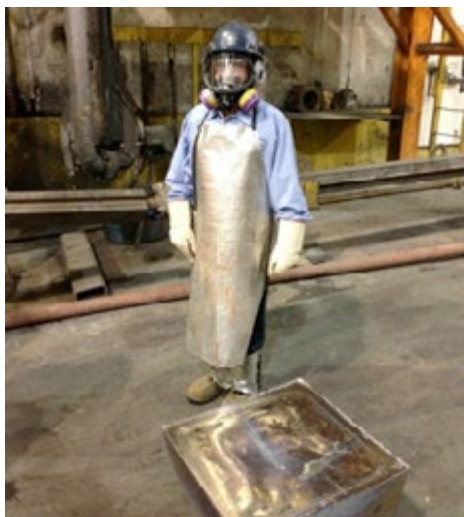
Chacun de ces types de surveillance est étudié séparément dans la section qui suit.

Toutes les analyses doivent être effectuées dans des laboratoires certifiés et agréés, respectant des normes comme les méthodes d'essai de l'EPA et d'Environnement Canada pour la mesure et l'échantillonnage du plomb des sources ponctuelles telles que les émissions de cheminée¹⁴¹. Au Mexique, les analyses doivent être réalisées dans des laboratoires autorisés par les autorités compétentes.

Un processus doit être mis en place pour évaluer et réévaluer de façon continue toute activité susceptible d'entraîner une exposition potentielle, afin de réduire les risques pour la vie humaine et pour l'environnement.

Figure 40

Exemple d'équipement de protection individuelle (EPI)



Source : Sim, M. 2013. *Battery recycling done correctly*. *Pollution Blog*. Consulté le 22 mai 2015. <<http://www.blacksmithinstitute.org/blog/wp-content/uploads/2013/09/man-and-lead.jpg>>.

141. EPA, méthode 12 – essais relatifs au plomb inorganique : <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-12.pdf>; EPA, méthode 29 – essais relatifs aux particules de plomb (entre autres particules métalliques) : <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-29.pdf>. Environnement Canada, essais relatifs aux émissions de plomb et d'autres particules : <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=95F47AF7-1>.

6.4.1 Surveillance de la qualité de l'air dans les installations de recyclage du plomb de seconde fusion

Les établissements de recyclage des BAPU doivent surveiller la qualité de l'air pour les paramètres suivants :

- les particules de plomb;
- les vapeurs d'acide sulfurique;
- les particules de cadmium (facultatif).

Une approche typique de surveillance de la qualité de l'air dans les installations de recyclage du plomb de seconde fusion est décrite ci-dessous. Elle est basée sur une combinaison de directives établies par règlement par plusieurs organismes des États-Unis — *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA, Administration de la santé et de la sécurité au travail), 29 CFR; *Environmental Protection Agency* (EPA, Agence de protection de l'environnement), 40 CFR; *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH, Institut national de la santé et de la sécurité au travail) — ainsi que de renseignements provenant d'autres sources.

- Un échantillonnage passif doit être effectué au moyen de pompes d'échantillonnage d'air.
- Des échantillons doivent être recueillis durant les périodes de non-fonctionnement ou de fermeture afin de fournir des niveaux de référence.
- Des échantillons personnels d'air doivent être recueillis pour les contaminants désignés :
 - par personne, pour une moyenne pondérée en fonction du temps (MPT) sur 8 heures;
 - par tâche, pour une MPT sur 8 heures.
- Un échantillonnage d'air dans les zones de travail pour le dosage du plomb et du cadmium doit être effectué :

- à la source (dans une aire précise reliée à une tâche);
- dans un rayon de 3 m (10 pi) de la source (tenir compte à la fois de la direction parallèle et perpendiculaire, à la verticale/à l'horizontale);
- dans un rayon de 6 m (20 pi) de la source (tenir compte à la fois de la direction parallèle et perpendiculaire, à la verticale/à l'horizontale).
- Les échantillons doivent être analysés pour le dosage des métaux et des particules par un laboratoire agréé¹⁴².
- L'échantillonnage doit être effectué selon les normes suivantes de l'OSHA figurant dans la série de règlements 29 CFR (ou des normes équivalentes), le cas échéant :
 - 1910.120 *Hazardous Waste Operations and Emergency Response* (Déchets dangereux : exploitation et interventions d'urgence);
 - 1910.1200 *Hazard Communications* (Communications relatives au danger);
 - 1910.1025 *Lead Standards* (Normes relatives au plomb);
 - 1910.1027 *Cadmium Standards* (Normes relatives au cadmium).
- Le règlement de l'OSHA 29 CFR 1910.134, *Respirator Protection* (Protection par respirateur), doit être appliqué le cas échéant.

Les figures 41 à 43 présentent des exemples de différentes pompes de mesure et cartouches d'échantillonnage d'air que l'on peut utiliser pour surveiller la qualité de l'air dans les installations de recyclage des BAPU.

Figure 41

Pompes d'échantillonnage de l'air, personnelles ou de zone



Source: SKC Inc. 2014. *Universal PCXR4 5 to 5000 ml/min.* <www.skcinc.com/catalog/index.php?cPath=100000000_101000000_101000350>.

142. Au Mexique, les échantillons doivent être évalués dans des laboratoires autorisés par les autorités compétentes.

Figure 42

Système personnel complet de surveillance de la qualité de l'air



Source : Sensidyne. 2015. *Gilian air sampling equipment from Sensidyne.* <www.sensidyne.com/air-sampling-equipment/sampling-media-accessories>

Trousse d'échantillonnage de plomb dans l'air



Source : SKC Inc. 2015. <http://www.skcinc.com/catalog/product_info.php?cPath=22&products_id=123>.

6.4.2 Surveillance de la qualité de l'eau dans les installations de recyclage du plomb de seconde fusion

Il faut procéder régulièrement à des échantillonnages des eaux usées afin de mesurer les paramètres suivants dans les effluents d'une installation de seconde fusion du plomb :

- les métaux : argent (Ag), arsenic (As), baryum (Ba), cadmium (Cd), chrome (Cr), mercure (Hg), plomb (Pb) et sélénium (Se);
- le pH;
- la demande biochimique en oxygène (DBO);
- la demande chimique en oxygène (DCO);
- les matières totales dissoutes (MTD);
- les matières totales en suspension (MES).

On effectue des échantillonnages pour veiller à ce que le système de traitement des eaux usées retire efficacement le plomb des eaux jusqu'à des niveaux qui sont acceptables pour les organismes de réglementation locaux, étatiques/provinciaux et/ou nationaux/fédéraux, selon le cas. L'approche d'échantillonnage comporte les activités suivantes :

- Échantillonner les sources d'eau dans l'installation et dans les environs afin d'y analyser les contaminants possibles.
- Recueillir des échantillons durant les périodes de non-fonctionnement ou d'arrêt afin d'obtenir des niveaux de référence.
- Faire analyser l'eau d'alimentation propre utilisée pour le procédé et pour les installations sanitaires ainsi que les eaux résiduaires à la sortie du procédé et au point de rejet des eaux des installations sanitaires.

143. Au Mexique, les échantillons doivent être évalués dans des laboratoires autorisés par les autorités compétentes.

144. Centers for Disease Control and Prevention, 1994.

- Prélever des échantillons ponctuels à différentes heures de la journée afin d'évaluer toutes les conditions possibles.
- Faire analyser les échantillons par un laboratoire agréé pour le dosage des concentrations de métaux, en particulier le plomb, mais aussi pour d'autres paramètres courants de surveillance de la qualité de l'eau (pH, turbidité, DCO) et d'autres paramètres fixés par les organismes de réglementation compétents¹⁴³.
- Les résultats des échantillonnages sont évalués en fonction d'une série de paramètres précisés dans les permis d'exploitation accordés à l'installation par les autorités locales, régionales et/ou nationales compétentes.

6.4.3 Échantillonnage des surfaces dans les installations de recyclage du plomb de seconde fusion

Afin de déterminer la présence ou non de contaminants préoccupants, l'échantillonnage des surfaces dans les installations de recyclage des BAPU doit permettre de mesurer les paramètres suivants :

- le plomb;
- le cadmium — facultatif; ce métal ne devrait pas être présent, mais l'analyse aidera à déterminer si les employés (en particulier, les fumeurs) respectent les directives relatives à l'hygiène.

L'approche d'échantillonnage doit respecter les procédures énoncées dans la méthode NIOSH 9100¹⁴⁴ et comprendre les activités suivantes :

- Les surfaces échantillonnées doivent inclure tout point qui devrait être propre et exempt de toute contamination, par exemple les bureaux, les tables de travail, les toilettes, les salles de pause, les salles de nettoyage et les lieux de réunion.

- Recueillir les échantillons pendant les périodes de non-fonctionnement ou d'arrêt afin d'obtenir des niveaux de référence.
- Prélever des échantillons par essuyage sur les surfaces identifiées à divers intervalles et endroits au cours de la journée pour obtenir la meilleure évaluation possible de la contamination des surfaces.
- Faire analyser les échantillons par un laboratoire agréé pour le dosage des métaux selon la méthode d'essai EPA SW-846 (ou l'équivalent).

Des échantillons instantanés ou ponctuels peuvent être prélevés à tout moment pour évaluer la présence d'un contaminant désigné tel que le plomb. Ce genre d'échantillonnage permet de déceler la présence d'un contaminant, mais non pas sa quantité, à l'endroit où l'échantillon a été prélevé.

Des exemples de matériel utilisé pour l'échantillonnage des surfaces sont présentés aux figures 44 et 45.

6.4.4 Mesure du bruit

La première étape de la mesure du bruit en milieu de travail consiste à déterminer s'il existe ou non un problème de bruit. Afin d'établir des niveaux de bruit de référence, on mesure les niveaux d'exposition générale de la main-d'œuvre (échantillonnage de zone) pendant les périodes de non-fonctionnement ou d'arrêt. Il convient de prendre plusieurs mesures à différents endroits dans le lieu de travail pour évaluer l'exposition des employés¹⁴⁵. Lorsqu'il est établi que le bruit pose problème, il faut recueillir des échantillons personnels pour chaque employé afin de déterminer l'exposition individuelle en fonction de la tâche. On doit mesurer les niveaux de bruit et l'exposition des travailleurs au bruit selon une procédure telle que la norme OSHA 29

CFR 1910.95, ou conformément à la norme en vigueur sur le territoire où se trouve l'établissement.

Il y a deux types d'instrument qui permettent de mesurer l'exposition au bruit : le sonomètre et le dosimètre.

Le sonomètre détermine l'exposition instantanée d'une personne au bruit en détectant les petites variantes de pression d'air produites par le son et en les transformant en signaux électriques. Ces signaux sont traités dans les circuits électroniques de l'appareil et la lecture indique le niveau sonore en décibels¹⁴⁶.

Le dosimètre de bruit est un appareil semblable au sonomètre, mais il stocke les mesures des niveaux de bruit et les intègre en fonction du temps, ce qui permet d'obtenir une lecture de l'exposition moyenne au bruit pour une période donnée telle qu'une journée de travail de huit heures. Des exemples de dosimètres de bruit sont présentés aux figures 46 et 47. (Nota : La reproduction des noms de marque des produits dans les photographies du présent document ne constitue nullement une approbation de ces produits par la CCE ou par l'un ou l'autre des trois gouvernements.)

6.4.5 Surveillance médicale

La surveillance médicale/biologique des employés dans une installation de recyclage de plomb de seconde fusion doit comporter les éléments suivants :

- une analyse sanguine complète une fois par année pour les paramètres suivants (plus fréquemment si des paramètres préoccupants sont décelés) :
 - numération-formule sanguine;
 - panel métabolique de base (Chem-7);
 - analyse d'urine;
 - dosage du plomb, cadmium et du mercure dans le sang;
 - dosage du cadmium et du mercure dans l'urine;



Source : SKC Inc. 2014. *Ghost Wipes for lead and other metals*. <www.skcin.com/catalog/index.php?cPath=600000000_601000000_601000100>

145. Cohen, J.M., et R.D. Peterson, 1995.

146. Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail, 2015b.



Source : SKC Inc. 2014. *Full Disclosure detects lead on skin & surfaces*. <www.skcin.com/catalog/index.php?cPath=600000000_601000000_601000050>

Figure 46

Dosimètre pour la mesure du bruit



Source : 3M. 2015. 3M™ Edge™ Dosimeters. <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/PPE_SafetySolutions_EU/Safety/Product_Catalogue/~/3M-Edge-Dosimeters?N=5158380+3294411297+3294857473&rt=rud>

- analyse sanguine partielle tous les semestres pour le dosage du plomb et du cadmium (facultatif);
- test respiratoire;
- audiogramme;
- radiographie pulmonaire.

Les résultats des analyses du cadmium aident les évaluateurs à comprendre le fardeau additionnel attribuable au tabagisme et à documenter des niveaux de référence pour les fumeurs, puisque leur organisme absorbera le plomb plus facilement et libérera le plomb plus lentement que celui des non-fumeurs.

Les programmes de surveillance médicale sont nécessaires pour surveiller l'état de santé des employés et pour prévenir les expositions inutiles, ainsi que les effets néfastes à long terme sur la santé liés à l'environnement de travail. Ce type de surveillance doit être assuré et géré par des professionnels de la santé autorisés.

Les tests peuvent comprendre des évaluations biologiques et physiques et doivent être effectués à diverses fréquences, selon les préoccupations cernées.

6.5 Plans d'urgence

Toutes les installations doivent élaborer et conserver sur place un plan d'intervention d'urgence décrivant les procédures à suivre en cas d'incendie, de déversement de produits chimiques, d'explosion, de séisme ou de rejet accidentel de produits dangereux. Tous les employés doivent savoir ce qu'ils ont à faire lorsque certaines alarmes sont déclenchées. Ils doivent bien connaître les plans d'évacuation et les points de rencontre où ils sont censés se rassembler, grâce à l'organisation périodique d'exercices d'alerte. Il doit toujours y avoir un employé de permanence téléphonique ayant la responsabilité de coordonner les interventions en cas d'urgence.

Figure 47

Dosimètre pour la mesure du bruit



Source : Casella CEL Inc. 2014. dBadge Micro Noise Dosimeter CEL-350. <www.casellausa.com/store/product.cfm?pID=7C504B4D4D197450>

Lors de l'élaboration du plan d'urgence, les propriétaires et exploitants de l'installation auront avantage à consulter les services locaux de police et d'incendie, les hôpitaux, le personnel des autorités fédérales/nationales/étatiques/provinciales, les équipes locales d'intervention d'urgence qui coordonnent les ressources locales, de même que les administrations municipales et des entrepreneurs qui seraient de permanence téléphonique pour aider à remédier à la situation d'urgence. Une liste de contrôle pour la mise en œuvre concernant la surveillance et la protection de l'environnement dans les installations de recyclage des BAPU est présentée au tableau 18.

Au minimum, le plan d'urgence doit comporter les éléments suivants :

- **décrire les mesures à prendre pour réduire les dangers** pour la santé humaine en premier lieu, mais aussi pour protéger l'environnement (l'air, les sols et l'eau) contre tout rejet accidentel de déchets dangereux ou d'autres matières susceptibles de causer des dommages au milieu;
- **contenir une liste des noms et des numéros de téléphone de tous les employés ayant qualité pour agir comme coordonnateurs d'intervention d'urgence**, un coordonnateur principal d'intervention d'urgence étant désigné, ainsi que divers autres employés qui ont obtenu la formation requise pour agir comme coordonnateurs d'intervention d'urgence et avec lesquels on doit communiquer si le coordonnateur principal n'est pas disponible. Il est essentiel que cette liste de personnes-ressources en cas d'urgence soit constamment à jour;
- **décrire tout l'équipement d'urgence présent sur le site** (p. ex., système d'extincteurs, trousse de nettoyage des déversements, systèmes de communication et d'alarme et équipement de décontamination) et en indiquer l'emplacement précis.

Tableau 18. Liste de contrôle pour la mise en œuvre : surveillance et protection de l'environnement dans les installations de recyclage des BAPU

Élément à mettre en œuvre	Activité principale de GER	Mesures et considérations	Pour des détails, voir la section...
Mesures de contrôle pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs	Suivre les normes prescrites de santé au travail	<input type="checkbox"/> Connaître et respecter les lois en vigueur sur la santé et la sécurité au travail dans votre région, en particulier en ce qui concerne les niveaux admissibles d'exposition au plomb et les niveaux de plomb dans le sang <input type="checkbox"/> Effectuer des évaluations des risques afin de déterminer les dangers et de planifier et d'appliquer des contrôles ou des améliorations en vue de remédier aux risques <input type="checkbox"/> Adopter des pratiques appropriées en milieu de travail	6.1 6.2 6.3
Équipement de protection individuelle	Protéger les travailleurs contre toutes les expositions possibles en utilisant des dispositifs de protection, d'après les évaluations des risques et les exigences réglementaires	<input type="checkbox"/> Respirateur : demi-masque, masque intégral ou dispositif à air comprimé avec filtres combinés <input type="checkbox"/> Casque de protection <input type="checkbox"/> Gants de nitrile et gants de protection contre les produits chimiques <input type="checkbox"/> Tablier ou tablier de protection contre les produits chimiques (expressément conçu et plus robuste que les tabliers courants) <input type="checkbox"/> Verres de sécurité ou lunettes de protection <input type="checkbox"/> Protège-oreilles <input type="checkbox"/> Vêtements de protection thermique (aire du four et autres aires de travail à haute température) <input type="checkbox"/> Bottes de sécurité à embout d'acier et résistant aux produits chimiques <input type="checkbox"/> Combinaison en Tyvek avec revêtement de protection contre les produits chimiques, ou vêtement de travail analogue couvrant tout le corps <input type="checkbox"/> Écran facial (peut être rattaché au casque) <input type="checkbox"/> Couvre-chaussures jetables	6.3
Surveillance	Surveillance de l'exposition personnelle	<input type="checkbox"/> Conception et mise en place d'un système complet de surveillance de la qualité de l'air, y compris : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Échantillonnage passif <input type="checkbox"/> Échantillonnage d'air personnel et ambiant <input type="checkbox"/> Analyse des échantillons par un laboratoire agréé <input type="checkbox"/> Respirateurs au besoin, selon les exigences réglementaires 	6.4.1
	Échantillonnage et analyse des surfaces	<input type="checkbox"/> Prélèvement d'échantillons sur les surfaces de travail et les surfaces adjacentes, à l'installation, pour le dosage du plomb et du cadmium <input type="checkbox"/> Analyse des échantillons par un laboratoire tiers agréé	6.4.3
	Mesure du bruit	<input type="checkbox"/> Mesure de l'intensité sonore à l'installation et dans les environs, à intervalles réguliers, pour estimer l'exposition des employés au bruit; prélèvement d'échantillons : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> durant les périodes d'arrêt pour obtenir des niveaux sonores de référence <input type="checkbox"/> dans plusieurs secteurs pour établir les niveaux de bruit de fond <input type="checkbox"/> dans les aires de travail des employés pour déterminer l'exposition individuelle 	6.4.3
	Surveillance médicale	<input type="checkbox"/> Examens médicaux des employés à intervalles réguliers pour déterminer l'exposition au plomb et aux autres substances chimiques, notamment : analyses sanguines et analyses d'urine, tests respiratoires et tests de l'ouïe, radiographies pulmonaires	6.4.5
	Qualité de l'eau	<input type="checkbox"/> Conception et mise en place d'un système complet de surveillance de la qualité de l'eau, y compris l'échantillonnage à intervalles réguliers pour le dosage des métaux, de la demande biochimique et chimique en oxygène, des matières totales dissoutes et en suspension <input type="checkbox"/> Suivre des protocoles d'échantillonnage établis et avérés <input type="checkbox"/> Analyse des échantillons par un laboratoire tiers agréé	6.4.2
Plan d'urgence	Élaboration d'un plan d'intervention d'urgence	<input type="checkbox"/> Élaborer et mettre en vigueur un plan d'intervention d'urgence énonçant les procédures à suivre en cas d'urgence. Le plan doit : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> décrire les mesures à prendre afin de réduire les dangers pour la santé humaine et pour l'environnement à la suite de tout rejet accidentel de déchets dangereux ou d'autres matières <input type="checkbox"/> comprendre une liste des noms et des numéros de téléphone des personnes-ressources clés ayant qualité pour agir comme coordonnateurs d'intervention d'urgence <input type="checkbox"/> décrire tout l'équipement d'urgence sur le site et en indiquer l'emplacement précis 	6.5



Vérification et établissement
de rapports



7. Vérification et établissement de rapports

7.1 Vérification

Il convient de faire effectuer des vérifications à une fréquence périodique pour confirmer que les installations mesurent leur performance d'une façon qui est conforme aux présentes lignes directrices. L'Organisation internationale de normalisation (ISO) a établi des directives qui visent à faire en sorte que les conclusions des vérifications (appelées « audits » à l'ISO) soient fiables et exactes, et à permettre à des vérificateurs travaillant indépendamment les uns des autres de tirer des conclusions analogues dans des circonstances semblables. Ces lignes directrices sont contenues dans les normes ISO 19011 et ISO 17021. Toutes les vérifications dans les établissements de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées (BAPU) devraient être effectuées par un professionnel accrédité conformément aux directives énoncées dans les normes ISO 19011 et ISO 17021, ou l'équivalent.

La norme ISO 19011 « fournit des lignes directrices sur l'audit de systèmes de management, comprenant les principes de l'audit, le management d'un programme d'audit et la réalisation d'audits de systèmes de management. Elle donne également des lignes directrices sur l'évaluation de la compétence des personnes impliquées dans le processus d'audit, y compris le ou la responsable du management du programme d'audit, les auditeurs et les équipes d'audit »¹⁴⁷.

La norme ISO 17021 vient compléter la norme ISO 19011; elle « spécifie les principes et les exigences relatifs à la compétence, à la cohérence et à l'impartialité lors des audits et lors de la certification de systèmes de management de tous types (par exemple systèmes de management de la qualité ou systèmes de management environnemental) et relatives aux organismes fournissant cette activité »¹⁴⁸.

147. Organisation internationale de normalisation, 2011b.

148. Organisation internationale de normalisation, 2011a.

7.2 Établissement de rapports

Il importe que les installations qui reçoivent et gèrent des BAPU mettent en place un système de suivi permettant de contrôler, peser ou dénombrer et documenter toutes les matières à l'entrée et à la sortie, les déchets produits, ainsi que les pièces d'équipement et les composants envoyés au recyclage. Un tel système devrait être mis en œuvre dans chaque installation, y compris les installations d'entreposage hors site.

Pour l'établissement de rapports et pour démontrer le respect des exigences réglementaires, les établissements de recyclage des BAPU doivent conserver des registres relatifs aux activités opérationnelles sur une base mensuelle. Tous les registres doivent être facilement accessibles et disponibles pour examen par le personnel interne et des tierces parties externes pendant la durée d'existence de l'installation. Les registres doivent porter notamment, mais non limitativement, sur les éléments suivants :

- l'identité des producteurs et des transporteurs de BAPU;
- des renseignements sur les indicateurs clés de la performance comme le taux d'efficacité du recyclage, le taux de récupération et le taux résiduel à l'installation (les définitions varient selon l'emplacement) — dans certaines installations, ces renseignements peuvent être considérés comme faisant l'objet d'une propriété exclusive et ne pas être disponibles pour examen;
- une description de la façon dont les déchets ont été gérés;
- l'origine et la quantité de matières reçues (masse, nombre d'unités et/ou volume) selon le type de matériel ou d'article;
- la quantité (masse, nombre d'unités et/ou volume) de matières entreposées, en attente de traitement, recyclées, réutilisées et/ou remises à neuf et expédiées en aval;

- la quantité (masse, nombre d'unités et/ou volume) et le type de matières résiduelles expédiées pour élimination, ainsi que le mode d'élimination;
- la quantité (masse, nombre d'unités et/ou volume) et le type de matières vendues/redistribuées;
- une description de toute plainte reçue;
- un examen trimestriel, par l'installation, de la documentation, ainsi que des matières entrant sur les lieux et des matières résiduelles.

De multiples avantages reconnus découlent de l'adoption et de la mise en œuvre de pratiques de gestion écologiquement rationnelle des déchets, notamment :

- des possibilités d'affaires accrues pour les entreprises — à présent, les clients exigent souvent que les entreprises qui traitent en fin de vie

utile les composantes associées à leurs produits adoptent des pratiques de GED; par conséquent, la GED peut constituer un avantage sur le plan du marketing pour toutes les entreprises dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement;

- la récupération accrue de matières ayant une grande valeur économique, par exemple le plomb;
- une efficacité opérationnelle accrue grâce à la mise en œuvre de nouveaux systèmes et de nouvelles méthodes axées sur la réduction des déchets, la réutilisation et le recyclage;
- l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs, de même que la protection de la collectivité locale et de l'environnement;
- enfin, l'assurance que les exigences réglementaires et législatives sont respectées.



Annexe : Installations existantes de recyclage des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord

Installations traitant des BAPU au Canada

Nom de l'installation	Emplacement	Description
Metalex Products Ltd.	Richmond, Colombie-Britannique	Toutes les autres activités diverses de fabrication
Teck Trail Operations	Trail, Colombie-Britannique	Fonte et affinage de métaux non ferreux (sauf l'aluminium)
K.C. Recycling Ltd.	Trail, Colombie-Britannique	Collecte et fragmentation de batteries
Tonolli	Mississauga, Ontario	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
Newalta	Sainte-Catherine, Québec	Fonderies de métaux non ferreux
Glencore — Brunswick Smelter	Belledune, Nouveau-Brunswick	Fonte et affinage de métaux non ferreux (sauf l'aluminium)

Installations traitant des BAPU au Mexique

Nom de l'établissement	Emplacement	Description
Proveedora de Metales y Similares, S.A. de C.V.	Aguascalientes, Aguascalientes	Collecte des déchets
Óxidos y Pigmentos Mexicanos, S.A. de C.V.	Tijuana, Baja California	Recyclage, fonte et affinage des BAPU
Martha Alicia Boites Jiménez	León, Guanajuato	Collecte des déchets, étirage et extrusion
Funofec, S.A.	Tizayuca, Hidalgo	Collecte des déchets
Dian Procesos Metalúrgicos, S.A. de C.V.	Tlajomulco, Jalisco	Collecte des déchets, étirage et extrusion
Sion Acumuladores, S.A. de C.V.	El Salto, Jalisco	Collecte des déchets, étirage et extrusion
Industrial Mondelo, S. de R.L. de C.V.	Lerma, Estado de México	Collecte des déchets, oxydes et sulfates de plomb, recyclage des BAPU
Industrias Deutsch, S.A. de C.V.	Cuautitlán, Estado de México	Recyclage du plomb, oxydes de plomb
La Batería Verde, S.A. de C.V.	Tezoyuca, Estado de México	Recyclage des BAPU
Eric Odranoel Bobadilla Quintero	Morelia, Michoacán	Collecte des déchets, recyclage
MG Recicles, S.A. de C.V.	Ecuandureo, Michoacán	Collecte des déchets, étirage et extrusion
Corporación Pipsa, S.A. de C.V.	García, Nuevo León	Collecte des déchets
Eléctrica Automotriz Omega, S.A. de C.V.	Doctor González, Nuevo León	Collecte des déchets, fonte du plomb
Enertec Exports (JCI), S. de R.L. de C.V. (planta Ciénega de Flores)	Ciénega de Flores, Nuevo León	Recyclage des BAPU
Enertec Exports (JCI), S. de R.L. de C.V. (planta García)	García, Nuevo León	Fonte et affinage du plomb
Recicladora Industrial de Acumuladores, S.A. de C.V.	Santa Catarina, Nuevo León	Collecte des déchets, fonte du plomb

Installations traitant des BAPU au Mexique (suite)

Nom de l'établissement	Emplacement	Description
Reciclajes y Destilados Monterrey, S.A. de C.V.	García, Nuevo León	Collecte des déchets
Recmat de México, S. de R.L. de C.V.	García, Nuevo León	Batteries au plomb
Productos Metalúrgicos Poblanos, S.A. de C.V.	Huejotzingo, Puebla	Collecte des déchets
Fundametz México, S.A. de C.V.	San Luis Potosí, SLP	Collecte des déchets
Omega Recy, S.A. de C.V. (auparavant Omega Solder México, S.A. de C.V.)	San Luis Potosí, SLP	Collecte des déchets, étirage et extrusion
Versisa, S.A. de C.V.	San Luis Potosí, SLP	Collecte des déchets, BAPU
Fundidora VH, S.A. de C.V. (auparavant Hornos de Fundición, S.A. de C.V.)	Valle Hermoso, Tamaulipas	Collecte des déchets, BAPU
M3 Resources México, S. de R.L. de C.V.	Reynosa, Tamaulipas	Fonderies de métaux non ferreux
Metalurgic Xicohténcatl, S. de R.L. de C.V.	Tlaxco, Tlaxcala	BAPU, plaques de batteries, oxydes et sulfates de plomb

Installations traitant des BAPU aux États-Unis

Nom de l'installation	Emplacement	Description
The Battery Recycling Company	Arecibo, Porto Rico	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
The Doe Run Company — Buick Resource Recycling Division	Boss, Missouri	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
East Penn Manufacturing Co., Inc.	Lyon Station, Pennsylvanie	Fabrication et recyclage de batteries
Exide Technologies, Inc.	Muncie, Indiana	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
Exide Technologies, Inc.	Canon Hollow, Missouri	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
Gopher Resource Corporation	Eagan, Minnesota	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
Gopher Resource Corporation — Envirofocus Technologies	Tampa, Floride	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
Johnson Controls, Inc.	Florence, Caroline-du-Sud	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
RSR Corporation, Quemetco	City of Industry, Californie	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
RSR Corporation, Quemetco	Indianapolis, Indiana	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
RSR Corporation, Revere	Middleton, New York	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux
Sanders Lead Company	Troy, Alabama	Laminage, étirage, extrusion et alliage de métaux non ferreux

Glossaire

- Affinage du plomb** — Élimination de presque tout le cuivre, l'antimoine, l'arsenic et l'étain que contient le plomb d'œuvre brut¹⁴⁹.
- Affinage pyrométallurgique** — Récupération des métaux au moyen de procédés thermiques tels que la fusion¹⁵⁰.
- Agent fondant** — Produit chimique utilisé pour nettoyer, accroître le débit ou purifier durant le processus de fonte de métaux¹⁵¹.
- Agent tampon** — Faible acide ou base servant à maintenir l'acidité (pH) d'une solution proche d'une valeur choisie après l'ajout d'un autre acide ou base. L'agent tampon a pour fonction d'empêcher une modification rapide du pH lorsqu'un acide ou une base sont ajoutés à une solution.
- BAPU** — Batterie d'accumulateurs au plomb usée. Batterie usée qu'il est impossible de recharger adéquatement pour la réutiliser¹⁵².
- Batterie d'accumulateurs au plomb (BAP)** — Dispositif électrochimique rechargeable utilisé pour stocker et produire de l'énergie électrique. Aussi : batterie au plomb et acide¹⁵³.
- Borne de batterie** — Les bornes positive et négative sont des bornes en plomb qui sortent du boîtier de la batterie et auxquelles le dispositif devant être alimenté en énergie est relié¹⁵⁴.
- Composés organiques volatils (COV)** — Substances chimiques organiques qui ont une pression de vapeur élevée à la température normale de la pièce. Cette pression de vapeur élevée est attribuable à un point d'ébullition bas, ce qui amène un grand nombre de molécules à s'évaporer ou à se sublimer, c'est-à-dire passer de l'état liquide ou solide à l'état gazeux, et à pénétrer dans l'air environnant¹⁵⁵.
- Dosimètre de bruit** — Un dosimètre de bruit est un sonomètre d'un type particulier spécialement destiné à mesurer l'exposition au bruit d'un salarié travaillant en ambiance bruyante et fournir comme résultat une mesure intégrée sur une certaine période de temps, habituellement pour se conformer à des règlements en matière de santé et de sécurité telles que la norme de l'Occupational Safety and Health Administration(OSHA)¹⁵⁶.
- Écume** — Matières contaminées par le plomb qui se forment durant le procédé de fonte¹⁵⁷.
- Électrolyte** — Toute solution acide ou basique qui laisse passer le courant. Dans une batterie d'accumulateurs au plomb, l'électrolyte est une solution diluée d'acide sulfurique (H₂SO₄) et d'eau (H₂O)¹⁵⁸.
- Émissions de cheminée** — Rejets dans l'atmosphère provenant de matières brutes et/ou de procédés industriels qui sont soumis à un dispositif de filtrage ou à un mécanisme antipollution conçu pour réduire ou éliminer les substances dangereuses qu'ils contiennent ou la quantité de matières produites avant d'être libérés dans l'air¹⁵⁹.
- Émissions fugitives** — Rejets dans l'atmosphère provenant de matières brutes et/ou de procédés industriels qui ne sont pas soumis à un dispositif de filtrage ou à un mécanisme antipollution conçu pour réduire ou éliminer les substances dangereuses qu'ils contiennent ou la quantité de matières produites avant d'être libérés dans l'air¹⁶⁰.
- Entente avec un tiers intervenant** — Entente en vertu de laquelle une fonderie convient avec un fabricant de batteries de fondre le plomb provenant des BAPU moyennant un coût précis¹⁶¹.
- Équipement de protection individuelle (EPI)** — Regroupe les vêtements protecteurs, les casques, les lunettes de sécurité et les autres vêtements ou pièces d'équipement conçus pour protéger une personne contre les blessures. Les dangers auxquels l'EPI peut parer comprennent les dangers physiques, électriques, thermiques, chimiques, biologiques et les particules en suspension dans l'air¹⁶².

149. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

150. Commission de coopération environnementale, 2007.

151. Contributeurs Wikipédia, s.d.(b).

152. Commission de coopération environnementale, 2007.

153. C&D Technologies, Inc., 2012.

154. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

155. Contributeurs Wikipédia, s.d.(m).

156. Contributeurs Wikipédia, s.d.(f).

157. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

158. C&D Technologies, Inc., 2012.

159. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

160. *Ibid.*

161. Commission de coopération environnementale, 2013b.

162. Contributeurs Wikipédia, s.d.(i).

- Fragmentation des batteries** — Processus dans le cadre duquel des batteries d'accumulateurs au plomb usées sont ouvertes, broyées, concassées ou démontées et séparées en composantes¹⁶³.
- Fusion** — Réduction chimique des composés de plomb en plomb élémentaire ou en alliages de plomb, par traitement dans des fours à température élevée (supérieure à 980 °C) tels que, notamment, les hauts-fourneaux, les fours à réverbère, les fours tournants et les fours électriques¹⁶⁴.
- Gants de nitrile** — Type de gants jetables en caoutchouc synthétique. Les gants de nitrile sont plus résistants aux perforations que beaucoup d'autres types de gants de caoutchouc et ils offrent une résistance supérieure à de nombreuses substances chimiques¹⁶⁵.
- Gâteau de filtration** — Couche de poussière que forment les substances captées par un filtre en s'accumulant. Lorsque le gâteau atteint une certaine épaisseur, il faut le retirer du filtre¹⁶⁶.
- GER** — Gestion écologiquement rationnelle; système assurant que les déchets et les matières usagées et mises au rebut sont gérés d'une manière qui économise les ressources naturelles et protège la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs que peuvent engendrer ces déchets et matières. Aussi : gestion écologique¹⁶⁷.
- Lixiviat** — Liquide produit par la percolation de l'eau à travers une matière. En traversant cette matière, l'eau accumule des substances; par conséquent, un lixiviat peut être contaminé par des substances indésirables.
- Mise hors service** — Dans le contexte des présentes lignes directrices, processus officiel consistant à mettre un terme aux activités d'une fonderie de plomb de seconde fusion pour la fermer ou la rendre inactive en permanence¹⁶⁸.
- Neutralisation** — Processus chimique dans lequel un acide et une base réagissent quantitativement l'un avec l'autre. En milieu aqueux, la neutralisation a pour effet de supprimer tout excédent d'ions d'hydrogène ou d'hydroxyde présents dans la solution. Le pH de la solution neutralisée dépend de la force acide des réactifs¹⁶⁹.
- Niveau d'exposition admissible (NEA)** — Limite imposée par règlement à la quantité ou à la concentration d'une substance dans l'air. Les NEA sont basés sur une exposition pondérée en fonction du temps sur huit heures¹⁷⁰.
- Niveaux de référence** — Série de données recueillies à l'état neutre dans un lieu pour établir des niveaux qui serviront de base de comparaison par rapport aux données ultérieures¹⁷¹.
- NO_x** — Terme générique qui regroupe deux oxydes d'azote : le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces oxydes sont produits par la réaction de l'azote et de l'oxygène gazeux dans l'air durant la combustion, particulièrement à température élevée. Les NO_x réagissent ensuite pour produire du smog et des précipitations acides¹⁷².
- Palette** — Structure de transport plate qui soutient des biens de façon stable pendant son transport par un chariot élévateur à fourche¹⁷³.
- Pellicule moulante** — Pellicule de plastique transparent utilisée pour emballer solidement des objets. Aussi : pellicule rétractable.
- Point de chargement du four de fusion** — Ouverture physique par laquelle les matières premières sont introduites dans un haut-fourneau¹⁷⁴.
- Poulie de queue** — Poulie placée à la queue d'un transporteur à courroie, à l'opposé de l'extrémité habituelle de déchargement des objets transportés¹⁷⁵.
- Puisard de collecte** — Drain qui se trouve au point le plus bas d'une zone et vers lequel les eaux de ruissellement ou les matières liquides déversées s'écoulent.
- Réactif** — Substance chimique ajoutée à un système afin de produire une réaction chimique¹⁷⁶.

163. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

164. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

165. Xintex Group, s.d.

166. Contributeurs Wikipédia, s.d.(b).

168. Contributeurs Wikipédia, s.d.(a).

169. Contributeurs Wikipédia, s.d.(e.)

170. United States Department of Labour, s.d.

171. Business Dictionary, s.d.

172. Contributeurs Wikipédia, s.d.(g).

173. Contributeurs Wikipédia, s.d.(h).

174. United States Federal Register, Environmental Protection Agency, *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

175. McGraw-Hill, 2003.

176. Contributeurs Wikipédia, s.d.(k).

Sacs filtrants ou filtres en tissu — Les particules sèches sont retenues et piégées par des filtres fabriqués en tissu, en papier ou constitués d'une matière analogue. Elles sont ensuite retirées des filtres par ventilation ou secouage et sont acheminées vers une trémie de collecte. Les dépoussiéreurs à sacs filtrants ou à filtres en tissu sont des dispositifs de lutte contre la pollution atmosphérique utilisés pour les aciéries, les fonderies et les fours industriels.

Scories — Sous-produit du processus de fonte; elles servent généralement à retirer les déchets des métaux en fusion¹⁷⁷.

Séparation par gravité — Processus selon lequel les oxydes et les sulfates de plomb sont séparés des autres matières constitutives d'une batterie sous l'effet de leurs densités différentes. Aussi : séparation gravitaire¹⁷⁸.

Seuil d'intervention — Concentration d'une substance donnée, calculée pour une moyenne pondérée en fonction du temps sur huit heures, qui déclenche l'accomplissement de certaines activités nécessaires comme la surveillance de l'exposition et la surveillance médicale¹⁷⁹.

Source ponctuelle — Source identifiable unique de pollution de l'air, de l'eau, thermique, sonore ou lumineuse. Les sources ponctuelles peuvent être réduites par approximation à un point mathématique pour simplifier les analyses dans la modélisation de la pollution¹⁸⁰.

Système de détection de fuites dans les sacs — Instrument qui mesure la charge de particules (de poussière) à la sortie d'un dépoussiéreur à sacs filtrants et qui peut ainsi déterminer s'il y a des trous ou d'autres défaillances dans les sacs¹⁸¹.

Trémie de collecte — Gros contenant à forme pyramidale utilisé dans les procédés industriels pour stocker les particules captées dans l'air d'échappement. Les trémies sont habituellement installées en groupe pour permettre la collecte d'une plus grande quantité de matières. Elles sont courantes dans les procédés industriels où l'on utilise des dispositifs antipollution comme les épurateurs, les dépoussiéreurs électrostatiques et les dépoussiéreurs à sacs filtrants ou à filtres en tissu. La plupart des trémies sont faites en acier¹⁸².

Tri — Partie du processus de fragmentation des batteries où les petites particules ou matières fines sont séparées de la pâte à électrodes, laquelle contient du plomb. Aussi : sélection¹⁸³.

Trou de coulée du four de fusion — Le plomb en fusion et les scories sont retirés du four de fusion par le trou de coulée. Dans certains cas, le trou de coulée achemine directement le plomb en fusion par un conduit vers un creuset dans lequel il sera affiné; dans d'autres, le plomb en fusion est acheminé vers des moules ou des poches de coulée¹⁸⁴.

177. Contributeurs Wikipédia, s.d.(l).

178. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

179. United States Department of Labor, s.d.(b).

180. Contributeurs Wikipédia, s.d.(j).

181. United States Federal Register, *Environmental Protection Agency, National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting*, 40 CFR Part 63.

182. Contributeurs Wikipédia, s.d.(d).

183. Secrétariat de la Convention de Bâle, 2003.

184. United States Department of Labor, s.d.(c).

Bibliographie

- Acello, B. 2002. *The OSHA handbook: Guidelines for compliance in health care guidelines facilities and interpretive for the bloodborne pathogen standard*. 3e éd. Clifton Park, NY : Delmar Learning. Consulté le 22 mai 2015. http://books.google.ca/books?id=yqN7ZaNmKH8C&dq=%22work+practice+controls+reduce%22&source=gbs_navlinks_s.
- Air & Waste Management Association. 2007. *Fact sheet: Air pollution emission control devices for stationary sources*. Consulté le 22 mai 2015. <http://events.awma.org/files_original/ControlDevicesFactSheet07.pdf?>.
- Altman, R., et W. Buckley. 2003. « Application of wet electrostatic precipitation technology in the utility industry for multiple pollutant control including mercury ». Exposé présenté à la conférence Coal GEN, Columbus, OH. Consulté le 19 avril 2014. <http://c.ymcdn.com/sites/www.icac.com/resource/resmgr/MercuryControl_PDFs/CoalGen03_Croll_Hg.pdf>.
- Australian Battery Recycling Initiative. s.d. *Lead acid battery recycling: The battery recycling process*. Consulté le 19 avril 2014. <www.batteryrecycling.org.au/wp-content/uploads/2014/02/16859_ULAB_BROCHURES_LEAD-ACID-BATTERY-RECYCLING_-1.pdf>.
- AZO Materials. 2013. *Recycling automotive materials: Lead-acid batteries and polyethylene terephthalate (PET)*. Consulté le 17 avril 2014. <www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1656#_Recycled_Materials_Replacing>.
- Basurto, D., et R. Soza. 2007. *Mexico's federal waste regulations: An overview*. Air & Waste Management Association. Consulté le 24 avril 2014. <<http://pubs.awma.org/gsearch/em/2007/1/basurto.pdf>>.
- Battery Council International. 1995. *Proposed model battery recycling legislation*. Chicago, IL. Consulté le 17 avril 2014. <<http://c.ymcdn.com/sites/batteryCouncil.org/resource/resmgr/Docs/BCIMODEL.pdf>>.
- Battery Council International. 2010. *Failure modes of batteries removed from service – A report of the BCI technical subcommittee battery failure modes*, cité dans Battery Council International et Batteries International, 2014, *BCI Yearbook & Special Pre-2014 Convention Report*. Consulté le 22 mai 2015. <http://issuu.com/rizzo48/docs/bci2014fullsupplement.2_copy>.
- Battery Council International. 2010a. *Packaging and securing used motive batteries/cells*. Consulté le 17 avril 2014. <[https://c.ymcdn.com/sites/batteryCouncil.site-ym.com/resource/collection/B6EAE52B-6F68-49A4-92A5-8F66419819BE/1545_\(Stacking_Used_Batteries_Motive_Final.pdf](https://c.ymcdn.com/sites/batteryCouncil.site-ym.com/resource/collection/B6EAE52B-6F68-49A4-92A5-8F66419819BE/1545_(Stacking_Used_Batteries_Motive_Final.pdf)>.
- Battery Council International. 2010b. *Packaging and securing used stationary batteries/cells*. Consulté le 17 avril 2014. <[https://c.ymcdn.com/sites/batteryCouncil.site-ym.com/resource/collection/B6EAE52B-6F68-49A4-92A5-8F66419819BE/1593_BCI_\(Stacking_Used_Batteries_Stationary_Final.pdf](https://c.ymcdn.com/sites/batteryCouncil.site-ym.com/resource/collection/B6EAE52B-6F68-49A4-92A5-8F66419819BE/1593_BCI_(Stacking_Used_Batteries_Stationary_Final.pdf)>.
- Battery Council International. 2010c. *Stacking and wrapping used batteries on pallets*. Consulté le 17 avril 2014. <https://c.ymcdn.com/sites/batteryCouncil.site-ym.com/resource/collection/B6EAE52B-6F68-49A4-92A5-8F66419819BE/Packaging_guidelines_with_hi_res_BCI_logo.pdf>.
- Battery Council International. 2012a. Document vidéo sur les batteries industrielles : *Preparing used industrial lead batteries for transportation by highway or rail*. Consulté le 17 avril 2014. <<http://batteryCouncil.org/?Transportation>>.
- Battery Council International. 2012b. *Lead acid batteries*. Consulté le 17 avril 2014. <http://batteryCouncil.org/?page=lead_acid_batteries>.
- Battery Council International. 2012c. *State recycling laws: Summary of U.S. state lead-acid battery laws*. Consulté le 17 avril 2014. <http://batteryCouncil.org/?page=State_Recycling_Laws>.
- Battery Council International. 2014. *Recommended practices battery labeling manual*. Consulté le 17 avril 2014. <<https://batteryCouncil.site-ym.com/store/ViewProduct.aspx?id=1298271>>.
- Blacksmith Institute. 2012. *Top ten toxic pollution problems – Source #1: Battery recycling*. Consulté le 24 avril 2014. <www.worstpolluted.org/projects_reports/display/96>.

- Bureau of International Recycling. 2006. *Tools for environmentally sound management for an ISO compliant environmental management system that includes OECD core performance elements for the world's recycling industries*. Consulté le 9 avril 2014. <www.epa.gov/epawaste/conservation/materials/recycling/conference/resource/guide-esm.pdf>.
- Burr, M., D. Lazzari et D. Greene. 2011. Note à Chuck French, US Environmental Protection Agency : « Draft Summary of the Technology Review for the Secondary Lead Smelting Source Category ». Consulté le 22 mai 2015. <www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OAR-2011-0344-0055>.
- Business Dictionary. s.d. « Baseline data ». <www.businessdictionary.com/definition/baseline-data.html>.
- Call2Recycle. s.d. *US and Canada battery disposal requirements*. Consulté le 24 avril 2014. <www.rechargebatteries.org/wp-content/uploads/2013/04/US_Canada_BatteryDisposalRequirements_083013.pdf>.
- Canada, *Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses (REIDDMRD) (DORS/2005-149)*. Proposé en vertu de la section 8 de la LCPE, dans la *Gazette du Canada, Partie I*, 20 mars 1999. Consulté le 17 avril 2014. <<http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2005-149.pdf>>.
- Casella CEL Inc. 2014. *dBadge Micro Noise Dosimeter CEL-350*. <www.casellausa.com/store/product.cfm?PID=7C504B4D4D197450>.
- C&D Technologies. 2012. *Technical bulletin: Lead acid battery terminology glossary*. Consulté le 22 mai 2015. <www.cdtechno.com/pdf/ref/41_7745_0112.pdf>.
- Centers for Disease Control and Prevention. 1994. *NIOSH manual of analytical methods (NMAM)*. Fourth Ed. « Method 9100 – Lead in Surface Wipe Samples ». Consulté le 4 septembre 2014. <www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/9100.pdf>.
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail. 2015a. *Fiches d'information réponses SST : Contrôle des dangers*. Consulté le 22 mai 2015. <www.cchst.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_control.html>.
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail. 2015b. *Fiches d'information réponses SST : Mesure du bruit sur les lieux de travail*. Consulté le 22 mai 2015. <www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/noise_measurement.html>.
- Cohen, J.M., et R.D. Peterson. 1995. *The complete guide to OSHA compliance*. Consulté le 22 mai 2015. <http://books.google.ca/books?id=Eo2T7Ji1Y9gC&dq=%22A+dosimeter+is+like+a+sound+level+meter+except+that+it+stores+sound+level+measurements+%22&source=gbs_navlinks_s>.
- Commission de coopération environnementale. 2007. *Les pratiques et options de gestion écologiquement rationnelle des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord*. Consulté le 9 avril 2014. <<http://www3.cec.org/islandora/fr/item/2323-practices-and-options-environmentally-sound-management-spent-lead-acid-batteries-fr.pdf>>.
- Commission de coopération environnementale. 2013a. *Le Secrétariat de la CCE publie la version finale d'un rapport indépendant consacré aux dangers pour la santé et l'environnement des batteries d'accumulateurs au plomb usées en Amérique du Nord*. Consulté le 9 avril 2014. <www.cec.org/Page.asp?PageID=122&ContentID=25463>.
- Commission de coopération environnementale. 2013b. *Un commerce dangereux? Examen des exportations des batteries d'accumulateurs au plomb usées produites aux États-Unis et du recyclage du plomb de seconde fusion au Mexique, aux États-Unis et au Canada*. Rapport du Secrétariat établi en vertu de l'article 13 de l'ANACDE. Consulté le 9 avril 2014. <<http://www3.cec.org/islandora/fr/item/11220-hazardous-trade-examination-us-generated-spent-lead-acid-battery-exports-and>>.
- Commission de coopération environnementale. 2013c. *Plan opérationnel de la Commission de coopération environnementale pour 2013 et 2014*. Consulté le 9 avril 2014. <www.cec.org/Storage/156/18292_CEC_OP_Plan_and_Budget_22jan14_fr.pdf>.
- Commission de coopération environnementale. 2014a. *Dangers pour l'environnement du recyclage transfrontalier des batteries au plomb*. Consulté le 24 avril 2014. <www.cec.org/Page.asp?PageID=751&SiteNodeID=1075>.
- Commission de coopération environnementale. 2014b. *Demande de propositions : La gestion écologiquement rationnelle (GER) des batteries usées en Amérique du Nord — Lignes directrices techniques*. Consulté le 9 avril 2014. <www.cec.org/Storage/96/18372_OP_2013_2014_RFP_SLAB_Best_practices_v5_e4-f2.pdf>.

- Commission européenne. 2003. « Directive of the European Parliament and of the Council on batteries and accumulators and spent batteries and accumulators: Extended impact assessment. Staff Working Paper ». Consulté le 22 avril 2014. <http://ec.europa.eu/environment/waste/batteries/pdf/exten_impact_assessment.pdf>.
- Concept Controls Inc. 2012. *SKC filter sampling accessories*. <<http://gasdetectors.conceptcontrols.com/viewitems/filter-sampling-accessories/skc-filter-sampling-accessories>>.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des sols : Environnement et santé humaine : Plomb*. Consulté le 22 mai 2015. <<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/fr/181>>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(a). *Decommissioning*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Decommissioning>>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(b). *Filter cake*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <http://en.wikipedia.org/wiki/Filter_cake>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(c). *Flux*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <http://en.wikipedia.org/wiki/Flux_%28metallurgy%29>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(d). *Hopper (particulate collection container)*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hopper_%28particulate_collection_container%29>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(e). *Neutralization*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <[http://en.wikipedia.org/wiki/Neutralization_\(chemistry\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Neutralization_(chemistry))>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(f). *Noise dosimeter*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <https://en.wikipedia.org/wiki/Noise_dosimeter>.
- Contributeurs Wikipédia.(g). *NO_x*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <<http://en.wikipedia.org/wiki/NOx>>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(h). *Pallet*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Pallet>>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(i). *Personal protective equipment*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <http://en.wikipedia.org/wiki/Personal_protective_equipment>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(j). *Point source pollution*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <http://en.wikipedia.org/wiki/Point_source_pollution>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(k). *Reagent*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Reagent>>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(l). *Slag*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Slag>>.
- Contributeurs Wikipédia. s.d.(m). *Volatile organic compound*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Consulté le 5 janvier 2015. <http://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_organic_compound>.
- Donaldson Filtration Solutions. s.d. *Membrane vs. conventional filter media for filter fabric / baghouses*. Consulté le 27 avril 2015. <www.mcilvainecompany.com/Decision_Tree/2015%20WEBINARS/Eddie%20Ricketts,%20Donaldson%20Membranes%20-%201-8-15.pdf>.
- Eastern Research Group Inc. 2011. *Comprehensive evaluation of air quality control technologies used for lead-acid battery recycling – Final report*. Consulté le 22 mai 2015. <www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/air/sip/lead/Battery_Recycling_Report_rev5-17-11.pdf>.
- Eco-Bat Technologies Ltd. s.d. *The ECOBAT recycling cycle*. Consulté le 23 avril 2015. <<http://ecobatgroup.com/ecobat/rp/>>.
- Ecotec Research and Consulting. 2001. *Study on the economic and environmental implications of the use of environmental taxes and charges in the European Union and its member states*. Chapitre 13, « Batteries ». Consulté le 17 avril 2014. <http://ec.europa.eu/environment/enveco/taxation/pdf/ch13_batteries.pdf>.

- Embassy of the United States. 2008. US-Mexico cooperation on environmental issues. *Mexico and United States of America agreement on co-operation for the protection and improvement of the environment in the border area*. Consulté le 27 avril 2015. <www.utexas.edu/law/centers/humanrights/borderwall/communities/mexico-La-Paz-Environmental-Agreement.pdf>.
- EMS Consulting. 2013. *Country report: The application of economic instruments for used lead- acid batteries in Mauritius*. Consulté le 22 avril 2014. <http://africainstitute.info/reports/Mauritius%20Country%20Report_%20ULAB.pdf>.
- Environnement Canada. 2013. *Accord entre le gouvernement du Canada et le gouvernement des États-Unis d'Amérique concernant les déplacements transfrontaliers de déchets dangereux* (texte codifié). Consulté le 27 avril 2015. <<https://ec.gc.ca/gdd-mw/default.asp?lang=Fr&n=C59BCC26-1>>.
- Environnement Canada. 2014a. *Guide de l'application du Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses (REIDDMRD)*. Consulté le 22 mai 2015. <<http://www.ec.gc.ca/gdd-mw/default.asp?lang=Fr&n=5D5BE79E-1>>.
- Environnement Canada. 2014b. *Outils à l'intention des réglementés du Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses*. Consulté le 22 mai 2015. <<http://www.ec.gc.ca/gdd-mw/default.asp?lang=Fr&n=8BBB8B31-1>>.
- Environmental Compliance for Automotive Recyclers (ECAR). 2005. *ECAR fact sheet for Michigan batteries*. Consulté le 17 avril 2014. <www.ecarcenter.org/mi/mi-batteries.htm#regs>.
- Envitech Inc. s.d. *Wet electrostatic precipitator (WESP)*. Consulté le 22 mai 2015. <www.envitechinc.com/wet-electrostatic-precipitator/>.
- Expert Group on Best Available Techniques (BAT) and Best Environmental Practices (BEP). 2004. *Advance draft: 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*. Consulté le 17 avril 2014. <www.pops.int/documents/batbep_advance/Draft-BAT-BEP-Dec-2004advancefinal.pdf>.
- Gazette du Canada. 1988. *Chapter E-9: Lead-acid battery regulations. Pursuant to section 25 of the Environmental Protection Act*. Consulté le 17 avril 2014. <www.canlii.org/en/pe/laws/regu/pei-reg-ec26-93/latest/part-1/pei-reg-ec26-93-part-1.pdf>.
- Gazette du Canada. 1992. *Loi de 1992 sur le transport des marchandises dangereuses*, L.C. 1992, ch. 34. Consulté le 27 avril 2014. <<http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/T-19.01.pdf>>.
- Gazette du Canada. 2014. *Règlement sur le rejet de plomb de seconde fusion*. Consulté le 24 avril 2014. <<http://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-91-155.pdf>>.
- Genaidy, A.M., R. Sequeira, T. Tolaymat, J. Kohler et M. Rinder. 2009. *Evidence-based integrated environmental solutions from secondary lead smelters: Pollution prevention and waste minimization technologies and practices*. U.S. Environmental Protection Agency Papers, Paper 101. Consulté le 22 mai 2015. <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1100&context=usepapapers>>.
- Gottesfeld, P., et K. Durand. s.d. *Case study Mexico: Lead battery recycling*. Consulté le 24 avril 2014. <www.chem-wep.net/fileadmin/files/doc/Case_Studies/Case_Study__Mexico_ULAB.pdf>.
- Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, Loi sur la qualité de l'environnement*, ch. Q-2, D 501-2011, a.164, annexe G. Consulté le 22 mai 2015. <www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FQ_2%2FQ2R4_1_A.htm>.
- Health and Safety Authority. s.d.(a) *Hazard and risk*. Consulté le 30 avril 2015. <www.hsa.ie/eng/Topics/Hazards/>.
- Health and Safety Authority. s.d.(b) *Risk assessment*. Consulté le 30 avril 2015. <www.hsa.ie/eng/Small_Business/Risk_Assessment_Made_Easy/>.
- Henan Kefan Mining Machinery. 2013. *Electrostatic precipitator*. Consulté le 1^{er} septembre 2014. <www.kfroastingmachine.com/Auxiliary_Equipment/Electrostatic-precipitator.html>.

- Hunt, S.C. 2015. *Transport of dangerous goods into and within Mexico*. Spray Technology & Marketing. Consulté le 25 avril 2015. <www.spraytm.com/transport-of-dangerous-goods-into-and-within-mexico.html>.
- IHS Engineering 360. s.d. *Baghouses and baghouse filters information*. Consulté le 22 mai 2015. <www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/air_quality/baghouses>.
- International Lead Association. 2013. *Working safely with lead – Guidance Note 4: Control and monitoring of atmospheric emissions*. Consulté le 22 mai 2015. <www.ila-lead.org/UserFiles/File/guidancenotes/ILA9149_GN_Atmospheric_V04b.pdf>.
- International Lead Management Center. 2001a. *Basel Convention technical working group: Workshop for the environmentally sound management of used lead acid batteries in Central America and the Caribbean – What is a lead acid battery and why recycle used batteries?* Consulté le 17 avril 2014. <www.yumpu.com/en/document/view/22609116/the-lead-acid-battery-and-reyclingpdf-the-international-lead->.
- International Lead Management Center. 2001b. *Control and monitoring of liquid effluent*. Consulté le 17 avril 2014. <www.ilmc.org/toolbox/PDF/1-3%20Control%20and%20Monitoring%20of%20Liquid%20Effluent.pdf>.
- Kelleher Environmental. 2009. *Le recyclage des piles au Canada : mise à jour de 2009*. Rapport présenté à Environnement Canada et à Ressources naturelles Canada. Consulté le 22 mai 2015. <<http://www.ec.gc.ca/gdd-mw/default.asp?lang=Fr&n=52DF915F-1>>.
- Krum, Gretchen. « Improper Storage 2 ». Communication par courriel avec l'auteure, 22 juillet 2014.
- Maggio, A.J. 2010. « Mexico: Environmental due diligence and the Mexican Waste Law ». *EHS Journal*, 13 novembre 2010. Consulté le 22 mai 2015. <<http://ehsjournal.org/http://ehsjournal.org/anthony-j-maggio/mexico-environmental-due-diligence-and-the-mexican-waste-law/2010/>>.
- McGraw-Hill. 2003. *McGraw-Hill dictionary of scientific & technical terms*. 6^e éd. The McGraw-Hill Companies, Inc. <<http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/tail+pulley>>.
- Miller, B.G. 2011. *Clean coal engineering technology*. Kidlington, Oxford: Elsevier Inc. Consulté le 22 mai 2015. <http://books.google.ca/books?id=b2W5S3Lb4fwC&dq=%22Wet+electrostatic+precipitators+operate+in+a+wet+environment+in+order+to+wash%22&source=gbs_navlinks_s>.
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. 2012. *Ontario's ambient air quality criteria*. Consulté le 17 avril 2014. <www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf>.
- Neundorfer Inc. s.d. *Knowledge base: Baghouse / fabric filter*. Consulté le 27 avril 2015. <www.neundorfer.com/knowledge_base/baghouse_fabric_filters.aspx>.
- New York Department of Environmental Conservation. 1990. *Lead-acid battery law – Environmental conservation law*, art. 27-1701 : « Lead acid battery recycling ». Consulté le 17 avril 2014. <www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/leadbattlaw.pdf>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014. *Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral- Reconocimiento, evaluación y control*. Consulté le 22 mai 2015. <<http://trabajoseguro.stps.gob.mx/trabajoseguro/boletines%20anteriores/2014/bol056/vinculos/NOM-010-STPS-2014.pdf>>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011. *Salud ambiental – Indices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas*. Consulté le 22 mai 2015. <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249877&fecha=06/06/2012>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. *Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio*. Consulté le 22 mai 2015. <<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/DO950.pdf>>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-166-SEMARNAT-2014. *Control de emisiones atmosféricas en la fundición secundaria de plomo*. Consulté le 22 mai 2015. <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5378252&fecha=09/01/2015>.
- North Carolina Department of Transportation. 1996. *Air contaminants: Safety policy & procedure*. Consulté le 22 mai 2015. <www.ncdot.gov/doh/safety/sppm/chp17.pdf>.

- Occupational Knowledge International. 2011. *Exporting hazards: US shipments of used lead batteries to Mexico take advantage of lax environmental and worker health regulations*. Consulté le 9 avril 2014. <www.okinternational.org/docs/Exporting_Hazards_Study_100611v5.pdf>.
- Ohio Environmental Protection Agency. 2008. *Lead-acid batteries must be recycled*. Consulté le 17 avril 2014. <www.epa.ohio.gov/portals/32/pdf/LeadAcidBatteryGuidance.pdf>.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2002. *Décision du Conseil de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) concernant le contrôle des mouvements transfrontières de déchets destinés à des opérations de valorisation*. Consulté le 27 avril 2014. <<http://acts.oecd.org/Instruments/ShowInstrumentView.aspx?InstrumentID=221&Lang=fr&Book=False>>.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 2007. *Manuel d'application pour la mise en œuvre de la Recommandation de l'OCDE C(2004)100 sur la gestion écologique des déchets*. Consulté le 7 avril 2014. <<http://www.oecd.org/fr/env/44593319.pdf>>.
- Organisation internationale de normalisation (ISO). 2011a. *ISO/IEC 17021:2011 : Évaluation de la conformité – Exigences pour les organismes procédant à l'audit et à la certification des systèmes de management*. Consulté le 22 mai 2015. <http://www.iso.org/iso/fr/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_ics_browse.htm?ICS1=03&ICS2=120&ICS3=20>.
- Organisation internationale de normalisation (ISO). 2011b. *ISO 19011:2011 : Lignes directrices pour l'audit des systèmes de management*. Consulté le 22 mai 2015. <http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=50675>.
- Palletxpert. s.d. *Two entry wooden pallet*. Consulté le 24 avril 2015. <www.palletxpert.com/two-entry-wooden-pallet/>.
- Pastor, Behling & Wheeler, LLC, et Remediation Services Inc. 2012. *Decontamination and demolition work plan for the Exide Technologies Frisco recycling center, Frisco, Texas*. Consulté le 22 mai 2015. <www.exide.fr/Media/files/Recycling/Frisco/1819%20Exide%20Demo%20Plan%2011092012_.pdf>.
- Product Stewardship Institute. 2009. *Battery performance metrics: Recommendations for best practice*. Consulté le 22 avril 2014. <www.call2recycle.ca/wp-content/uploads/BC%20ISP%20Appendix%2028.pdf>.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. 1989. *Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination : Protocole sur la responsabilité et l'indemnisation en cas de dommages résultant de mouvements transfrontières et de l'élimination de déchets dangereux*. Consulté le 9 avril 2014. <www.basel.int/Portals/4/Basel_Convention/docs/text/BaselConventionText-f.pdf>.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2002. *Directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination*. Consulté le 17 avril 2014. <<http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/meetings/cop/cop6/french/21f.pdf>>.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2004. *Directives techniques sur le recyclage ou la récupération écologiquement rationnels des métaux et des composés métalliques (R4)*. Consulté le 9 avril 2014. <<http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/r4-f.pdf>>.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. s.d. *Training manual for the preparation of used lead acid batteries national management plans*. Consulté le 17 avril 2014. <www.minzp.sk/files/oblasti/odpady-a-obaly/medzinarodne-dohovory/publikacie-bazilejskeho-dohovoru/12-Lead-acid_Batteries_Training.pdf>.
- RSR Corporation. s.d.. *Mexico proposes new air emission standards for lead recyclers*. Consulté le 24 avril 2014. <http://mms.businesswire.com/media/20140331006492/en/409564/1/RSR_AirEmission_Brochure_Final.pdf?download=1>.
- Sandee. 2012. *Policy brief: Is the deposit refund system for lead-acid batteries in Delhi and the National Capital Region effective?* Consulté le 9 avril 2014. <www.sandeeonline.org/uploads/documents/publication/991_PUB_Policy_Brief_62_Yamini_Gupt.pdf>.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. *Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos*. Consulté le 27 avril 2014. Disponible en traduction anglaise (*Regulation for the Land Transport of Hazardous Materials and Wastes*) : <www.phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/Files/mexican_regulation_sct.pdf>.

- Secrétariat de la Convention de Bâle. 2003. *Lignes directrices techniques pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets de batteries au plomb et acide*. Consulté le 9 avril 2014. <<http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/waste-f.pdf>>.
- Semarnat. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Article 5, paragraphes XXXII et XXIX; Article 31, paragraphe IV. Consulté le 24 avril 2015. <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf>.
- Sensidyne. 2015. *Gilian air sampling equipment from Sensidyne*. Consulté le 24 avril 2015. <www.sensidyne.com/air-sampling-equipment/>.
- Sim, M. 2013. *Battery recycling done correctly*. *Pollution Blog*. Consulté le 22 mai 2015. <www.blacksmithinstitute.org/blog/wp-content/uploads/2013/09/clean-locker-room.jpg>.
- SKC Inc. 2014. *Full Disclosure detects lead on skin & surfaces*. Consulté le 24 avril 2015. <www.skcinc.com/catalog/index.php?cPath=600000000_601000000_601000050>.
- SKC Inc. 2014. *Ghost Wipes for lead and other metals*. Consulté le 24 avril 2015. <www.skcinc.com/catalog/index.php?cPath=600000000_601000000_601000100>.
- SKC Inc. 2014. *Universal PCXR4 5 to 5000 ml/min*. Consulté le 24 avril 2015. <www.skcinc.com/catalog/index.php?cPath=100000000_101000000_101000350>.
- SmithBucklin Statistics Group. 2014. *National recycling rate study*. Préparé pour Battery Council International. Consulté le 17 avril 2014. <http://c.yimcdn.com/sites/batterycouncil.org/resource/resmgr/BCI_Recycling_Rate_Study_200.pdf>.
- Total Environment Centre. 2007. *An extended producer responsibility rationale for used lead acid batteries*. Consulté le 17 avril 2014. <http://www.tec.org.au/remos_downloads/extendedproducerresponsibility_for_used_lead_acid_batteries_081107_final.pdf>.
- Transports Canada. 2010. *Bulletin: Transporting batteries – RDIMS #5872093*. Consulté le 17 avril 2014. <www.call2recycle.ca/wp-content/uploads/Transport%20Canada%20Bulletin%20on%20Batteries.pdf>.
- 3M. 2015. *3M™ Edge™ Dosimeters*. <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/PPE_SafetySolutions_EU/Safety/Product_Catalogue/~/3M-Edge-Dosimeters?N=5158380+3294411297+3294857473&rt=rud>.
- Uddin, J., et coll. 2013. « An approach to reduce waste in lead acid battery industries ». *Global Journal of Researches in Engineering*, 13(2) : 17–22. Consulté le 17 avril 2014. <https://globaljournals.org/GJRE_Volume13/2-An-Approach-to-Reduce-Waste-in-Lead.pdf>.
- United States Department of Labor. s.d(a). Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Lead Battery Manufacturing eTool*. Consulté le 22 mai 2015. <www.osha.gov/SLTC/etools/battery_manufacturing/index.html>.
- United States Department of Labor. s.d(b). Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Permissible Exposure Limits (PELs)*. Consulté le 22 mai 2015. <www.osha.gov/dsg/annotated-pels/index.html>.
- United States Department of Labor. s.d(c). Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Secondary Lead Smelters eTool*. Consulté le 22 mai 2015. <www.osha.gov/SLTC/etools/leadsmelter/index.html>.
- United States Department of Labor. s.d(d). Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Regulations (Standards – 29 CFR) – Table of Contents*. Consulté le 22 mai 2015. <www.osha.gov/pls/oshaweb/owadispl.show_document?p_id=10106&p_table=STANDARDS>.
- United States Environmental Protection Agency. s.d. *Air Data*. Consulté le 8 octobre 2014. <www.epa.gov/airdata/>.
- United States Environmental Protection Agency. s.d. *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. Consulté le 27 avril 2015. <www.epa.gov/air/criteria.html>.
- United States Environmental Protection Agency. s.d. *Waste shipments between the United States and Canada*. Consulté le 27 avril 2014. <www.cec.org/hazwaste/Storage/26/1748_P10019VS.pdf>.
- United States Environmental Protection Agency. 1977. *Controlling emissions of particulates*. Report # EPA 600/8-77-016; PB-276672; EPA-68-02-2611. Consulté le 16 avril 2014. <<http://goo.gl/nbHDLw>>.

- United States Environmental Protection Agency. 1995. *Compilation of air pollutant emission factors, Volume 1: Stationary point and area sources*. 5^e éd. Chapitre 12 : « Metallurgical Industry ». Consulté le 22 mai 2015. <www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch12/final/c12s11_2010.pdf>
- United States Environmental Protection Agency. 2001. *Lead-safe yards: Developing and implementing a monitoring, assessment, and outreach program for your community*. Consulté le 17 avril 2015. <www.epa.gov/region1/leadsafe/pdf/entire_document.pdf>.
- United States Federal Register. 40 CFR Part 63 – Subpart X. *National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants from Secondary Lead Smelting – Final Rule*. Consulté le 22 mai 2015. <www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=a28114ea97ef4a673beae8e765e6c698&node=pt40.10.63&rgn=div5#sp40.10.63.x>.
- United States Federal Register. 40 CFR Part 745. *Lead; Identification of Dangerous Levels of Lead; Final Rule*. Part III. Consulté le 22 mai 2015. <www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2001-01-05/pdf/01-84.pdf>.
- United States Federal Register. 49 CFR Part 173 – *Shippers – General Requirements for Shipments and Packagings. Hazardous Materials Regulations*. Consulté le 22 mai 2015. <www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7dd0001f043e1c2532b6a246e323ce1d&mc=true&node=pt49.2.173&rgn=div5>.
- Vanderpol, M. 2006. *Regional strategy for the environmentally sound management of used lead acid batteries in Central America, Columbia, Venezuela and the Caribbean Island states*. Consulté le 9 avril 2014. <[www.cep.unep.org/meetings-events/12th-igm/12th IGM/Regional Basel Strategy 2006.pdf](http://www.cep.unep.org/meetings-events/12th-igm/12th%20IGM/Regional%20Basel%20Strategy%202006.pdf)>.
- Waste Diversion Ontario. 2009. *Management of vehicle lead acid batteries in Ontario*. Consulté le 9 avril 2014. <www.wdo.ca/files/5113/6085/4729/Management_of_Vehicle_Lead_Acid_2009.pdf>.
- Wilson, B. 2002. *Environmentally sound management of used lead acid batteries in Central America and the Caribbean*. Consulté le 17 avril 2014. <www.ilmc.org/Presentations/ABC/Recycling%20Used%20Lead%20Acid%20Batteries%3B%20A%20Model%20Life%20Cycle%20Approach.pdf>.
- Wilson, B. 2009. *Recycling used lead acid batteries: A model life cycle approach*. Exposé présenté à l'Asian Battery Conference – 31 août et 1^{er} septembre 2009. Consulté le 17 avril 2014. <www.ilmc.org/Presentations/ABC/Recycling%20Used%20Lead%20Acid%20Batteries;%20A%20Model%20Life%20Cycle%20Approach.pdf>.
- Xintex Group. s.d. *Gloves nitrile*. Consulté le 5 janvier 2015. <www.xintex-group.com/xintex%20printgo/download/Datasheet/140/web/web_xintex_en_gni_PDS.pdf>.



Commission de coopération environnementale

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200

Montréal (Québec)

H2Y 1N9 Canada

t 514.350.4300 f 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org