



RAPPORT TECHNIQUE

2014

SENS
Swico
SLRS

L'heure est au changement

Actuellement, cela bouge beaucoup dans le secteur du recyclage, aux quatre coins du monde tout comme chez nous en Suisse. La révision des bases juridiques concernant notre domaine d'activité bat son plein.

Le remaniement de la loi sur la protection de l'environnement (LPE) est non seulement au cœur du débat politique, mais échauffe également les esprits dans notre branche. Tout le monde sait bien que cette loi redéfinira les conditions dans lesquelles nous pourrons à l'avenir exercer notre activité. De nombreux lobbys tentent d'ancrer leurs intérêts très particuliers dans la loi afin d'obtenir ainsi une situation de départ la plus confortable possible pour leurs futures activités. Il sera, par conséquent, difficile au final d'avoir une législation délimitant le cadre nécessaire, tout en laissant suffisamment de marge de manœuvre aux entreprises pour poser des jalons sur les marchés national et international.

Du point de vue des secteurs électrique et électronique, la révision de l'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA) est aussi importante que celle de la LPE. En l'occurrence, outre des questions d'ordre organisationnel, cohabitation des démarches forcée et volontaire sur un même marché, surgit également la question du futur état de la technique en Suisse. Dans quelle mesure la Suisse peut ou veut-elle s'appuyer sur l'état de l'Union européenne? La nouvelle norme CENELEC peut-elle servir de base à l'état de la technique en Suisse? Voulons-nous à l'avenir continuer à nous distancer de l'UE sur ce sujet? À quoi pourrait ressembler une telle différenciation et quels en seraient les avantages et les inconvénients?

Toutes ces questions feront l'objet de discussions au sein d'un groupe de suivi. Ce n'est donc pas le travail qui manque. Mais la situation dans laquelle nous nous trouvons aujourd'hui est avantageuse: l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) reconnaît notre rôle de détenteur de savoir-faire, ce qui nous permettra d'avoir notre mot à dire lors de l'élaboration de la révision.

Nous sommes donc persuadés que, grâce à la révision de la LPE tout comme à celle de l'OREA, nous profiterons ensemble d'un avenir florissant dans les domaines de l'écologie et de l'environnement et que la Suisse continuera à être considérée à l'étranger comme un modèle synonyme de succès.



Patrick Lampert
SENS



Jean-Marc Hensch
Swico



Silvia Schaller
SLRS

Sommaire

3 Portrait – systèmes de recyclage / 5 Commission technique / 6 CEN/CENELEC /
9 Quantités / 12 Appareils de réfrigération / 14 Batteries / 17 Enquête sur la durée de mise en
circulation des appareils électroniques / 19 Recyclage de la poudre luminescente / 21 Technique
photovoltaïque / 22 Qualité du recyclage / 23 Verre d'écran / 27 Câbles usagés / 29 E-Waste
Academy / 32 Auteurs

Fondation SENS, Swico, SLRS: compétence et durabilité

Depuis environ 20 ans, les trois systèmes de reprise SENS, Swico et SLRS assurent la reprise et la valorisation durable, respectueuses des ressources, des appareils électriques et électroniques ainsi que leur élimination professionnelle. La quantité croissante des appareils repris témoigne de la réussite de ces trois systèmes.

Depuis environ 20 ans, les trois systèmes de reprise SENS, Swico et SLRS assurent la reprise et la valorisation durable, respectueuses des ressources, des appareils électriques et électroniques ainsi que leur élimination professionnelle. La quantité croissante des appareils repris témoigne de la réussite de ces trois systèmes.

Il existe en Suisse trois systèmes de reprise dans le secteur des appareils électriques et électroniques. Cette répartition sur trois systèmes s'explique par des raisons historiques, des systèmes propres à chaque secteur ayant en effet été mis en place aux premières heures du recyclage institutionnalisé. Ces systèmes avaient pour objectif de garantir la proximité avec le

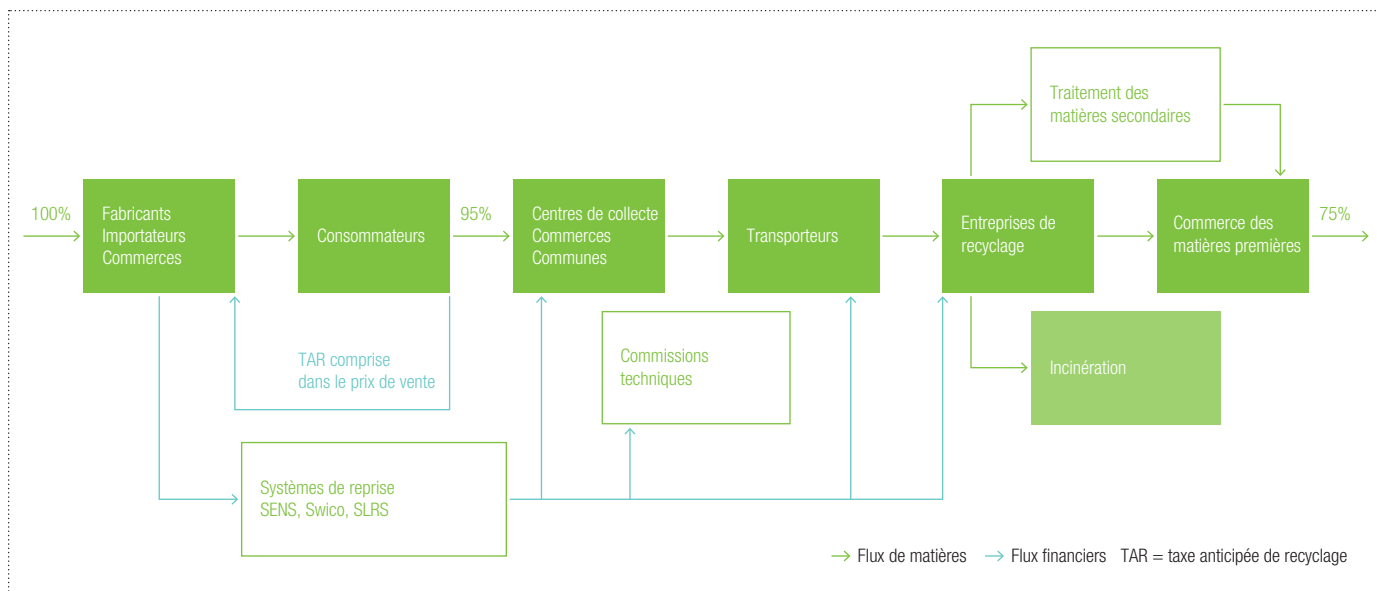
secteur concerné afin de pouvoir réagir à ses besoins spécifiques. Il a ainsi été possible de vaincre les réserves par rapport à une participation volontaire à un système de reprise. En fonction du type d'appareil électrique ou électronique, la reprise est aujourd'hui effectuée par Swico, par la Fondation SENS ou par la Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et lumineuses (SLRS).

En 2013, 128'000 tonnes¹ d'appareils électriques et électroniques usagés ont été éliminées par ces trois systèmes. Swico, la Fondation SENS et la SLRS ont ainsi fortement contribué à ce que de précieuses ressources puissent repartir dans le circuit économique. L'interconnexion internationale de ces

trois organisations au niveau européen, par exemple, en tant que membres du WEEE Forum (Forum for Waste Electrical and Electronic Equipment), leur permet de poser des jalons au-delà des frontières en matière de recyclage des appareils électriques et électroniques.

L'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA) oblige les commerçants, les fabricants et les importateurs à reprendre gratuitement les appareils faisant partie de leur assortiment. Une taxe anticipée de recyclage (TAR) est déjà prélevée lors de l'achat de ces appareils afin de pouvoir financer de manière compétitive un recyclage durable et écoresponsable des appareils électriques et électroniques. La TAR est un instrument de financement efficace permettant à Swico, à la Fondation SENS et à la SLRS de se charger du traitement professionnel du secteur des appareils qui leur est propre et de relever les défis de l'avenir.

Vue d'ensemble des systèmes de reprise



La Fondation SENS

La Fondation SENS est une fondation à but non lucratif, indépendante et neutre représentée par sa marque SENS eRecycling. Elle met l'accent sur la reprise, la valorisation durable et l'élimination des appareils électriques et électroniques des secteurs suivants: petits et gros appareils électroménagers, outils et appareils de bricolage, de jardinage et de loisirs et jouets. De plus, la Fondation SENS collabore étroitement avec des réseaux spécialisés dans lesquels sont représentées les parties concernées par le recyclage des appareils électriques et électroniques. En coopération avec ses partenaires, la Fondation SENS s'engage à ce que le recyclage de ces appareils respecte les principes économiques et écologiques. La quantité de réfrigérateurs, congélateurs et climatiseurs recyclés a cessé d'augmenter en 2013. C'est donc la première fois que l'on constate une saturation du volume des appareils de réfrigération recyclés.

Swico

Swico Recycling est un fonds spécial au sein de l'Association économique suisse de la bureautique, de l'informatique, de la télématique et de l'organisation (Swico), qui s'occupe exclusivement du recyclage des appareils usagés avec des comptes équilibrés. Les activités de Swico consistent à récupérer des matières premières et à éliminer les polluants tout en respectant l'environnement. Swico se concentre avant tout sur les appareils des secteurs suivants: informatique, électronique de divertissement, bureau, télécommunication, industrie graphique, technique de mesure et technologie médicale (par exemple photocopieurs, imprimantes, téléviseurs, lecteurs MP3, portables, appareils photo, etc.). L'étroite collaboration avec l'Empa, une institution de recherche et de services consacrée à la science des matériaux et au développement technologique au sein du secteur des EPF, contribue de façon déterminante à ce que Swico puisse imposer des standards de qualité élevés et homogènes dans toute la Suisse auprès de tous les services d'élimination.

La Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS).

La Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS) se charge du système des sources lumineuses et luminaires. La SLRS s'occupe de l'organisation de l'élimination généralisée des sources lumineuses et luminaires dans toute la Suisse. Pour financer ces activités, la SLRS gère deux fonds respectifs pour les sources lumineuses et les luminaires. Ces fonds sont alimentés par la TAR. Cette fondation se charge également de former et de sensibiliser les acteurs du marché au recyclage des sources lumineuses et des luminaires et d'informer toutes les parties prenantes sur le domaine d'activité de la SRLS. La SRLS entretient dans tous les domaines un étroit partenariat avec la Fondation SENS. En tant que partenaire contractuel de la SRLS, la Fondation SENS peut ainsi réaliser de façon opérationnelle, avec son système de reprise et de recyclage, non seulement la collecte et le transport mais également le recyclage, le contrôle et le reporting des sources lumineuses et des luminaires.

¹ Il s'agit de la quantité basée sur les déclarations de flux de matières des entreprises de recyclage. Cette quantité ne correspond pas à la quantité indiquée dans les rapports d'activités et les rapports annuels de SENS et de Swico Recycling.

Rapprochement avec l'Europe

En 2013, la commission technique commune à Swico et à SENS s'est occupée de manière plus approfondie des futures exigences qui seront posées au sein du système d'audit européen harmonisé. La priorité a été accordée au le standard privé WEEELABEX, ainsi qu'au futur standard contraignant CENELEC, introduit dans le cadre de la révision de la directive européenne DEEE.

Ces dernières années, certains membres de la commission technique Swico/SENS ont élaboré, au cours d'une phase de travail intense, les contours du standard WEEELABEX, et ont préparé sa mise en œuvre. Entre 2012 et 2013, un groupe de travail spécial a élaboré les documents d'audit devant servir de base pour la première formation d'auditeurs WEEELABEX, qui s'est déroulée à Prague les 9 et 10 juillet 2013. Entre-temps, quatre auditeurs de Swico et SENS ont été instruits comme auditeurs principaux WEEELABEX.

Parallèlement à cela, la future norme CENELEC EN 50625 a été mise au point sous la pression de la Commission européenne. Le groupe de travail de normalisation, composé d'une cinquantaine de membres de tous horizons, comptait aussi un membre de la commission technique Swico/SENS. Actuellement, un important corpus de normes est en voie d'élaboration; il entrera en vigueur entre 2015 et 2016 et aura

également une influence sur le travail des auditeurs en Suisse. S'agissant du standard CENELEC, par contre, nul ne sait encore à partir de quelle date et comment il sera appliqué en Suisse.

La commission technique Swico/SENS, forte de dix membres, s'est réunie quatre fois au cours de l'année 2013, pour une séance d'une journée entière. Ces séances ont permis de discuter des résultats des audits et de débattre de certaines questions techniques. Régulièrement mises à l'ordre du jour, les questions des prescriptions techniques Swico/SENS/SLRS et de leur mise en œuvre uniforme ont occupé les auditeurs. Comme chaque année, 2013 a vu également se dérouler un cours de formation permanente. Il y a été notamment question des modifications des prescriptions environnementales récemment entrées en vigueur et de la mise à niveau des connaissances des participants dans ce domaine. Les auditeurs de la commission

technique n'ont, en effet, pas seulement la tâche de vérifier l'application des prescriptions techniques de Swico et SENS, mais également celle de surveiller le respect des lois et des ordonnances légales. Les cantons de Zurich, d'Argovie, de Thurgovie – et récemment de Saint-Gall – ont délégué cette dernière fonction de contrôle aux organisations privées Swico et SENS.

Pour une fois, la formation a aussi permis aux participants de mettre à niveau leurs connaissances dans le domaine du traitement des appareils électroniques hors d'usage. Cette contribution a été donnée par le D^r Rainer Bunge, professeur à la Haute école spécialisée de Rapperswil, et par un représentant de l'industrie du recyclage. Ce fut l'occasion de mener, au sein du groupe des participants et avec les intervenants, une discussion contrastée sur les avantages et les inconvénients comparés du traitement essentiellement manuel des appareils, par rapport aux techniques principalement mécanisées. Comme on tente d'aller toujours plus loin dans la séparation des petites quantités de métaux rares ou de matières dangereuses, les techniques de tri et de récupération se font de plus en plus souvent par voie humide.



La norme EN 50625-1, première de son genre en Europe, vient d'être ratifiée

Avec une rapidité tout à fait inhabituelle pour un travail de normalisation, le corpus de normes européennes pour le traitement des appareils électriques et électroniques (E+E) se met en place. La norme principale est entrée en vigueur il y a peu de temps. Elle constitue la base pour établir les normes suivantes, spécifiques à certaines catégories d'appareils, telles que les sources lumineuses, les écrans ou les panneaux photovoltaïques. Ces normes particulières se référeront à la norme principale et formeront ensemble la série de normes EN 50625.

Pression de la Commission européenne

Les fondements sont maintenant établis. Fin 2013, la norme EN 50625-1 («Collection, Logistic and Treatment requirements for WEEE – Part 1: General Treatment requirements») a été approuvée par 96% des voix pondérées. Depuis lors, elle a été ratifiée et sera probablement publiée d'ici mi-2014 dans les langues officielles (anglais, français, allemand). Cette norme a été rédigée très rapidement, ce qui est inhabituel. Cela s'explique par le fait que la Commission européenne a mandaté pour ce faire l'organisation européenne de normalisation CEN/CECENELEC. La Commission a l'intention de se servir de cette série de normes pour fixer de manière contraignante ce qu'elle entend par «état de la technique» dans le traitement des appareils E+E hors d'usage. Elle profitera de la révision de la directive DEEE (prévue en 2016 ou 2017) pour intervenir sur ce sujet. À partir de ce moment-là, ces normes feront force de loi dans tous les pays membres de l'Union européenne. C'est pourquoi CEN/CENELEC doit terminer contractuellement son travail de rédaction de la série complète de normes d'ici fin 2015 (cf. illustration 1).

Processus prescrits de manière impérative

CEN/CENELEC estime que son travail sera terminé lorsque la série de normes aura été approuvée par toutes les organisations de normalisation dans tous les pays concernés. Pour déclarer la norme EN 50625-1 approuvée, il faut qu'elle le soit par au moins 71% des voix pondérées des pays et par la

majorité simple de l'ensemble des pays. Les grands pays comme l'Allemagne, la France, la Grande-Bretagne ou l'Italie sont gratifiés de 42 points, tandis que de petits pays comme la Suisse ou les Pays-Bas sont cotés à 10 points. Chaque pays fixe pour lui-même la manière de déterminer sa voix, la plupart du temps par l'intermédiaire de diverses commissions dans des organisations de normalisation spécifiques. Étant membre de l'organisation de normalisation européenne CEN/CENELEC, la Suisse peut aussi contribuer à la conception du corpus de normes. La norme 50625-1 a été approuvée par 18 pays, avec 14 abstentions et une opposition (Bulgarie). Pour la plupart des pays qui se sont abstenus, il s'agit vraisemblablement d'un manque d'intérêt pour le sujet ou de ressources insuffisantes pour formuler un avis. Mais les raisons réelles d'une abstention resteront toujours spéculatives. Dans le cas de la Grande-Bretagne, on a appris par des indiscrétions qu'elle s'était abstenue en raison d'un désaccord entre les différentes organisations nationales de normalisation.

Consultations sur une large base

Toutefois, avant que le sujet n'atteigne le stade du vote, les projets de normes sont généralement envoyés à plusieurs reprises aux différentes organisations nationales, pour consultation. Jusqu'ici, ce sont surtout les grandes organisations qui ont fait un usage intensif de ces consultations. La norme principale a été envoyée à deux reprises pour consultation. Pas moins de mille propositions et suggestions de compléments, issues de vingt pays, ont été enregistrées. L'organe de contrôle de Swico et SENS a également

pu donner son avis par l'intermédiaire d'Electrosuisse, une organisation suisse de normalisation. En réalité, la série de normes européennes est rédigée sur le modèle des standards de Swico et SENS.² Il y a cinq ans, ces standards avaient été retenus comme modèles pour le développement du standard WEEE-LABEX, lui-même choisi comme base de travail pour la rédaction des normes CEN/CENELEC.³

Une commission de 50 membres

La commission TC111X élabore les projets de normes et prépare les décisions concernant les demandes de consultation. Elle forme l'une des 72 commissions techniques en activité. Elle élabore les normes relatives à l'environnement et a constitué le groupe de travail n° 6 spécialement pour la rédaction de la série de normes EN 50625. Pour l'instant, elle comprend une cinquantaine de membres, représentant diverses organisations associées ou des associations de producteurs, de récupérateurs de métaux ou d'exploitants d'installations de traitement des déchets E+E. Toutefois, seuls les représentants des organisations de normalisation nationales bénéficient du droit de vote. Le groupe de travail n° 6 prend toutes les décisions, mais fait rédiger les projets au sein de groupes. Ces modalités de travail ont l'air compliquées, mais elles sont en réalité efficaces et permettent de faire appel à la grande expérience des membres.

La série EN 50625 comporte 13 documents

L'illustration 1 montre la structure de la série EN 50625 avec tous les documents prévus ainsi que leur stade d'élaboration. La série est composée de cinq normes européennes (EN) et de huit spécifications techniques (TS). Ces dernières sont aussi contraignantes que les normes, mais contiennent des valeurs limites et des valeurs cibles, ainsi que des instructions sur la manière de prélever des échantillons et certains détails à observer dans le déroulement

Collection, Logistics & Treatment Requirements for WEEE

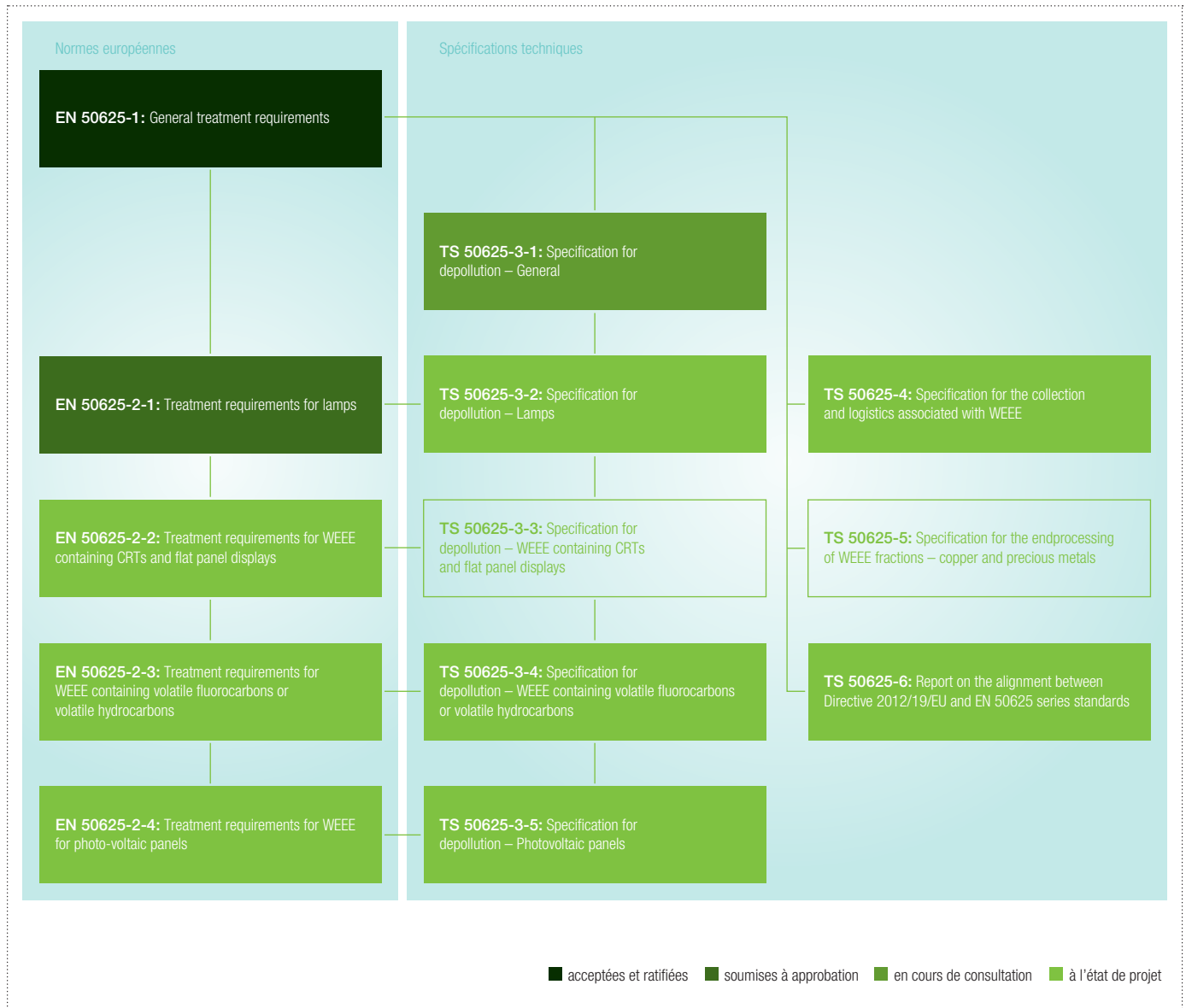


Illustration 1: Structure, corrélations et niveau d'élaboration de la série de normes EN 50625, relative à la collecte, à la logistique et au traitement des appareils électriques et électroniques usagés (février 2014).

¹ La traduction officielle en français n'est pas encore disponible.

² Recycling Swico / SENS; «Prescriptions techniques pour la récupération des déchets d'équipements électriques et électroniques», Partie I «Directive technique générale», Partie II «Directives particulières» et leurs adaptations. 3 mars 2009.

³ Le rapport technique 2013 de Swico, SENS et SLRS contenait une contribution approfondie sur l'histoire du développement des normes.



Illustration 2: L'un des nombreux groupes de projet, composé ici de représentants des sociétés Philips, Indaver et Dela, et des systèmes de récupération d'Espagne, d'Allemagne, du Royaume-Uni, de France et de Suisse.

des tests. Les spécifications techniques seront plus facilement modifiables, pour s'adapter à l'évolution des techniques, que les normes EN. Parmi les cinq normes, la norme principale a déjà été approuvée et ratifiée. La norme sur les sources lumineuses a déjà été présentée aux différents pays pour approbation. Les trois dernières sont disponibles à l'état de projet et seront envoyées en consultation cette année encore. La norme sur les appareils de réfrigération s'inspirera sans modification de fond de la norme actuelle EN 50574-1, mais sera simplement adaptée à la structure de la norme EN 50625. La norme portant sur le traitement des panneaux photovoltaïques, quant à elle, sera entièrement nouvelle.

Spécifications techniques

Les spécifications techniques ne sont pas encore très élaborées. D'une part, elles sont traitées en seconde priorité et leur approbation suit une procédure simplifiée. D'autre part, ce sont justement les valeurs limites – notamment pour les polluants – qui suscitent le plus de controverses. L'élaboration des spécifications techniques, avec leurs valeurs limites, est donc ralentie par d'intenses discussions et par d'innombrables propositions de modifications. La commission l'a appris à ses dépens, lors de l'élaboration de la spécification TS 50625-3-1, seul texte de ce type à

avoir été envoyé en consultation à l'heure actuelle. Les discussions amorçées lors de la consultation ont nécessité quatre séances d'une journée entière et deux vidéoconférences de plusieurs heures.

Premiers effets en Suisse

De nombreux milieux réclament une norme. Depuis que l'Union européenne a mandaté l'organisation de normalisation européenne, ce travail de conception a pris encore plus d'importance. Le groupe de travail n° 6 de la norme TC111X «environnement» voit son activité de plus en plus critiquée, tandis que le lobbying s'est intensifié. Bien qu'elle soit encore en cours de développement, la norme EN 50625 joue un rôle de plus en plus significatif dans la pratique du recyclage. Les Pays-Bas l'ont par exemple déjà intégrée dans leur législation nationale sur l'application de la directive DEEE. Il est encore trop tôt pour savoir si la Suisse suivra le mouvement, en utilisant elle aussi la norme EN pour définir l'état de la technique dans l'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA). Dans tous les cas, Swico, SENS et SLRS envisagent d'appliquer les normes européennes dans leurs relations contractuelles avec leurs partenaires, les entreprises de récupération. En fin de compte, c'est la Suisse qui est à l'origine de tout ce travail de

normalisation. Si l'on devait y reconnaître les normes européennes, cela ne changerait pas grand-chose dans la pratique.

Quantité d'appareils traités constamment élevée

En 2013, quelque 128'000 tonnes d'appareils E+E ont été recyclées, soit presque la même quantité que l'année précédente. Les fractions qui en découlent n'ont quasiment pas variées par rapport à l'année d'avant en termes de quantité et de recyclage.

En comparaison à l'année précédente, la quantité d'appareils E+E traitée par les récupérateurs SENS et Swico a connu un léger recul de 1% et atteint 127'900 tonnes (cf. tableau 1 et illustration 1). Cela correspond à une quantité de 16 kilogrammes par habitant et par an. La Suisse continue d'être en tête par rapport aux autres pays européens. On a constaté en partie d'importants reports d'une catégorie d'appareils à l'autre. Les petits appareils électriques ont une nouvelle fois enregistré une forte progression de 3'500 tonnes, soit 19%. Le traitement des sources lumineuses a, lui aussi, augmenté de 15%; et, après une baisse en 2012, se situe à nouveau au niveau des années précédentes. En revanche, on a noté une diminution de 2'300 tonnes des appareils électroniques traités et un recul de 2'000 tonnes des appareils ne figurant pas sur les listes de l'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA). La baisse des appareils électroniques s'explique principalement par celle des écrans à tube cathodique traités.

Bilan matières des récupérateurs SENS et Swico

En se basant sur les données du flux des matières fournies chaque année par les récupérateurs, il est possible d'établir un bilan matières détaillé des appareils E+E traités (cf. illustration 2). Les métaux représentent, avec environ 55% de la masse, la fraction la plus importante résultant du traitement, suivis par les plastiques (14%) et les mélanges plastique/métal (13%). Le verre récupéré sur les écrans à tube cathodique constitue une part de 7%. Les cartes de circuits imprimés, contenant des matières particulièrement précieuses, ainsi que les substances toxiques représentent seulement 1 à 2% de la quantité totale traitée. La quantité des fractions «matériaux recyclables» et «substances toxiques» n'a que très légèrement varié par rapport à l'année 2012. Bien que la quantité de substances toxiques paraisse faible comparée aux matériaux recyclables, leur extraction et leur élimination écologique représentent l'une des tâches les plus importantes des récupérateurs

SENS et Swico. L'extraction des substances toxiques, souvent manuelle, est effectuée pour une part importante dans quelque 90 ateliers de démontage, avec lesquels collaborent les récupérateurs. Ces ateliers sont également chargés de retirer à la main, outre les différentes substances toxiques, les pièces et les composants de grande valeur.

Taux de recyclage supérieur à 75%

Le taux global de recyclage, toutes catégories d'appareils et de récupérateurs confondues, dépasse 75%. Les métaux, qui, dans le reste de l'Europe sont, la plupart du temps, traités dans de grandes installations de fonderie, constituent, une fois de plus, la fraction recyclable la plus importante. La part des plastiques destinés au recyclage a de nouveau augmenté cette année. Les mélanges plastique/métal parviennent également à l'étranger, où ils sont décomposés en deux fractions (plastiques et métaux) au cours d'un processus de traitement complexe. Les fractions dédiées aux différents types de verre (verre d'écran, verre plat et verre de recyclage des sources lumineuses) ainsi que les câbles, les cartes de circuits imprimés et les piles continuent à être traités.

Tableau 1: Quantité totale d'appareils électriques et électroniques traités en Suisse (tn), selon l'étude sur le flux des matières

Année	Gros appareils électriques	Réfrigérateurs, congélateurs et climatiseurs	Petits appareils électriques	Appareils électroniques	Sources lumineuses	Appareils hors OREA	Total tonnes/an
2009	30'400	15'300	14'900	47'300	1'100	1'200	110'200
2010	30'700	15'900	15'400	50'700	1'130	3'500	117'400
2011	27'800	16'800	16'300	51'300	1'110	5'200	118'500
2012	30'300	17'500	18'800	55'500	960	6'000	129'100
2013	30'600	16'700	22'300	53'200	1'100	4'000	127'900
Variation par rapport à l'année précédente	1%	-5%	19%	-4%	15%	-33%	-1%

Illustration 1: Évolution de la quantité d'appareils traités en Suisse en tonnes

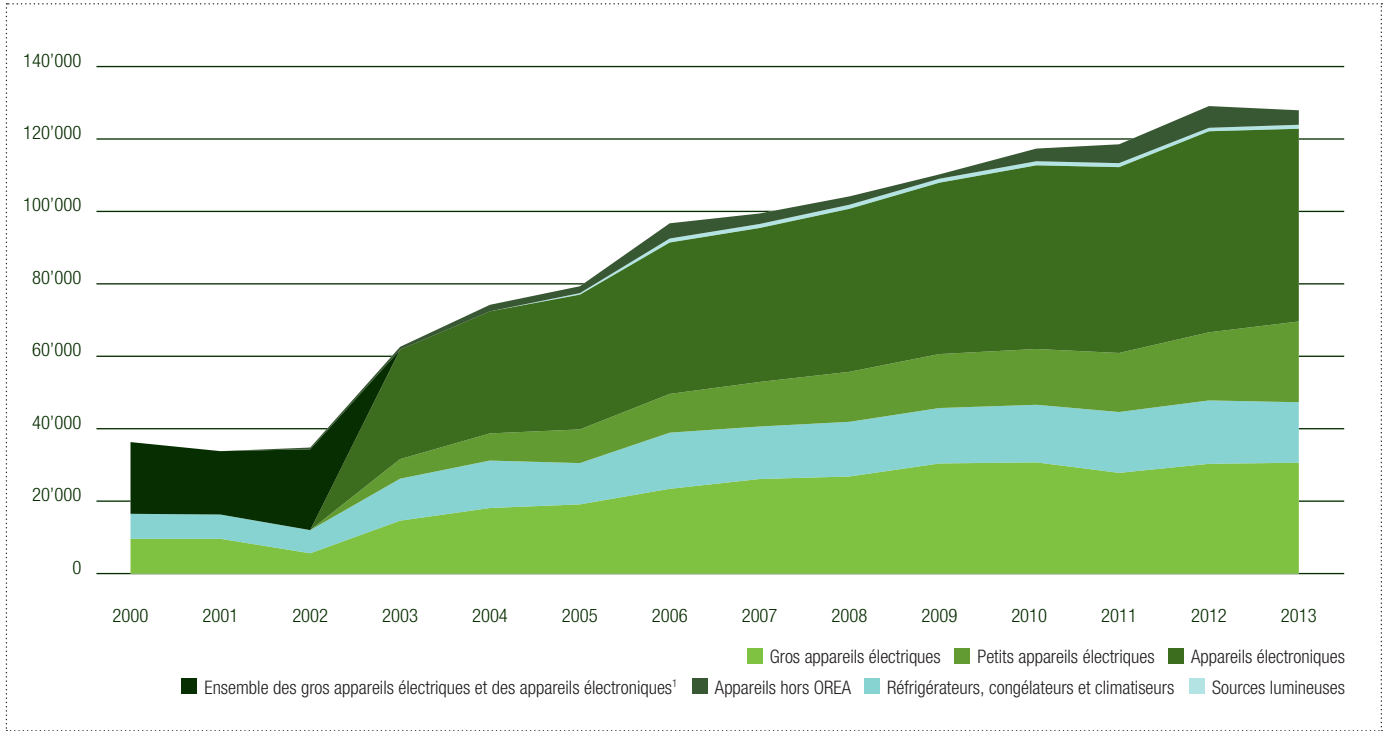
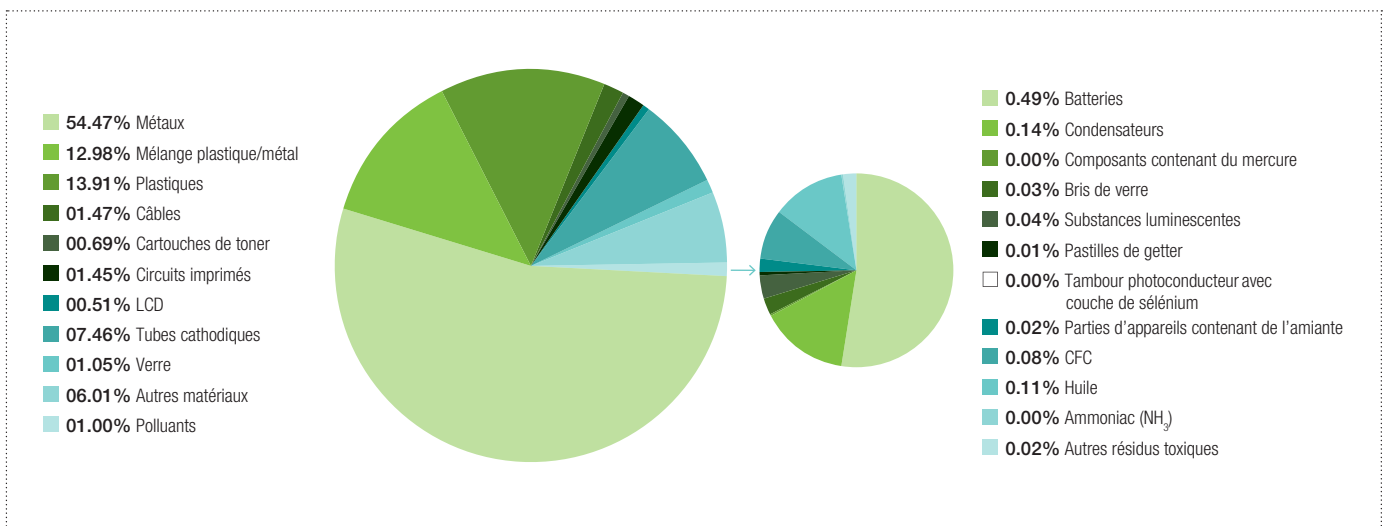


Illustration 2: Composition des fractions générées en % pour l'année 2013



Les polluants ne représentant que 1% des fractions générées sont représentés séparément.

Tableau 2: Volumes Swico collectés et composition par type d'appareil

	Nombre ⁴	Ø-Poids	Métaux	Plastiques	Mélanges plastique/métal	Câbles	Modules en verre et/ou LCD	Circuits imprimés	Polluants	Autres ⁵	Total	Augmentation/ diminution par rapport à 2012
Moniteurs de PC, CRT	173'000	18kg	452t	613t	292t	79t	1'347t	282t	0.2t	14t	3'080t	-44%
Moniteurs de PC, LCD	464'000	5.8kg	1'146t	641t		11t	675t	186t	8.7t	12t	2679t	6%
PC / serveurs	380'000	13kg	4'048t	283t	13t	151t		410t	16t		4'921t	-3%
Ordinateurs portables	370'000	3.3kg	370t	344t	124t	6t	107t	177t	84t	5.1t	1'219t	-4%
Imprimantes	498'000	10kg	1'746t	2'649t	303t	27t	34t	86t	1.5t	80t	4'927t	-6%
Gros photocopieurs / gros appareils	42'000	164kg	3'750t	229t	2'507t	125t	4.1t	50t	56t	168t	6'889t	23%
IT, mixte ²	412'000	9kg	2'016t	118t	1'359t	68t	1.6t	26t	30t	89t	3'708t	-11%
Téléviseurs CRT	430'000	29kg	1'229t	2'549t	415t	43t	8'062t	153t	12t	6.8t	12'470t	-25%
Téléviseurs LED	139'000	16kg	896t	322t		43t	558t	265t	20t	75t	2'180t	10%
ED, mixte ³	2'096'000	4.8kg	5'448t	320t	3'674t	182t	4.3t	70t	81t	240t	10'020t	-7%
Téléphones, portables	590'000	0.16kg	15t	34t			4.9t	21t	19t		94t	34%
Téléphones, reste	1'341'000	2.2kg	1'568t	92t	1'057t	53t	1.2t	20t	23t	69t	2'883t	25%
Photo / vidéo	275'000	0.6kg	89t	5.2t	60t	3t	0.1t	1.1t	1.3t	3.9t	163t	18%
Dentaire											70t	4%
Total en tonnes			22'771t	8'201t	9'805t	791t	10'800t	1'749t	353t	763t	55'304t⁶	
Total en pour cent			41%	15%	18%	1.4%	20%	3.2%	0.6%	1.4%	100%	

Première nette baisse des écrans traités

La quantité d'appareils électroniques récupérés par Swico a connu une baisse de près de 10% par rapport à 2012. La raison principale de ce recul, déjà mentionnée ci-dessus, est la baisse inédite des écrans à tube cathodique récupérés (moniteurs d'ordinateurs -44% et téléviseurs -25%). Même si ces appareils ne sont plus commercialisés depuis des années, leur taux de retour était néanmoins très élevé au cours des dernières années. À présent, il apparaît

que le stock existant d'appareils à tube cathodique en Suisse est en train de s'épuiser doucement mais sûrement. D'autres appareils tels que les ordinateurs portables, les imprimantes ou les téléviseurs LCD ont également connu une baisse, dont les raisons sont, elles, difficiles à cerner. Le retour des téléphones portables et smartphones a de nouveau augmenté de 34%, ce qui s'explique par le nombre sans cesse élevé des ventes de smartphones. Les téléphones fixes sont de plus en plus remplacés par des téléphones portables ou des systèmes VoIP, ce qui s'est traduit

par un taux de retour important de 25%.

La composition des différentes catégories d'appareils est déterminée par des essais de traitement menés auprès des récupérateurs Swico et suivis par l'Empa. En l'occurrence, on collecte une quantité d'appareils définie auparavant et on documente les fractions en résultant. Les quantités détaillées d'appareils électroniques repris et leur composition sont listées dans le tableau 2.

¹ Jusqu'en 2002, les petits appareils électriques et les appareils électroniques étaient saisis ensemble.

² Appareils IT, mixtes, sans moniteurs, PC / serveurs, ordinateurs portables, imprimantes, gros photocopieurs / gros appareils.

³ Électronique de divertissement, mixte, sans téléviseurs.

⁴ Extrapolation.

⁵ Emballages et autres déchets, cartouches de toner.

⁶ Deux raisons expliquent que ce chiffre soit supérieur aux 53'200 tonnes d'appareils électroniques mentionnées dans le tableau 1: premièrement, ce nombre comprend les 2'000 tonnes «d'appareils hors OREA» figurant dans le tableau 1. Deuxièmement, ce nombre se réfère à la quantité reprise qui est souvent légèrement plus élevée que la quantité traitée, certains appareils étant stockés dans l'entrepôt pendant la période considérée.

Appareils de réfrigération

En 2013 aussi, les quatre récupérateurs d'appareils de réfrigération SENS ont vu passer entre leurs mains plus de 300'000 appareils de niveau 1 (aspiration des réfrigérants présents dans les compresseurs) et de niveau 2 (extraction des gaz propulseurs se trouvant dans la mousse isolante en polyuréthane). À l'image des années précédentes, environ 4% de ces appareils ont été recyclés dans une usine à l'étranger. Après avoir connu une augmentation constante de la quantité traitée au cours des dix dernières années, la masse totale des appareils de réfrigération valorisés a atteint 17'300 tonnes en 2013 et était donc, pour la première fois, en légère baisse par rapport à l'année précédente (-1%).

Les compresseurs de type HC et CFC au même niveau pour la première fois

Jusqu'à présent, nous avons observé depuis 2003 un recul de la part des compresseurs de type CFC et, en parallèle, une augmentation du pourcentage des compresseurs de type HC destinés au recyclage; l'évolution des deux phénomènes étant linéaire. Sur la période de référence 2013, cette tendance s'est nettement accélérée en un an seulement (voir les «cassures» de la courbe sur l'illustration 1): si au cours de l'année de référence 2012, les systèmes de réfrigération de type CFC destinés au recyclage représentaient encore 60%, ils n'étaient plus que 48% en 2013. De même, sur cette période, la part de compresseurs de type HC a progressé pour passer de 37% à également 48%. Nous avons donc déjà atteint en 2013 l'équilibre entre les compresseurs HC et CFC prévu entre 2014 et 2016 dans le dernier rapport technique. Il est probable que cette évolution se confirme l'année prochaine avec au moins autant d'intensité. En d'autres termes, les compresseurs de type HC pourraient représenter environ deux tiers des appareils destinés au recyclage en 2014. La part des absorbeurs contenant de l'ammoniac ne bouge pas et se maintient à 3%.

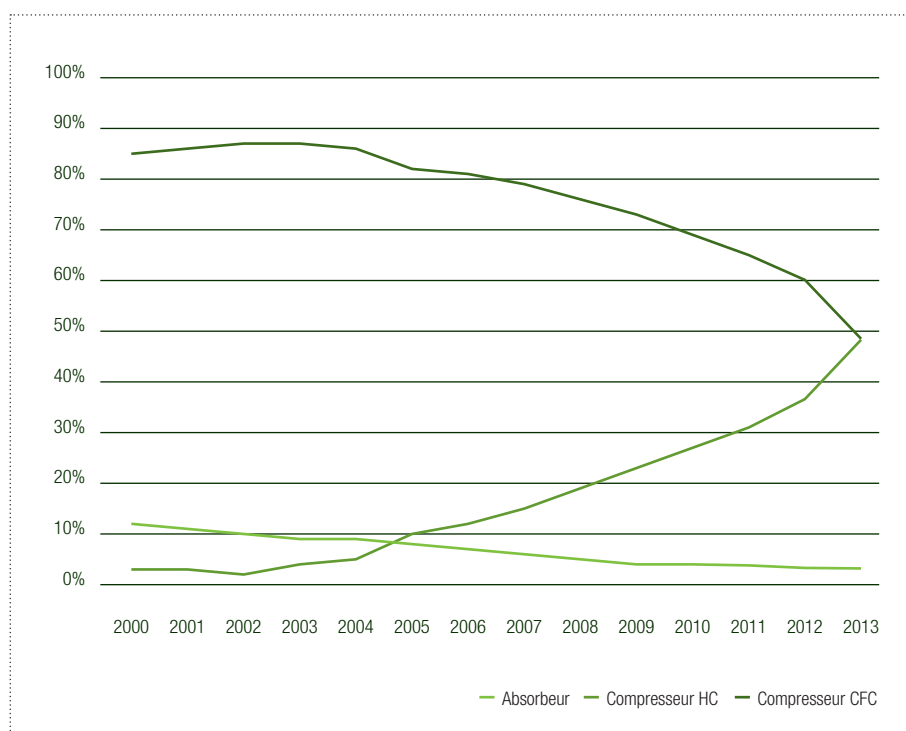
Performance élevée, quantité récupérée en baisse

Le recul de la quantité de réfrigérants aspirée par appareil, que l'on peut en principe observer depuis 2002, n'a pas faibli en 2013. Alors qu'au cours

reflète plutôt la part élevée des circuits de refroidissement contenant des HC en comparaison au total: un compresseur de type HC contient seulement environ 40% de la quantité de réfrigérant que l'on trouve dans les compresseurs de type CFC habituels. Par conséquent, la quantité spécifique de réfrigérant sera également en baisse constante à l'avenir, pour finir par atteindre 60 à 70 grammes. Néanmoins, cela sera le cas bien après 2020. En effet, la part des compresseurs de type CFC se rapproche du zéro de manière asymptotique. La quantité spécifique d'huile récupérée, quant à elle, a diminué pour passer de 214 à 196 grammes. On peut en déduire que, sur les compresseurs de type HC, la quantité de remplissage est moindre, tant pour le réfrigérant que pour l'huile.

de l'année de référence précédente nous n'avions récupéré «plus que» 95 grammes de mélange de réfrigérants, en 2013, la quantité s'élevait encore à 89 grammes. Cette diminution n'a rien à voir avec une baisse de la performance de recyclage; elle

Illustration 1: Évolution des appareils traités au niveau 1 (compresseurs contenant des CFC et des HC ainsi que systèmes à absorption contenant de l'ammoniac)



Les appareils de réfrigération à mousse HC continuent de progresser

Par rapport aux compresseurs de type CFC, la courbe des bâtis à mousse CFC est plus plate, mais présente également une tendance à la baisse constante. Se situant à 47% l'année dernière, elle atteint à présent 43%. La part des bâtis à mousse HC (cyclopentane) est passée de 53 à 57%. L'inversion de la tendance avait ici déjà eu lieu au cours de l'année de référence 2012.

Comme les bâtis à mousse CFC et HC ne sont pas traités séparément, mais sur les mêmes lignes de production, on observe également une tendance à la baisse de la récupération des gaz propulseurs (niveau 2) depuis 2001. À l'instar du niveau 1, les gaz propulseurs évacués sont aussi capturés sous la forme d'un mélange dans le niveau 2. Le nombre croissant de bâtis à HC ainsi que les moindres quantités de HC dans la mousse en polyuréthane se traduisent donc également par de plus faibles quantités récupérées. Alors que, fin des années 90/début des années 2000, les quantités récupérées dépassaient encore 80 grammes par kilogramme de polyuréthane, elles sont pour la première fois passées en-dessous de la barre des 60 grammes en 2012 pour atteindre 58 grammes (cf. illustration 2), tout en connaissant

quelques variations. En 2013, on a noté une valeur moyenne de 54 grammes de mélange de gaz propulseurs par kg de polyuréthane. En partant de la supposition (étayée par des analyses et les indications des fabricants) que la quantité spécifique de cyclopentane par kg de polyuréthane s'élève à environ 40 grammes à la fin du cycle de vie d'un appareil, il est possible de se fixer 2020 comme horizon temporel approximatif, date à laquelle la valeur moyenne de gaz propulseurs récupérés se stabilisera à ce niveau.

Aspect environnemental important

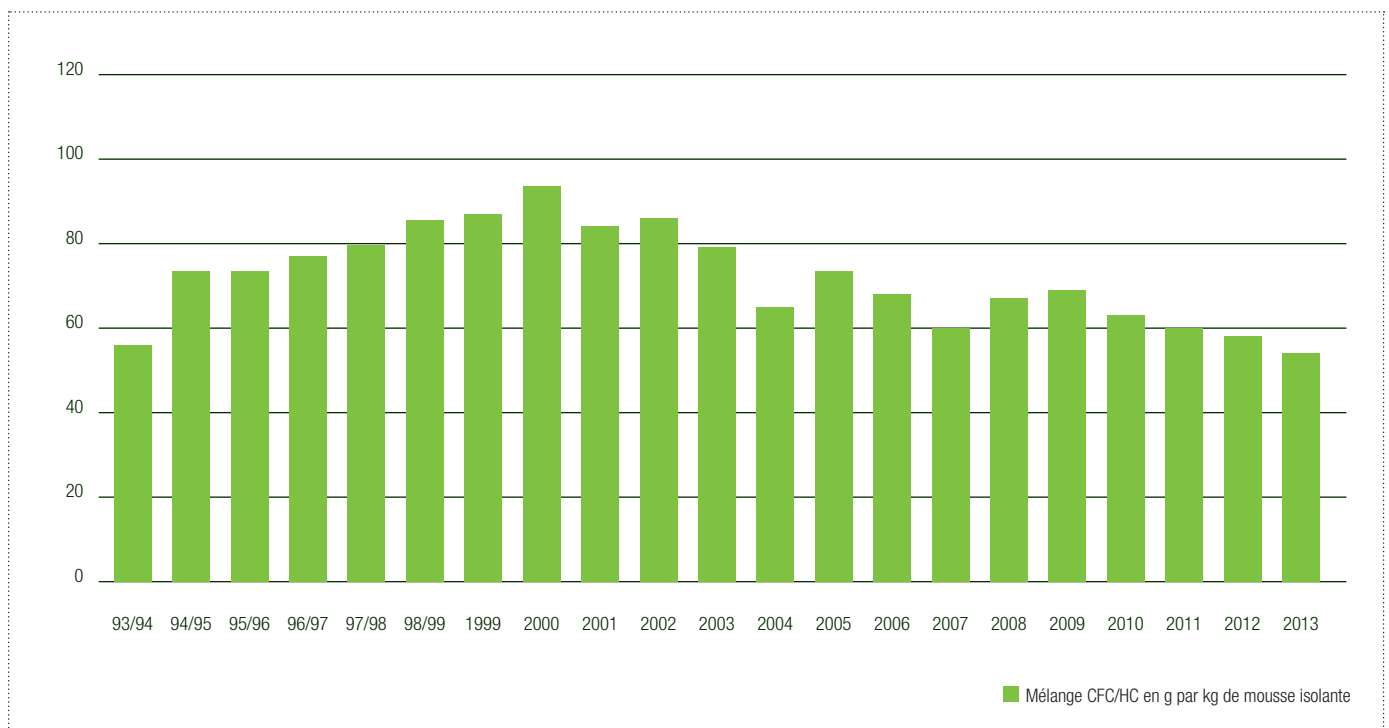
Les installations de traitement récupèrent avec la même efficacité aussi bien les CFC (CFC-11) que les HC (cyclopentane). Certes, l'impact de l'hydrocarbure sur la couche d'ozone est quasiment nul et l'effet de serre du CFC-11, quant à lui, minime. Mais, le traitement conjoint sur les installations de pointe existantes (condensation à basse température) est malgré tout indiqué afin de garantir une élimination écologique des bâtis à CFC, tant qu'ils sont retournés.

Le recyclage des appareils de réfrigération est très important dans un contexte de changement climatique. Comme les réfrigérants et les gaz propulseurs ne sont pas libérés, mais détruits de manière contrôlée (combustion à haute température),



d'immenses quantités de gaz à effet de serre ne sont pas rejetées dans l'atmosphère. La quantité de gaz à effet de serre non rejeté grâce à la récupération s'élève ainsi, pour l'année de référence actuelle, à environ 470'000 tonnes d'équivalent CO₂. Une telle quantité de dioxyde de carbone correspond à l'émission de véhicules de tourisme modernes sur une distance totale de 3 milliards de kilomètres.

Illustration 2: CFC/HC récupéré dans la mousse d'isolation PU (niveau 2)



Les accumulateurs lithium-ion et leur élimination

Ces dernières années, le nombre d'accumulateurs lithium-ion équipant des appareils électroniques portables a littéralement explosé. Ces accus offrent en effet divers avantages, dont une densité énergétique élevée, l'absence d'effet mémoire¹ et une autodécharge relativement faible. Par contre, ils peuvent prendre feu, que ce soit pendant la période d'utilisation ou au moment de leur élimination. La présente contribution expliquera ce que sont ces accus en réalité, quels dangers ils recèlent, et quelles conclusions il faut en tirer au moment de leur stockage et de leur élimination.

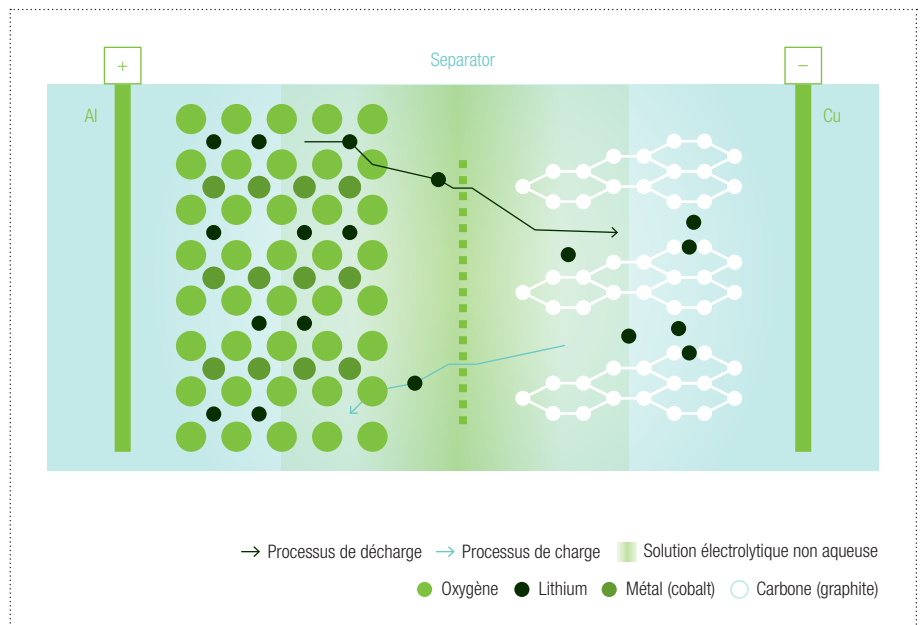
Qu'est-ce qu'un accumulateur (ou une batterie) lithium-ion?

La batterie ou l'accu lithium-ion est basé sur l'échange réversible de l'ion lithium entre une électrode positive et une électrode négative, lors des cycles de charge et de décharge. Ce basculement (*Rocking Chair*) permanent ne provoque pas de réactions chimiques; il n'y a donc pas de production de lithium, un élément métallique hautement réactif. Dans toutes les technologies reconnues, la composition d'une telle batterie secondaire est quasiment identique (cf. encadré).

Tous les accus ou batteries du commerce sont équipés d'anodes en graphite. Ils diffèrent les uns des autres par la composition de leurs cathodes. Si elles sont composées de fer phosphate, elles sont meilleur marché et plus sûres, mais offrent une densité énergétique moins grande. À l'inverse, les cathodes au nickel cobalt offrent une densité énergétique élevée, mais leur sécurité et leur durée de vie ne sont pas aussi bonnes. Les cathodes en manganèse se situent à mi-chemin entre les deux.

Encadré

Une batterie ou un accu est une cellule électrochimique qui convertit en électricité de l'énergie stockée par des processus chimiques. Une batterie primaire transforme cette énergie en électricité selon un processus irréversible, tandis que, dans une batterie secondaire, ces processus peuvent s'inverser au moment de la recharge. Une batterie est composée de plusieurs cellules, dont chacune possède une anode, une cathode et un électrolyte. Lors de la réaction d'oxydoréduction, au moment de la décharge, des cations subissent une réduction sur la cathode (des électrons sont ajoutés), tandis des anions sont oxydés sur l'anode (des électrons sont arrachés). Lors de la recharge, ces processus sont inversés. Les électrodes sont isolées l'une de l'autre par un séparateur, perméable à la circulation des ions de l'électrolyte.



Structure schématique d'une cellule lithium-ion (électrode positive: LiCoO_2 ; électrode négative: Li-Graphite)

¹ L'effet mémoire désigne une perte de performance, qui apparaît lorsque la batterie ou l'accumulateur, ou encore un accumulateur secondaire, n'est pas complètement déchargé avant d'être rechargé, et que ce phénomène se répète souvent.

Dangers liés à la manutention de batteries ou d'accus lithium-ion

La presse rapporte de nombreux exemples d'accidents avec des batteries lithium-ion, que ce soit dans des téléphones portables, des ordinateurs portables, des cigarettes électroniques, des véhicules électriques ou même des avions. L'un des incidents les plus spectaculaires s'est déroulé en 2013, suite à un incendie de batteries dans deux avions de ligne du type Boeing 787 Dreamliner. La flotte mondiale de ce nouveau type d'appareils a été clouée au sol pendant des mois. Bien que les batteries lithium-ion ne contiennent pas de lithium pur hautement réactif, celles-ci peuvent prendre feu. C'est le cas notamment si des court-circuits se produisent, provoquant une forte et soudaine élévation de température et l'incendie des parties combustibles de la batterie (électrolyte, séparateur et boîtier).



Illustration 1: Batterie lithium-ion en feu

Selon une enquête faite par l'entreprise Underwriter Laboratories, spécialiste en sécurité, la commission US Consumer Product Safety a recensé au plan mondial, entre 2012 et 2013, 467 incidents impliquant des batteries lithium-ion, dont 353 incendies (pour mémoire: au cours de l'année 2012, 4 milliards de cellules de ce type avaient été produites dans le monde.)

La cause la plus fréquente de ces incidents de batterie est un court-circuit interne, susceptible de se produire suite à une sollicitation mécanique ou à une surchauffe. Dans le second cas, il peut arriver que le séparateur fonde, provoquant un dégagement d'énergie explosif. Un autre danger provient de réactions exothermiques suite à la dégradation des

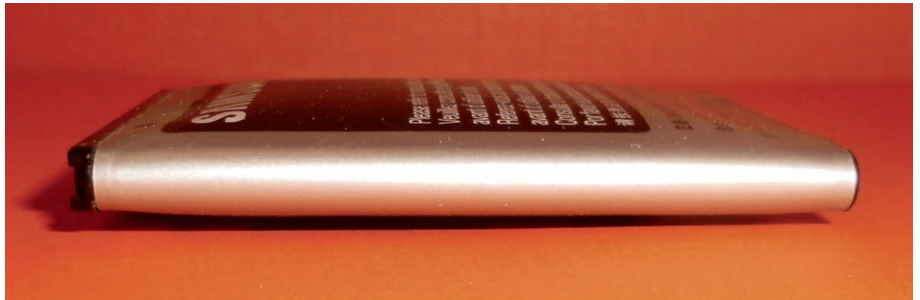


Illustration 2: Appareil de téléphone mobile dont la batterie est défectueuse et boursoufflée

produits chimiques contenus dans la cellule, ce qui peut notamment se produire lors de la charge.

Underwriter Laboratories est en train de développer de nouveaux tests de batteries, mieux à même de détecter les court-circuits internes dans les batteries. Pour ce faire, ils collaborent avec la NASA et Oak Ridge National Laboratory. On a en effet constaté que les tests actuels – tels que celui du perçage par une aiguille – n'étaient pas suffisamment fiables pour détecter un court-circuit local dû à un défaut mineur du séparateur, suivi d'une forte élévation de température (et pouvant se solder par un incendie).

En Suisse, il n'existe actuellement aucune institution de contrôle en matière de prévention du feu qui analyse systématiquement les incidents ou incendies provoqués par des batteries ou accus lithium-ion (ou d'autres types). L'institution la plus concernée est Inobat, spécialiste de l'élimination de batteries et d'accumulateurs, qui constate que les cas d'incendies lors du transport de batteries usagées se multiplient. Selon elle, ces incidents sont probablement provoqués par des batteries lithium-ion défectueuses ou endommagées.

Lors de ces incendies, les gaz dégagés par le feu et menaçant la santé humaine et l'environnement, représentent un danger supplémentaire. Comme les électrolytes utilisés contiennent du fluor, lorsqu'ils prennent feu, des composés toxiques peuvent se dégager, et entre autres de l'acide fluorhydrique. Des études sanitaires sur les effets des gaz émis lors d'incendies de batteries au lithium débouchent sur des conclusions divergentes quant aux dangers réels (cf. Ditch et De Vries, 2013; Ribière et al., 2011). Aucune émanation supérieure d'acide fluorhydrique n'a cependant été relevée au cours de mesures réalisées lors d'un incendie réel.

Stockage et élimination des batteries et accus lithium-ion

Les rapports d'incidents impliquant des batteries lithium-ion ne concernent pas seulement leur utilisation, mais aussi des incendies déclenchés le long de la filière d'élimination. Leur cause est à chercher dans la manipulation inappropriée de déchets E+E contenant encore des batteries.



Illustration 3: Incendie d'un conteneur rempli d'appareils électriques et électroniques usagés

Il est primordial d'observer systématiquement les règles de sécurité suivantes:

- respecter toutes les prescriptions du fabricant et des fiches de sécurité,
- protéger les pôles des batteries contre les courts-circuits externes, par exemple en les recouvrant d'un capuchon,
- prévenir les courts-circuits internes en protégeant les batteries contre toutes les atteintes mécaniques possibles,
- éliminer immédiatement les produits endommagés, d'une manière appropriée, même si le dommage est minime,
- éviter d'exposer durablement des batteries à des températures relativement élevées (par exemple au rayonnement solaire direct).

Pour prévenir les incendies dus aux batteries lithium-ion, il faut redoubler de prudence dans la manutention des appareils électroniques et adopter notamment les précautions suivantes:

- éviter de soumettre les appareils récoltés à des sollicitations mécaniques,
- vider à la main les conteneurs, sans les basculer pour les vider,
- démonter les appareils manuellement, en se servant des outils appropriés,
- emballer les batteries en respectant les prescriptions de l'ADR.

En Suisse, Inobat (www.inobat.ch) est responsable de l'élimination des batteries lithium-ion, récoltées lors du traitement et du démontage des appareils E+E usagés. Dans sa brochure d'information intitulée «Conseils pour la collecte des piles aux points de vente», Inobat rappelle qu'en règle générale, il est tout à fait admissible de stocker les batteries lithium-ion avec des batteries d'autres types. Pour les cas particuliers, Inobat propose des caisses ignifugées par un matériau incombustible (PyroBubbles®) et susceptibles d'éviter qu'un feu ne se déclare. Elles doivent servir pour la collecte et le transport de batteries lithium-ion visiblement endommagées (boursoufflées) ou ayant été soumises à des températures élevées. Elles sont aussi utiles pour emballer les batteries utilisées dans le modélisme; leur taux de cobalt est souvent élevé et elles sont considérées par Inobat comme particulièrement dangereuses (cf. illustration 2). Le matériau PyroBubbles® est constitué

de billes de verre soufflé très légères (SiO_2), qui s'adaptent facilement à toutes les formes d'objets. De telles caisses permettent de limiter efficacement, voire de rendre impossible le déclenchement d'un feu (électrique). En effet, en cas de surchauffe, les billes de verre forment une barrière étanche à l'air. Non seulement le feu naissant est ainsi étouffé, mais il est isolé des autres éléments situés à proximité, comme les câbles ou d'autres cellules de batteries. La propagation du feu est ainsi évitée.

À l'heure actuelle, Inobat trie les batteries lithium-ion reprises et les remet aux recycleurs,

sans mélange avec les autres batteries. Le lithium étant encore un matériau relativement bon marché, il n'intéresse pas les recycleurs. Ceux-ci préfèrent récupérer l'aluminium, le cobalt, le cuivre et le nickel. Il faut toutefois signaler que certaines techniques permettraient d'extraire le lithium sous forme de carbonate de lithium (Li_2CO_3), par exemple au moyen des procédés hydrométallurgiques des entreprises Batrec, Recupyl ou Toxco.



Illustration 4: Caisse de prévention des incendies proposée par Inobat pour l'emballage de batteries lithium-ion visiblement endommagées (boursoufflées) ou ayant subi une surchauffe. Elle contient un matériau qui résiste au feu (PyroBubbles®).

À la casse – oui mais quand?

Un système de récupération basé sur la taxe anticipée de recyclage (TAR) fonctionne selon les mêmes principes de solidarité que l'AVS. Les montants encaissés par la TAR et prélevés sur les nouveaux appareils sont destinés à payer le recyclage des appareils usagés restitués au cours de la même année. Tout comme dans le système de répartition des rentes AVS, où ce sont les jeunes qui doivent payer les rentes des retraités. Pour que l'équilibre budgétaire soit assuré, il faut tenir compte de nombreux facteurs, dont la durée qui s'écoule entre l'achat d'un appareil neuf et sa restitution dans le système de récupération.

La Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW) a mené l'enquête, sur mandat de Swico, pour déterminer la durée de mise en circulation des appareils électroniques. Par «durée de mise en circulation», on entend le temps écoulé entre l'achat d'un appareil et sa reprise dans un centre de collecte du système de récupération. Les données recueillies

lors de cette enquête concernant les téléphones mobiles et les ordinateurs portables ont été les suivantes: nom du fabricant, modèle d'appareil et date de remise. Comme il n'est souvent plus possible de retrouver la date exacte de l'achat d'un appareil, les auteurs de l'étude ont utilisé les données du fabricant (date de production). La durée de mise en circulation

a donc été définie comme la période comprise entre la date de production et la date de restitution de l'appareil. Les centres de collecte participant à l'enquête étaient répartis sur tout le territoire suisse.

De nombreux appareils sont restitués avant huit ans

Pour les ordinateurs portables, la durée de mise en circulation varie naturellement dans une certaine fourchette (courbe de distribution de Weibull). De cette courbe, on a pu déduire une durée de circulation moyenne de 8,3 années. Pour les téléphones portables, une même analyse a permis de déterminer une durée de mise en circulation de 8,1 années (cf. illustrations 1 et 2). Les saisies de données étant décalées dans le temps, on peut aussi découvrir une

Illustration 1: Durée de mise en circulation des téléphone mobiles

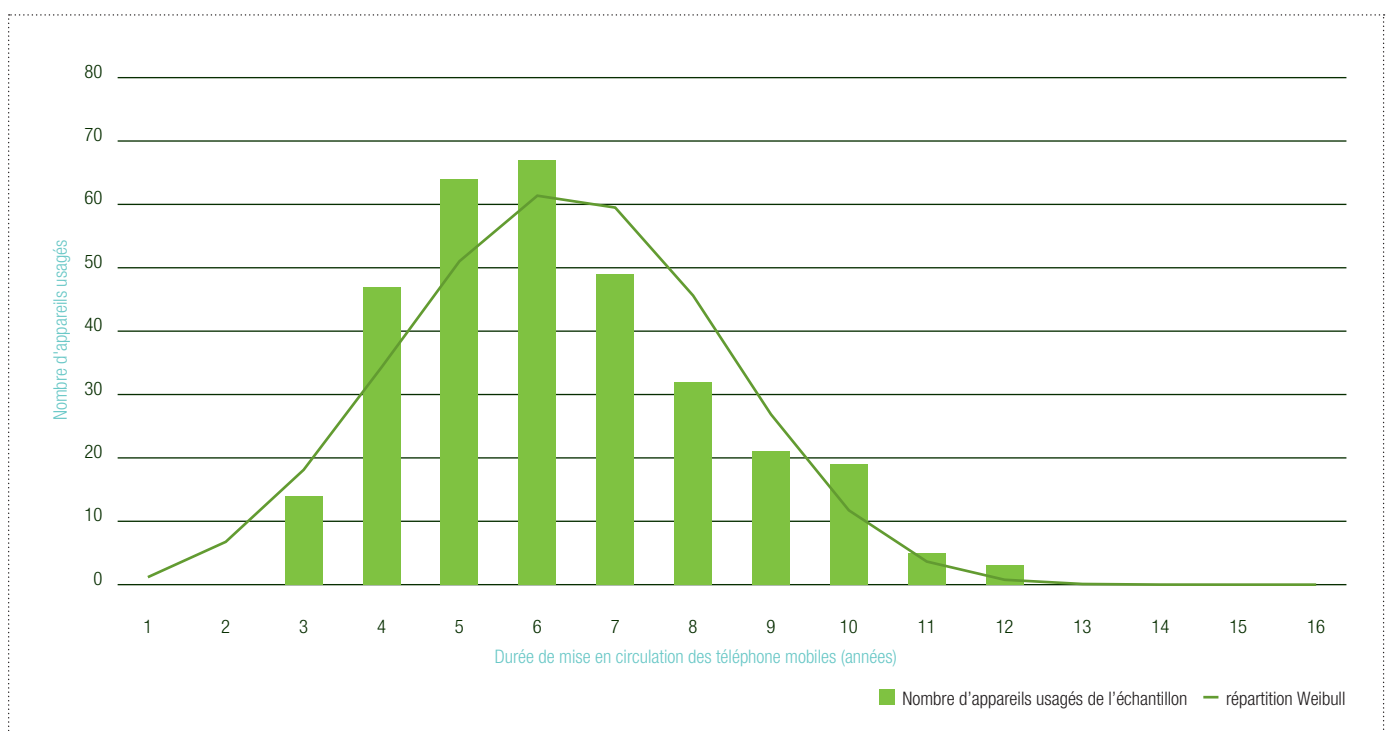
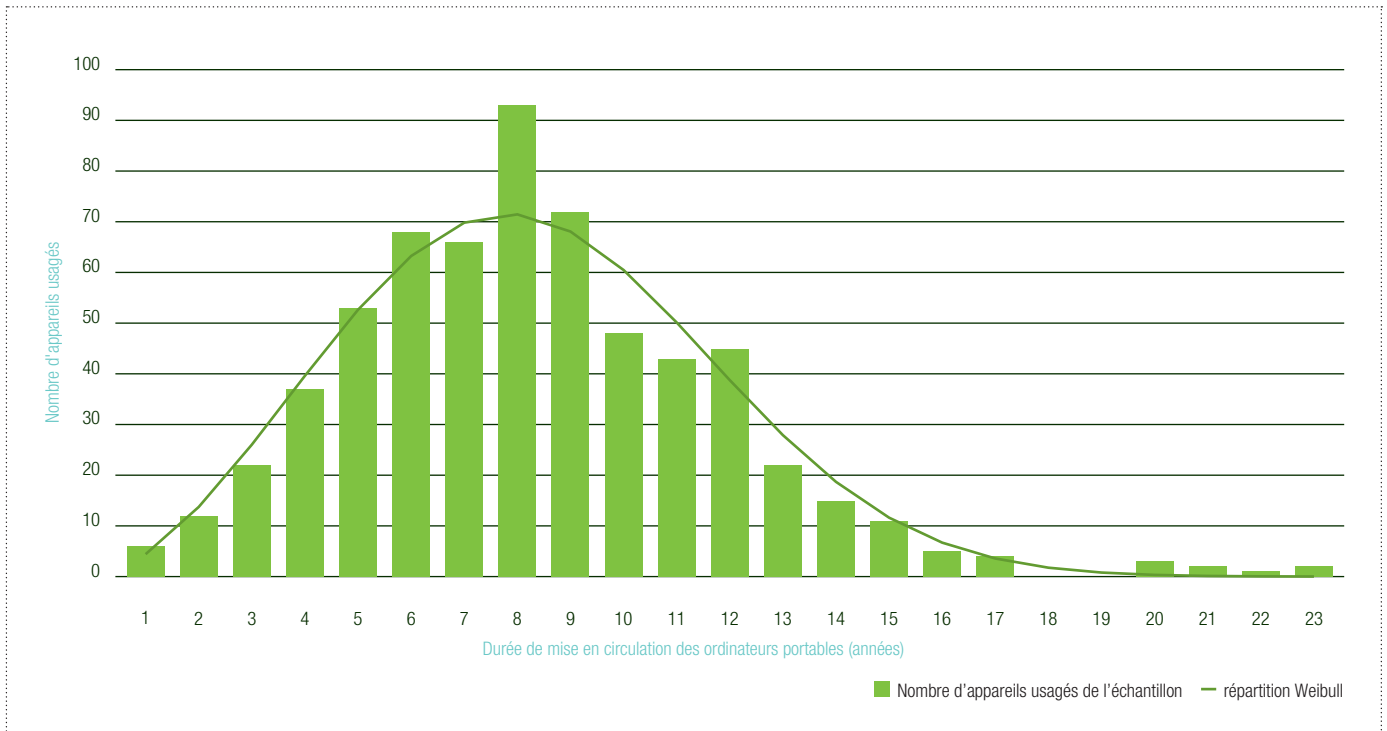


Illustration 2: Durée de mise en circulation des ordinateurs portables



tendance générale. Entre 2012 et 2013, la durée de circulation s'est réduite quelque peu. Mais de nouvelles enquêtes seraient nécessaires pour confirmer cette tendance d'un raccourcissement de la durée de circulation des appareils.

La durée de mise en circulation doit être distinguée de la durée d'utilisation effective, car les appareils sont souvent remplacés avant d'être hors d'usage et ne sont pas rapportés de suite. Ils peuvent être stockés dans un tiroir, revendus ou donnés à quelqu'un d'autre, conservés comme réserve de pièces de rechange, ou encore gardés comme appareils de secours. La durée de mise en circulation se différencie aussi de la durée de vie technique. Cette dernière désigne la période comprise entre la production d'un appareil et le moment où celui-ci cesse de fonctionner. Elle peut être plus longue ou plus courte que la durée de mise en circulation.

Plus l'appareil est grand et plus sa durée de mise en circulation est courte

D'autres appareils ont également été analysés: les écrans plats et les imprimantes. Mais les données sont encore trop lacunaires pour identifier une répartition précise et des changements réels. La durée de mise en circulation observée permet néanmoins de

disposer d'un indice intéressant: il semble que plus l'appareil est grand et plus il est éliminé rapidement. Les gros appareils encombrants finissent plus rapidement au centre de collecte que les petits qui trouvent place dans un tiroir (cas typique: les téléphones portables).

Résumé

Pour des appareils électroniques de petite taille comme des téléphones portables¹, la durée d'utilisation effective est bien plus courte que la durée de mise en circulation. Il serait donc utile de cibler précisément ces petits appareils dans la publicité incitant à les rapporter rapidement lorsqu'ils sont hors d'usage. Mais Swico va surtout utiliser ces données pour fixer d'une manière aussi précise que possible le montant de la TAR, en correspondance avec le nombre attendu d'appareils restitués.

¹ En partant de l'hypothèse que chaque habitant en Suisse de plus de 12 ans possède un smartphone, on a pu calculer, sur la base d'analyses de marché, que leur propriétaire en changeait tous les 22 mois (sources: Swico, EITO, 2014).

De la décharge pour déchets spéciaux à la source de matières premières: un nouveau cycle de matières se clôt

Le verre des lampes à économie d'énergie et des tubes néons est classé comme déchet spécial en raison de la couche luminescente qui garnit sa face interne. Ces sources lumineuses sont collectées séparément, puis récupérées par des entreprises spécialisées qui les réduisent par broyage pour en séparer les divers composants. Ce procédé libère notamment une poudre luminescente très toxique, qui devait jusqu'à récemment être entreposée comme déchet spécial dans des mines de sel abandonnées en Allemagne. Aujourd'hui, cette poudre peut être valorisée comme source de terres rares.

De la décharge à la source de matières premières

On ne cessera pas de s'étonner à quelle vitesse les progrès techniques ouvrent de nouvelles possibilités, particulièrement dans le domaine de la gestion des déchets. Il y a seulement quelques années, personne ne se serait douté qu'un produit aussi toxique que la poudre luminescente, contenant du mercure, puisse un jour devenir une source de matières premières. Il était de notoriété publique que le mercure est à la fois trop difficile et coûteux à manipuler, et qu'il est vain de vouloir séparer les dizaines

d'éléments et de composés chimiques que contient cette poudre. Tous les professionnels des déchets étaient d'accord pour dire que les quantités de ces éléments – certes chers – étaient tellement minimes que cela n'en valait pas la peine. Aujourd'hui, les procédés techniques font mentir les croyances.

Depuis 2012, dans la Vallée de la Chimie, au sud de Lyon, une entreprise chimique du groupe Solvay reprend la poudre luminescente issue des sources lumineuses hors d'usage de l'Europe entière (cf. illustration 1). Elle l'accepte à condition que sa composition et sa pureté répondent à des critères précis

qu'elle a fixés. Alors que les entreprises de récupération – notamment suisses – devaient encore payer jusqu'à récemment des taxes élevées pour stocker cette poudre dans les anciennes mines de sel (cf. illustration 1), elles peuvent aujourd'hui recevoir de l'argent pour cette même poudre, en proportion de la qualité livrée.

Les terres rares rayonnent de la lumière

Les lampes à économie d'énergie et les tubes néon possèdent tous, une couche de poudre luminescente, collée sur la face interne du verre qui les compose. Le courant électrique excite les vapeurs de mercure, qui émettent alors de la lumière ultra-violette (UV) qui à son tour, est transformée en lumière visible par la poudre luminescente. Cette conversion lumineuse est possible grâce à la présence, dans la poudre, de 17 métaux des terres rares, possédant des propriétés voisines (cf. illustration 2). Suivant leur composition et leur mélange, ces éléments ou des composés de ces éléments déterminent la qualité et la tonalité de la lumière émise. Il existe une multitude de mélanges possibles.

Les métaux rares rencontrent un vif intérêt

Ces dernières décennies, l'intérêt pour les métaux des terres rares s'est rapidement développé. Mis à part leur application comme matière luminescente dans les sources lumineuses, les écrans d'ordinateurs ou les caractères luminescents (cadrans de montres, par exemple), les terres rares sont aussi utilisées pour la production de certains verres, d'aimants permanents, de catalyseurs ou d'alliages¹. Alors qu'en 1980, on n'utilisait mondialement que 20'000 tonnes de terres rares, on en consomme aujourd'hui environ 110'000 tonnes. La Chine, à elle-seule, maîtrise 85% de cette production^{2,3}. Les prix ont suivi la demande. Entre 2006 et 2011, certains représentants



Illustration 1: Dans la Vallée de la chimie, au sud de Lyon (France), certaines installations produisent de la vanilline, tandis que d'autres récupèrent des terres rares tirées de la poudre luminescente récupérée dans les lampes à économie d'énergie et les tubes néon.

Illustration 2: Les 17 métaux des terres rares (scandium, yttrium et 15 lanthanides)

	a I	a II	b III	b IV	b V	b VI	b VII	b VIII	b VIII	b VIII	b I	b II	a III	a IV	a V	a VI	a VII	a VIII
1	K	H																He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
			Lanthanoïde															
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		

débris de verre, les impuretés et tous les composés de terres rares qui ne sont pas encore valorisables (cf. illustration 3). Les concentrations de terres rares dans les déchets de poudre luminescente ne sont pas très élevées. Il s'agit premièrement de séparer et d'isoler le mercure, qui est très toxique, mobile et non valorisable. En raison de la présence de vapeurs de mercure et d'acides très concentrés, les installations d'évacuation d'air vicié et de traitement des eaux usées sont extrêmement chères et difficiles à entretenir. À la fin du procédé, les terres rares sont extraites par voie chimique. Cela demande un savoir-faire très spécialisé, car les propriétés chimiques des terres rares sont très voisines d'un élément à l'autre.



Illustration 3: Récipients contenant de la poudre luminescente, préparés par un récupérateur allemand pour être entreposés définitivement dans une mine de sel souterraine (2010)



Illustration 4: Poudre luminescente en vrac, issue du traitement des lampes à décharge gazeuse: il s'agit d'un mélange de verre, de mercure, de terres rares et d'impuretés diverses

de ces terres rares ont vu leur prix multiplié par dix, notamment en raison de l'introduction de restrictions d'exportation édictées par la Chine. Depuis lors, la flambée des prix s'est un peu calmée sur les marchés des matières premières. En février 2014, le prix au kilo des principales terres rares utilisées dans la poudre luminescente se négociait, pour le métal sous forme d'oxyde, entre 10 et 1'000 francs suisses⁴.

Risques à l'investissement

Les risques d'investir dans des installations de traitement sont aussi très élevés. En premier lieu, il faut disposer du savoir-faire nécessaire et l'utiliser dans la construction de l'installation. D'une part, des prix élevés sont une forte incitation à trouver des solutions chimiques et techniques de substitution. Si de telles solutions sont trouvées, la demande pour le produit substitué chute. D'autre part, la Chine, comme principal producteur, peut agir sur le plan stratégique pour casser les prix sur le marché, en opposant une forte concurrence sur les matières premières et secondaires, ou en innovant de son côté sur le plan des technologies. Il faut donc saluer ici le courage du groupe Solvay, qui a consenti les investissements nécessaires pour mettre la filière de traitement sur pied.

Un coléoptère comme symbole

L'entreprise Solvay Aroma Performance à Lyon a lancé le projet appelé «Coleop'terre», lequel a trouvé un cofinancement par le fonds environnemental LIFE+ de l'Union européenne. Le terme de coléoptère a été choisi comme symbole; il rappelle que ces organismes vivent sous terre. Les défis sont énormes, que ce soit du point de vue chimique, environnemental ou technologique. Il s'agit premièrement d'éliminer les

Rares en quantité, mais d'une qualité rare

Le procédé développé par Solvay permet aussi de traiter les déchets de poudre luminescente récupérés par les entreprises suisses de recyclage. Sur les 1'000 tonnes de sources lumineuses traitées en Suisse, il est possible de récupérer environ 25 tonnes de poudre luminescente, laquelle peut à son tour être retraitée en France. Il s'agit de procéder encore à quelques ajustements et optimisations de procédés, lors du traitement des sources lumineuses. À la fin de la filière, il reste une petite quantité de métaux des terres rares, dont la pureté dépasse 99,9%. Dans cet état, ils ne se différencient pas des terres rares issues de l'exploitation des minerais (extraction primaire). Mais le procédé a aussi son revers de médaille: il produit une plus grande quantité de déchets chargés de mercure, qui ne sont pas incinérables. C'est pourquoi des représentants de la commission technique Swico/SENS ont décidé, cette année, d'analyser les émissions et les procédés de traitement de l'entreprise française, d'en évaluer les impacts, et de formuler des propositions quant aux mesures à prendre, le cas échéant. De tels audits contribuent à vérifier la pertinence des méthodes de recyclage.

¹ D. Schüler, M. Buchert, R. Liu, S. Dittrich und C. Merz, «Study on Rare Earths and Their Recycling», Darmstadt: Öko-Institut e. V., 2011.
² A. V. Naumov, «Review of the World Market of Rare-Earth Metals», published in Izvestiya VUZ, Tsvetnaya Metallurgiya, No.1, pp. 22–31, 2008.
³ U.S. Geological Survey, «Mineral Commodity Summaries 2013», U.S. Department of the Interior, 2013.
⁴ www.metal-pages.com, eingesehen am 21.02.2014.
⁵ Cf. articles sur les quantités 2013, dans le même rapport.

Le recyclage des panneaux photovoltaïques se normalise

Même en étant défectueux, les modules PV peuvent continuer à produire du courant. Ces modules défectueux ne sont cependant pas dangereux, mais la plus grande prudence s'impose cependant lors de leur traitement. En effet, le danger de coupure est élevé. Les processus de stockage et de transport doivent donc être structurés de façon stable et sécurisée afin d'éviter que les modules PV défectueux et les modules PV usagés ne provoquent des dommages.

La branche du solaire connaît un fort développement – nous le constatons déjà dans le rapport technique 2013. Or aujourd'hui, après 15 ans de service, les premiers modules photovoltaïques (modules PV) usagés sont rapportés. Il est temps de mettre sur pied des processus de recyclage adéquats.

L'Union européenne a décidé d'inclure les modules PV dans la directive 2012/19/UE sur les DEEE. Mais les modules photovoltaïques se distinguent des autres déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) de manière significative. Ils doivent donc être collectés dans une filière spécifique et ne pas être mélangés aux autres DEEE.

Un groupe de travail a été constitué pour déterminer comment recycler cette nouvelle catégorie de déchets; il a pour nom CENELEC TC111X WG6. Désormais, la norme CENELEC EN 50625-2-4 fixe les conditions générales de ces procédés. En voici les points principaux:

Principes généraux de manutention

Pour des raisons de sécurité, le broyage préliminaire (*Pre-Crushing*) et le compactage des modules PV pour optimiser les transports ne sont pas autorisés. Même défectueux, ils peuvent en effet encore produire du courant. Il faut donc les manipuler avec la plus grande précaution. Les processus de stockage et de transport doivent être organisés en conséquence. Il faut notamment éviter que les modules défectueux ou usagés ne subissent des dommages.

Exigences techniques pour le recyclage (résumé)

Au cours d'une première étape, il faut séparer

manuellement les modules PV de tous leurs câbles et de toutes leurs parties métalliques (cadres, supports, etc.).

Il s'agit ensuite de les identifier et de les trier par sorte, avant tout traitement mécanique. Les deux principales technologies de modules PV sont les suivantes; signalons qu'elles nécessitent un traitement distinct:

- cellules de silicium cristallin
- panneaux à couche mince

Dans le premier cas, on distingue les siliciums monocristallin et polycristallin, cette différence étant sans importance dans le processus de recyclage.

Les modules PV en silicium cristallin ne posent pas de problèmes et peuvent être traités comme du verre plat. Ils peuvent être broyés et leurs composants triés dans les catégories suivantes: verre, métaux, plastiques, céramique.

Par contre, les panneaux à couche mince peuvent contenir du tellure de cadmium et du plomb, ce qui représente un grand risque pour l'environnement. C'est pourquoi la norme fixe des valeurs limites de cadmium et de plomb pour le verre recyclé. Il est nécessaire d'être très consciencieux dans le traitement de ces substances dangereuses et de respecter les valeurs limites.

Le recyclage du verre nécessite de la prudence

Au cours des processus de recyclage du verre, il faut limiter autant que possible les émissions de poussière. En effet, la poussière de verre peut

représenter une menace pour la santé du personnel. Aucune valeur limite n'a encore été déterminée, mais des groupes de travail sont en train de les élaborer. L'eau servant à limiter les émanations de poussières doit circuler en circuit fermé, conformément à la norme. Pour garantir la sécurité et la santé des collaborateurs, les entreprises de recyclage doivent introduire une surveillance continue (*monitoring*) des émissions de poussières.

Le retraitement de modules PV serait souhaitable

La directive fixe aussi le principe d'une réutilisation des déchets de panneaux PV pour la fabrication de nouveaux panneaux, tout en sachant qu'il s'agit actuellement d'un vœu pieu, un tel procédé n'existant pas encore. Il en est au stade de la recherche et n'a pas encore trouvé d'application industrielle. On peut donc ignorer cette exigence à l'heure actuelle.



La détection des polluants lors du recyclage des appareils E+E usagés: un gage de qualité

Dans le cadre du recyclage des appareils E+E usagés, l'un des principaux critères écologiques est d'empêcher le rejet de polluants. Mais comment s'assurer que les partenaires contractuels respectent les dispositions correspondantes et éliminent vraiment les polluants du circuit du recyclage? La commission technique de SENS, Swico et la SLRS a développé et optimisé au cours des années un ensemble d'instruments constitué d'indicateurs, d'analyses chimiques et d'essais batch permettant justement de vérifier le respect des dispositions à différents échelons et de maintenir ainsi la qualité du recyclage à un niveau très élevé.

Dès le début de ses activités, l'organe de contrôle technique (TK) de Swico, SENS et SLRS a vérifié qu'aucun polluant ne soit disséminé dans l'environnement lors des opérations de recyclage. C'est l'une de ses tâches principales. Les polluants ne doivent ni être libérés directement dans l'environnement, ni être contenus dans les fractions valorisables qui poursuivent leur vie. Les processus de traitement doivent ainsi être conçus pour éliminer complètement les polluants à tous les stades du traitement.

L'obligation de dépolluer tous les composants est une mesure préventive importante. À partir d'une certaine taille, toutes les piles et batteries et tous les condensateurs doivent être enlevés ou soustraits, de manière à être préservés des dommages potentiels lors de la suite du traitement. On évite ainsi aux polluants d'atteindre l'environnement et de contaminer les matières valorisables. Un défi permanent constitue à s'assurer, au cours de l'audit annuel, que l'entreprise procède bien à la dépollution des objets et matières comme l'y obligent les prescriptions.

L'un des meilleurs indicateurs est la quantité de condensateurs, de piles et de batteries enlevés ou soustraits. Ce chiffre est déterminé par les tests de traitement (essais batch) et par les données annuelles fournies par les entreprises de recyclage. Le nombre de condensateurs, de piles ou de batteries est très variable d'un type d'appareils à l'autre. Sans connaître en détail la composition du mélange d'appareils traités, il est très difficile d'interpréter ces indicateurs. Pour éviter les incertitudes liées à ces interprétations, les entreprises sont priées de documenter de manière

détaillée la relation entre le nombre de condensateurs enlevés et le type d'appareils traités, ce qui facilite un contrôle indépendant de la qualité de la dépollution et s'avère particulièrement utile lorsqu'on tombe sur des qualités défectueuses.

Indépendamment de ce contrôle, il faut vérifier la qualité des fractions issues du traitement mécanique. On cherche alors, par des analyses chimiques, à trouver des traces des principaux polluants. Pour ce faire, on choisit la fraction la plus fine issue du processus, qui est considérée comme échantillon annuel représentatif. En effet, plus la fraction est fine, plus la surface totale des particules est grande, et plus la concentration de polluants adhérant à cette surface risque d'être élevée. Les biphényles polychlorés (BPC) adhèrent aux particules sous forme d'un film huileux, tandis que d'autres polluants s'y fixent sous forme de poussière.

Les valeurs indicatives ci-après facilitent l'interprétation des résultats d'analyse:

- Cadmium (Cd): 100 mg/kg (0,1%)
- BPC: 50 mg/kg¹
- Cuivre (Cu): 10'000 mg/kg (1,0%)

Si la valeur limite pour l'un ou plusieurs de ces polluants est dépassée, il s'agit de prendre des mesures pour abaisser le niveau de pollution en-dessous de cette valeur. La valeur limite concernant le cuivre a un statut spécial: elle indique la qualité de séparation du cuivre, comme matière première secondaire destinée à repartir dans le cycle des matières. Le taux de

cadmium dans la fraction analysée indique la part des piles dépolluées, tandis que le taux des BPC indique la part des condensateurs dépollués.

En complément, des analyses sont aussi effectuées lors des essais batch se déroulant tous les deux ans. Les auditeurs suivent de très près ces essais. Ils procèdent à une analyse chimique plus large, comprenant la détection, outre du cadmium, des BPC et du cuivre, celle du mercure, du plomb et du zinc, qui sont aussi des métaux toxiques. Mais le marché des appareils électriques et électroniques évolue très vite. De plus en plus d'applications se voient interdire ou limiter l'utilisation de substances bien connues (cadmium, BPC, mercure), lesquelles sont remplacées par de nouvelles substances. Ces dernières ont aussi un impact négatif sur l'environnement, même si ces effets ne sont pas connus ou sont sous-évalués au moment de la mise sur le marché de ces substances. Les experts restent donc vigilants, même et surtout avec ces nouvelles substances. D'une part, ils échangent leurs expériences au sein de l'organe de contrôle de Swico, SENS et SLRS, d'autre part, ils discutent avec les récupérateurs, notamment au cours des essais batch. Les fractions sont aussi analysées quant à leur teneur en nouvelles substances, et intégrées dans le programme de mesure le cas échéant.

En résumé, ce programme de contrôle mené par l'organe compétent a été de mieux en mieux optimisé au cours des années, et représente aujourd'hui une mesure importante permettant de garantir que le recyclage des appareils E+E usagés se fait en respectant les exigences de qualité.

¹ Les 6 BPC de référence seront considérés selon DIN 51 527, partie 1, et analysés selon les prescriptions de la LAGA.

Élimination du verre des écrans d'ordinateurs ou de téléviseurs

Dans les pays de l'OCDE, on n'utilise plus à grande échelle de tubes cathodiques; dans les pays en développement, leur usage se perd aussi. Contrairement aux attentes, basées sur des perspectives modélisées, ce n'est qu'en 2012 – soit bien plus tard que prévu – que, selon les données fournies par les récupérateurs, la quantité de tubes récupérés a atteint son maximum (12'000 t/an). La quantité correspond aux prévisions, mais ce cap a été franchi environ sept ans plus tard que prévu.

Dans la plupart des pays, la production de tubes cathodiques (*cathode ray tubes, CRT*) a cessé (cf. par exemple: www.crtsite.com → CRTs → Prototypes → PREV). Les derniers sites de production se situent dans des pays émergents, tels que l'Inde, la Chine ou la Malaisie. Mais leurs jours sont comptés, même dans ces pays. La technologie des écrans plats (*flat panel display, FPD*) domine le marché mondial. Les points lumineux sur les écrans sont produits par cristaux liquides (*liquid crystal display, LCD*) avec deux sortes de rétro-éclairage différentes: lampes fluorescentes ou diodes électroluminescentes (LED). Les écrans LCD ont quasiment jeté aux oubliettes les moniteurs CRT de PC ou les téléviseurs à tubes. Les consommateurs suisses ont fait le pas du changement de technologie il y a 10 ou 15 ans, soit relativement tôt. La vente de cette ancienne technologie a chuté. À partir de 2007, on ne trouvait plus de tels appareils dans les assortiments (cf. illustration 1). Actuellement, de nouvelles technologies apparaissent, comme les LED organiques (OLED), qui relègueront à leur tour les écrans LCD aux oubliettes dans quelques années (cf. illustration 2).

Depuis 2007, on a calculé au moyen de modèles l'évolution du taux de restitution des écrans CRT en Suisse. L'illustration 3 montre l'évolution au cours du temps de différentes sortes de verre d'écran en Suisse: stock de verre CRT (CRT stock), ayant atteint son maximum de 100'000 tonnes en l'an 2000, flux de verre annuel dû à la vente (CRT in), quantité restituée selon estimations (CRT out), et quantités effectivement restituées par le biais du système de reprise Swico (Swico Recycling). On voit qu'en 2013,

les volumes restitués commencent à diminuer (–17% par rapport à 2012). On voit aussi que la valeur calculée maximale (12'000 tonnes), correspond à la quantité effectivement restituée. Mais cette pointe s'est produite au moins avec sept ans de retard. Les durées de vie estimées (TV = 10 ans; PC = 7 ans) n'étaient donc pas correctes.

Jusqu'il y a quelques années, le verre recyclé CRT servait à la fabrication de nouveaux écrans. L'écroulement du marché des équipements CRT et l'augmentation parallèle des quantités de verre CRT récupéré ont obligé les entreprises de récupération à chercher de nouveaux débouchés. C'est l'industrie de fabrication de bouteilles qui a pu maintenir la demande de verre CRT dépourvu de plomb.

La directive européenne fixe la limite de teneur cumulée de métaux lourds (Pb, Cd, Hg et Cr VI) à 100 ppm. Aujourd'hui, une dérogation a été accordée pour le verre de récipients, à 250 ppm (avec devoir d'annonce dès 200 ppm). En effet, on observe dans le verre secondaire restitué, déjà des concentrations plus élevées de plomb et d'autres métaux lourds. Cela explique pourquoi l'industrie et les pouvoirs publics avaient rejeté au début la possibilité d'utiliser du verre des écrans pour la fabrication de bouteilles; il s'agissait d'éviter de renforcer la teneur en plomb du verre. Entre-temps, deux éléments ont pu être précisés: d'une part, le plomb existant dans le verre ne provient des appareils CRT que dans une proportion très minime; d'autre part, les techniques de tri se sont tellement améliorées qu'il est possible aujourd'hui de respecter la limite de teneur en plomb. La plupart du verre sans plomb livré à l'Allemagne sous forme

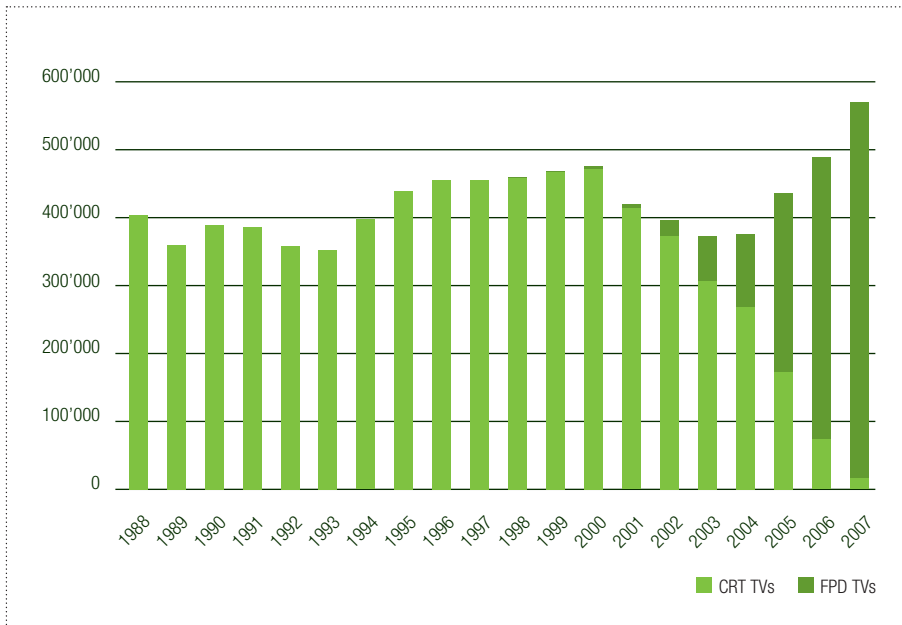
de moniteurs à recycler a déjà été transformé en bouteilles en 2013 (cf. illustration 5). On constate donc que pour la plus grande partie du verre d'anciens écrans de TV ou de PC (environ deux tiers de la quantité), une bonne solution de recyclage a pu être trouvée.

À l'heure actuelle, il n'a pas encore pu être élucidé à quoi l'on pourrait utiliser le tiers restant du verre CRT. Les deuxièmes repreneurs ont imaginé principalement les trois stratégies suivantes: 1) déposer ce verre dans un stockage intermédiaire, 2) utiliser le verre comme matériau de remplacement pour combler des décharges, 3) utiliser le verre comme substitut de silicates pour favoriser la création de scories dans des fonderies de cuivre ou de plomb.

Il n'est pas encore démontré que la 3^e solution permette réellement de séparer le plomb du verre. En effet, pour réduire l'oxyde de plomb, il faut au moins une température de 1'200 à 1'300°C, ce qui n'est pas toujours le cas. Si cela fonctionnait, cela permettrait d'évacuer le plomb pris dans les scories, et de ne pas le récupérer. Les besoins de silicates sont limités à quelques milliers de tonnes par an. Il serait donc nécessaire de stocker le verre contenant du plomb pendant un certain temps dans des dépôts intermédiaires. Malgré tout, l'articulation de ces trois stratégies semble être une solution raisonnable, qui permettrait d'éliminer le reste du stock de verre CRT.

Par contre, il est de plus en plus contestable d'exporter des moniteurs ou téléviseurs usagés dans les pays en développement, même avec l'intention d'en faire des écrans neufs. Les pays exportateurs perdraient ainsi tout contrôle sur la suite de la filière du verre contenant du plomb. En réalité, ce verre usagé ne se retrouvera jamais plus dans de nouveaux tubes cathodiques. Il est hautement probable que les stocks de verre CRT dureraient bien plus longtemps dans les pays en voie de développement que dans les pays plus riches. En effet, ces pays auraient tendance à importer de grandes quantités d'écrans d'occasion à prix cassés, qu'ils feraient réparer ou remettre en

Nombre d'appareils de TV vendus en Suisse



Nombre de moniteurs de PC vendus en Suisse

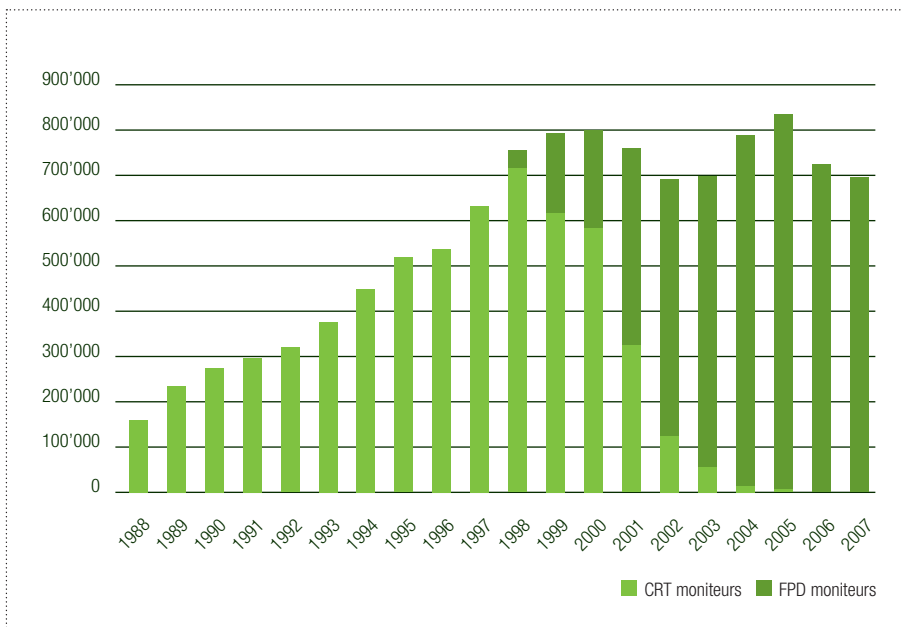


Illustration 1: Les courbes montrent le remplacement rapide de la technologie CRT par la technologie LCD (téléviseurs et moniteurs) en Suisse (Sinha).

état par du personnel qualifié, ce qui en prolongerait d'autant la durée de vie. Or, dans ces pays également, les appareils à tube cathodique vont bientôt quitter les rayons des magasins. Compte tenu de l'absence d'infrastructures correctes de récupération, on peut se demander où ces écrans disparaîtront. Il est ainsi plus probable qu'une partie importante du verre issu des écrans CRT usagés finisse dans des décharges sauvages dans les pays en voie de développement. Là, il risque de libérer dans l'environnement des substances dangereuses, dont le plomb.

Dans ce contexte marqué par les flux maximums en Suisse et par les changements rapides dans l'industrie de sa récupération, Swico prend ses responsabilités d'exploitant de système et se pose les questions suivantes:

- Comment vont évoluer à l'avenir les quantités restituées d'appareils usagés à tubes cathodiques en Suisse?
- Selon quelles technologies acceptables le verre des écrans cathodiques devra-t-il être traité, et à quoi pourra-t-on utiliser le verre récupéré? Et enfin: est-ce que les prescriptions techniques en vigueur sont encore d'actualité?

Prescriptions techniques en vigueur, directive 2: appareils TIC et EL

- Avant tout traitement manuel ou mécanique, les tubes cathodiques doivent être aérés (pour limiter le risque d'implosion). Il faut éviter que des polluants dangereux pour la santé et nocifs pour l'environnement, comme la poudre lumineuse, soient libérés lors de l'aération des pièces, ou quand une lampe se brise ou est broyée, ou encore lors de la manutention ou du transport de tubes d'écran ouverts ou de débris. Pour ce faire, il faut appliquer les prescriptions en vigueur en matière d'environnement et de sécurité au travail.
- Dans la mesure du possible, le verre des écrans doit être recyclé pour la fabrication de tubes cathodiques. Si une telle forme de recyclage n'est pas possible, le verre d'écran, de cône ou mélangé peut être recyclé dans une usine de céramique ou dans une usine métallurgique, ou encore par d'autres procédés de valorisation adéquats (par exemple la fabrication de verre spécial). Dans ce cas, il est impératif que les polluants (par exemple le plomb) ne puissent parvenir dans les applications. Les organes de contrôle doivent être informés de la filière de récupération choisie.

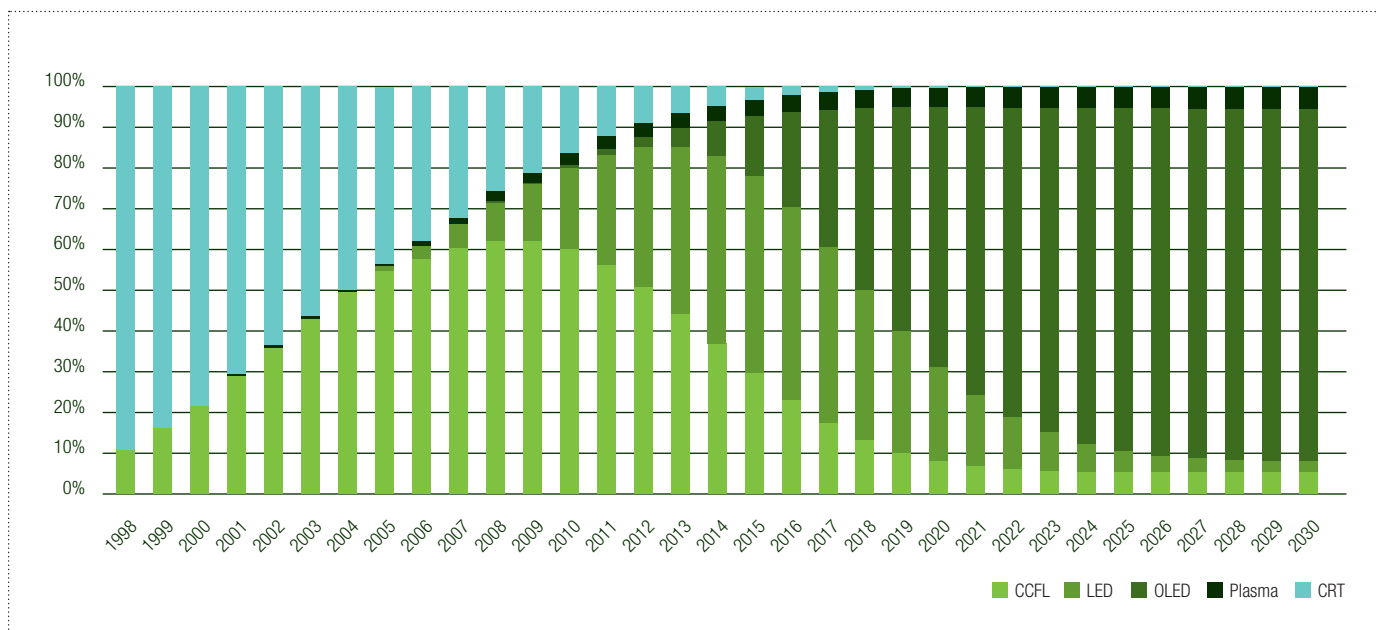


Illustration 2: Répartition du marché entre diverses technologies d'écrans (prévisions jusqu'en 2030)

Quantités de moniteurs CRT vendus en Suisse, ainsi que leurs flux

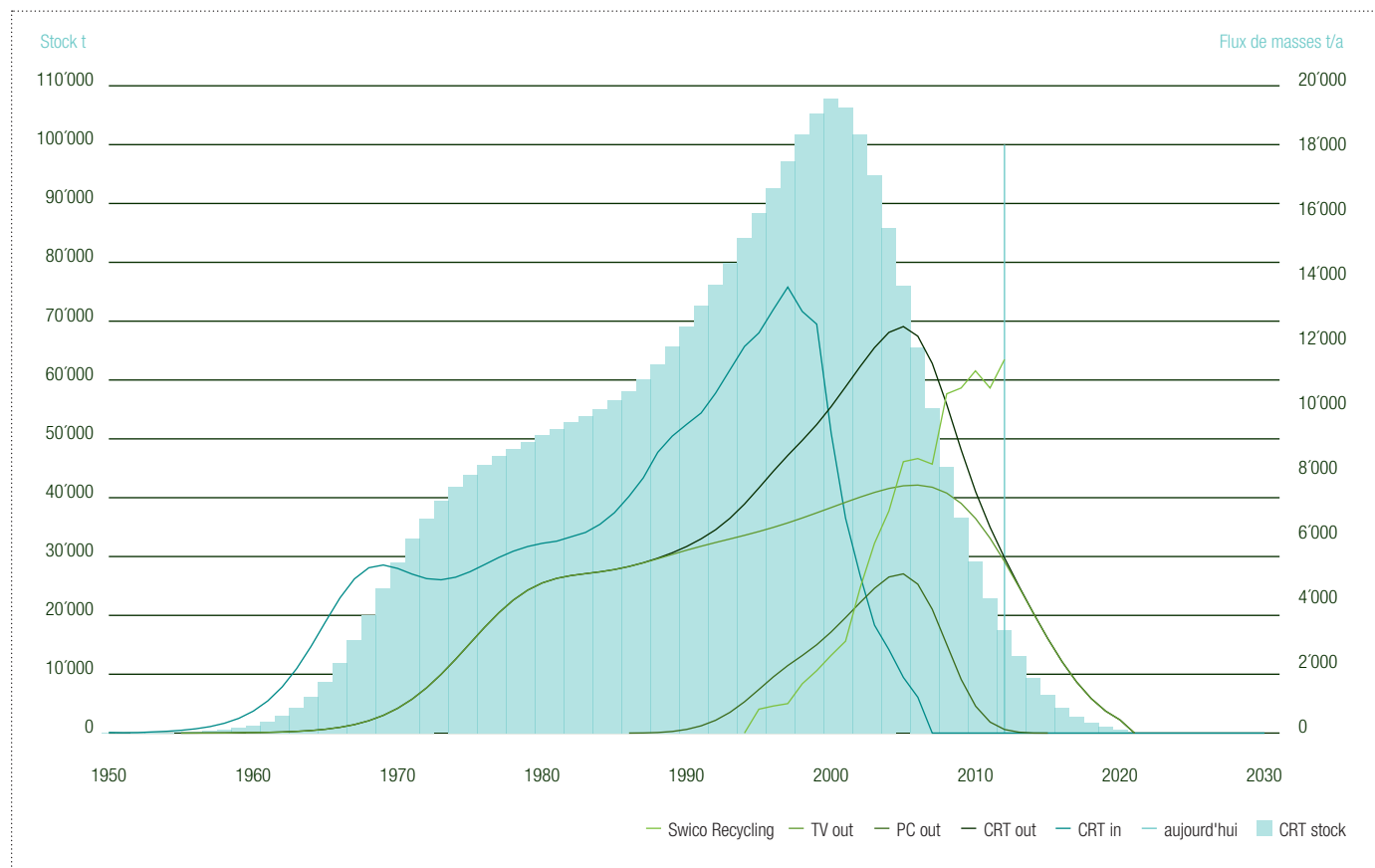


Illustration 3: Évolution au cours du temps des quantités de verre provenant de différentes technologies (tonnes ou tonnes/an): stock de verre CRT en Suisse (CRT stock), flux de verre annuel dans les appareils vendus (CRT in), quantité restituée selon estimations (CRT out), quantités effectivement restituées par le biais du système de reprise Swico (Swico Recycling), aujourd'hui = 2012.

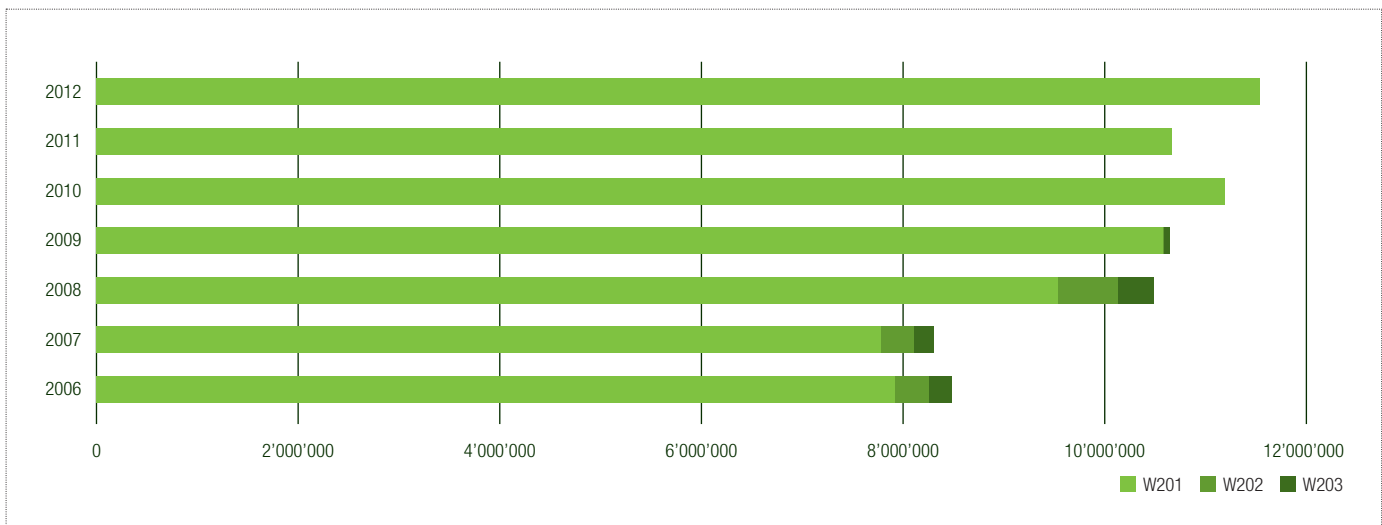


Illustration 4: La figure montre l'évolution de la composition des verres repris par Swico (en kg). Jusqu'à peu d'années en arrière, on distinguait encore les débris de verre par type (W201 = tubes d'écran entiers (avec ou sans col), W202 = vitres frontales, W203 = verre provenant du cône); sources: flux de matières Swico, Empa.

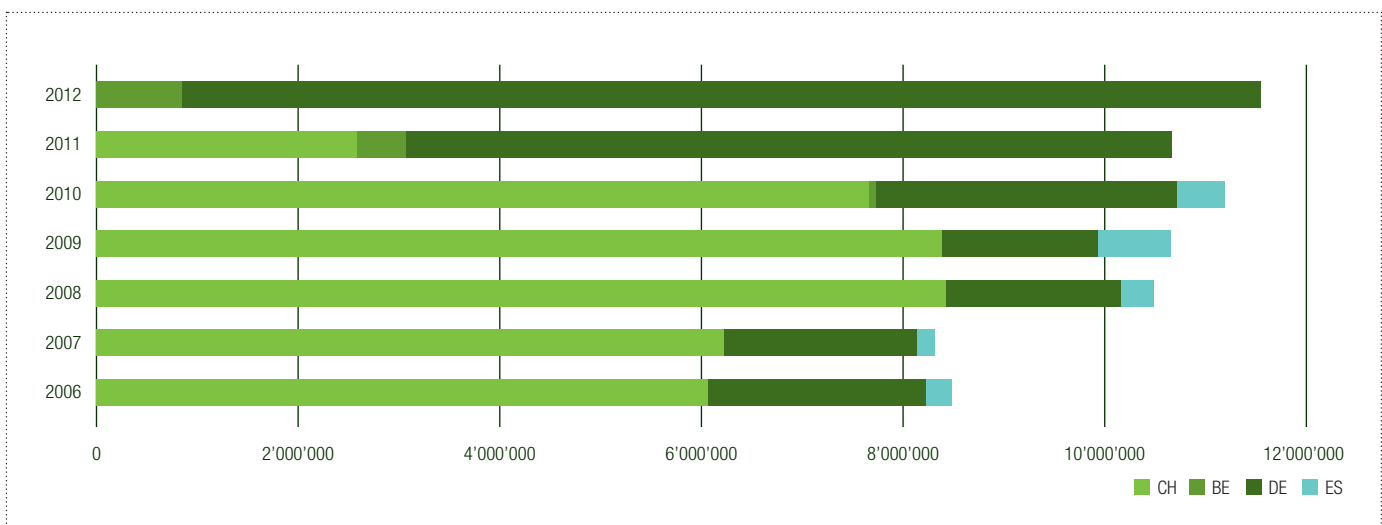


Illustration 5: L'illustration montre la répartition du verre repris par Swico en fonction du pays reprenneur (kg). Jusqu'en 2010, SwissGlas était de loin le plus important deuxième reprenneur et traiteur du verre de moniteurs suisses; entre-temps, c'est l'Allemagne qui en reprend et traite la plus grande proportion.

Swico a mandaté l'Empa, le priant, dans le cadre d'un petit projet, d'élaborer des bases de décision concernant le recyclage des appareils à tube cathodique, et de proposer des modifications dans les prescriptions techniques. Ce projet comprend les étapes suivantes:

- Établir des prévisions sur les quantités d'appareils à tube cathodique qui seront restitués en Suisse entre 2014 et 2020. Il s'agit de corriger le modèle actuel pour qu'il corresponde mieux à l'évolution réelle de ces dix dernières années.

- Faire une synthèse des technologies actuelles et futures de traitement des tubes cathodiques, et estimer quelles seraient les possibilités d'utiliser le verre récupéré.
- Discuter des résultats obtenus au cours des deux premières étapes, en tenant compte du contexte général. Ce contexte est marqué par les technologies qui ont remplacé les tubes cathodiques (écrans plats au plasma, LCD ou OLED).

Les travaux ont commencé en février 2014 et se termineront en avril de la même année.

Les câbles usagés peuvent-ils se recycler sans problème?

En 2012, les entreprises de récupération SENS et Swico ont traité environ 3'100 tonnes de câbles recyclés, dans ou hors du système Swico/SENS. Un tiers de cette quantité a été traité à l'étranger. À cela s'ajoute une certaine quantité de câbles que les récupérateurs broient eux-mêmes. Les câbles représentent environ 3% de la quantité de déchets électriques et électroniques. Ils contiennent des métaux intéressants, tels que du cuivre ou de l'aluminium, ainsi que diverses matières plastiques. Pour éviter des distorsions de concurrence, tous les récupérateurs doivent remplir les mêmes exigences quant au traitement de ces câbles. Ce critère est soigneusement vérifié lors des contrôles d'entreprises.

En raison de leur teneur en métaux, les câbles usagés sont une source intéressante de matières premières. Les câbles provenant d'appareils SENS ou Swico sont traités de deux manières: soit par les partenaires contractuels (séparation du métal et des plastiques), soit par des recycleurs de câbles en Suisse ou à l'étranger (directement ou via des négociants).

Un repreneur doit justifier sa technique de traitement au moyen du formulaire «justificatif de flux de matières». Il y déclare les processus utilisés, les fractions qui en résultent et leur répartition, ainsi que le nom des repreneurs. Ces données sont un élément important, vérifié lors du contrôle annuel. Mais, lorsque les câbles parviennent à un récupérateur par le biais de plusieurs négociants, les justificatifs ne suffisent pas toujours à reconstituer les flux, notamment lorsqu'ils sont remplis de manière incomplète.

Exigences à respecter lors du traitement

Les câbles usagés peuvent contenir des substances polluantes problématiques. Ils doivent donc être séparés en déchets métalliques et déchets de plastiques (isolant) par une entreprise spécialisée disposant d'une autorisation. Il faut donc empêcher que les câbles ne soient envoyés, par le biais de circuits commerciaux, dans les pays en voie de développement, où ils sont incinérés en plein air. Cela représente en effet un risque pour la santé des personnes et pour l'environnement.

Un câble se compose d'un fil conducteur (cuivre ou aluminium) et d'un isolant, composé principalement de plastique contenant du PVC. Dans tous les câbles, les substances polluantes à problème se trouvent en premier lieu sous forme d'additifs présents dans le matériau isolant. Dans les câbles plus anciens, on peut par exemple trouver des composés de plomb avec des teneurs relativement élevées. Par le passé, on a même constaté des taux élevés de BPC. D'autres additifs problématiques sont les retardateurs de flamme (avec antimoine ou brome) et les composés contenant du cadmium. Les additifs présents dans les câbles de nouvelle génération ne présentent généralement plus de substances polluantes problématiques.

Lors du processus de traitement, il faut éviter que des matières plastiques contenant de telles substances soient réutilisées pour la fabrication de nouveaux produits en plastique. Les câbles en aluminium doivent être traités de manière distincte de ceux à base de cuivre. Les fils conducteurs et le gainage métallique (fer ou plomb) doivent être valorisés après séparation de leur isolant (tri mécanique ou manuel du PVC, du PE ou autre). Si les plastiques sont propres et de la même sorte, ils peuvent être récupérés à condition de respecter les exigences de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim)¹. Cette dernière prévoit les taux maximaux suivants: plomb, chrome, mercure (< 0,1%), cadmium (< 0,01%), PBB et PBDE (retardateurs) (< 0,1%).

S'ils dépassent ces seuils, les plastiques doivent être incinérés dans des installations appropriées. Une valorisation matière directe sans autorisation conforme à l'ORRChim est interdite.

Est-il possible d'exporter des câbles?

Dans les listes de l'ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD)², les câbles usagés sont considérés comme «déchets soumis à contrôle» (sc) et les résidus d'isolants provenant de la valorisation, comme «déchets spéciaux» (ds). En Suisse, les récupérateurs ou les repreneurs de fractions d'isolants ne peuvent pas transporter ces déchets spéciaux sans document de suivi.

Dans le catalogue européen des déchets³ et dans les listes de l'OCDE⁴, les câbles usagés sont répertoriés dans la «liste verte». En d'autres termes, les câbles usagés peuvent être traités et transportés sans restrictions dans tous les pays de l'UE et de l'OCDE. Dans ces pays, la valorisation matière des isolants de câbles est devenue monnaie courante. Les prescriptions légales suisses sont donc beaucoup plus sévères que celles en vigueur en Europe.

Les différences dans la pratique entre la Suisse et les États membres de l'UE en ce qui concerne la déclaration des déchets entraînent un risque de distorsion de la concurrence. En effet, certains récupérateurs de câbles à l'étranger peuvent être autorisés à soumettre ces derniers à la valorisation matière dans leur pays, alors qu'en Suisse, si la valeur limite est dépassée, les câbles sont incinérés. Pour éviter une telle distorsion, les livraisons de câbles à l'étranger, en vue de leur valorisation, seront analysées attentivement au cours de cette année. Cette surveillance devrait aussi permettre d'éviter que des câbles usagés ne soient exportés vers des pays en développement ou des pays émergents, avec tous les risques d'impacts négatifs sur la santé et l'environnement.

Maximiser la valorisation, mais éviter la dispersion des polluants

Sur le plan économique, l'opération la plus rentable, lors de la valorisation des câbles usagés, est la récupération des métaux non ferreux. S'agissant des isolants, il faut veiller qu'aucun polluant ne soit présent dans les granulats de plastiques (souvent du PVC) destinés à la réutilisation, afin d'en éviter la dispersion. Il est vrai que les câbles des appareils électriques et électroniques contiennent souvent moins de polluants que les câbles de mise à terre ou d'installations domestiques; néanmoins, il est rare qu'ils soient traités de manière distincte. Ce point est aussi pris en considération lors des contrôles d'entreprises Swico et SENS.



Illustration 1: Câble en cuivre Millberry



Illustration 2: Granulat de cuivre issu du traitement des câbles



Illustration 3: Granulat d'aluminium issu du traitement des câbles

¹ Ordonnance du 18 mai 2005 sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux (ORRChim, SR 814.81), état au 1^{er} janvier 2014.

² Ordonnance du DETEC du 18 octobre 2005 concernant les listes pour les mouvements de déchets (état au 1^{er} janvier 2010).

³ Décision de la Commission du 16 janvier 2001, relative à la modification de la décision 2000 / 532 / CE sur une liste des déchets

⁴ Liste des déchets de la décision de l'OCDE C(2001)107 / FINAL.

EWAS: E-Waste Academy Scientists, édition 2013

La gestion d'appareils E+E usagés pose de nombreux problèmes d'ordre écologique, économique et social, pour lesquels tous les acteurs concernés devront trouver ensemble des solutions. Le projet des Nations Unies intitulé «Solving the E-waste Problem (StEP)» de l'institut «E-Waste Academy (EWA)» est un concept d'avant-garde pour orienter la recherche et le management dans ce domaine, et pour estimer les capacités nécessaires. Le but est d'encourager le partenariat entre acteurs multiples et de promouvoir la collaboration au niveau mondial.

L'organe «EWA Scientists Edition (EWAS)», émanation de l'ancienne «StEP E-Waste Summer School», rassemble de jeunes chercheurs du monde entier, afin de débattre de solutions mises au point de manière interdisciplinaire. L'EWAS s'est fixé comme objectif d'être le forum de pointe rassemblant les jeunes chercheurs autour de ces questions. Ces derniers peuvent y partager leurs connaissances, y organiser des échanges avec des experts du monde scientifique, de l'industrie et de la sphère politique, et y développer des partenariats. L'EWAS encourage la recherche scientifique en matière de valorisation des déchets E+E, et la mise au point de solutions aux problèmes rencontrés. Les quatre éditions précédentes de l'EWAS (2009 à 2013) ont été extrêmement fructueuses. Elles ont démontré non seulement qu'elles

étaient nécessaires, mais aussi que l'approche interdisciplinaire est de grande valeur. À chaque édition, les participants et les conférenciers ont donné leur avis en remplissant un questionnaire très complet. Ces avis ont permis d'adapter légèrement le concept. Dans l'ensemble, ils sont extrêmement positifs (cf. illustration 1).

L'EWAS offre aux participants un programme de cours très diversifié dans un cadre pédagogique novateur. Ce dernier comprend de nouvelles méthodes d'enseignement et d'apprentissage, sous forme d'un mélange équilibré entre exposés d'experts, présentations de participants, discussions en plénum, excursions, ateliers et travaux de groupes. Les objectifs de l'EWAS sont les suivants:

- Partager les connaissances et discuter des sujets de recherche les plus actuels, identifier les lacunes de connaissances qui mériteraient un complément de recherche, et devraient figurer à l'agenda du programme international de recherche sur les appareils E+E usagés.
- Exploiter les synergies de la recherche multidisciplinaire, et mettre en réseau les jeunes chercheurs, ces derniers étant considérés comme des transmetteurs dans leurs propres académies et centres de recherche, dans leurs pays respectifs.
- Développer de nouvelles capacités de recherche scientifique de pointe, et articuler ces forces avec celles provenant de l'industrie, du monde scientifique et de la sphère politique.

Jusqu'à présent, toutes les sessions d'EWAS se sont déroulées en Europe (Pays-Bas, Belgique, Suisse). Cela a permis d'établir de nombreux contacts directs avec des experts et des représentants de l'industrie. L'Europe attire facilement les jeunes chercheurs. En effet, elle est leader dans la récupération des déchets E+E; elle dispose des technologies appropriées; enfin, elle peut se baser sur un cadre législatif clair et bien mis en oeuvre.

Le centre organisationnel de l'EWAS est localisé à l'Université des Nations Unies, plus précisément au secrétariat de l'initiative «Solving the E-waste Problem» (StEP). La planification et la préparation d'une session EWAS dure entre six et neuf mois. Le coût d'une session se situe entre 100'000 et 150'000 euros, qui sont couverts principalement par des contributions de sponsors, ou par des versements de membres StEP ou autres sympathisants. Ainsi, on compte parmi les principaux contributeurs les instances suivantes:

Sur le plan financier: NVMP (Association hollandaise pour la récupération des produits métalliques et électro-techniques), Swico, Philips Consumer Lifestyle, Umicore, Dell, Nokia et Hewlett-Packard. Sur le plan matériel (visites guidées, matériel, locaux,

Overall Experience 2009–2013

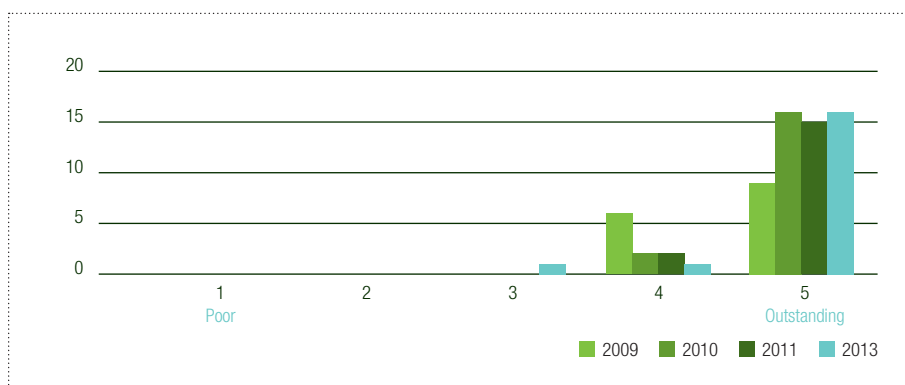


Illustration 1: Évaluation des sessions EWAS par les participants (2009 à 2013)

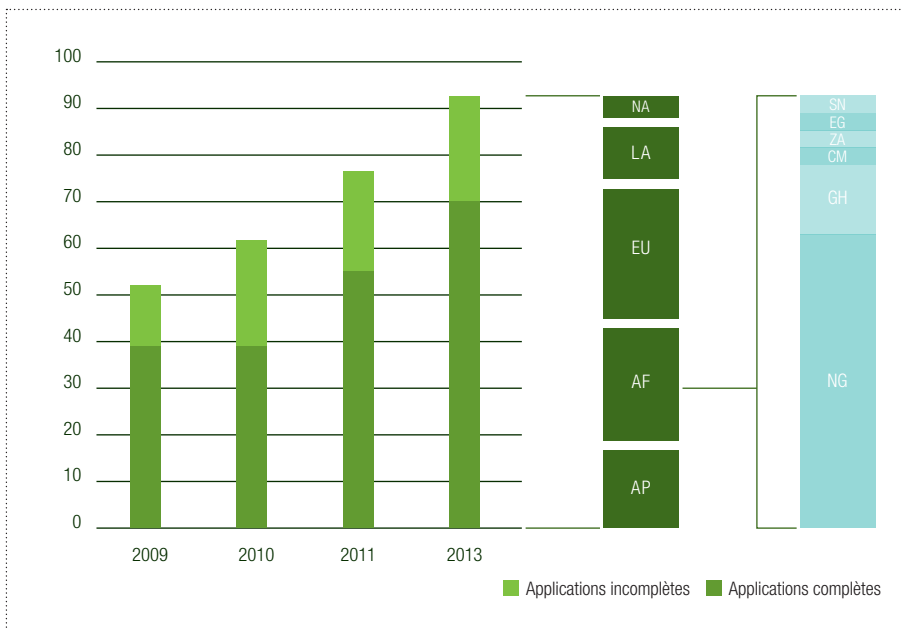


Illustration 2: L'intérêt croît à l'échelle de la planète entière. Évolution des inscriptions entre 2009 et 2013

- 18 AP** (Asie-Pacifique)
- 25 AF** (Afrique)
 - 17 NG (Nigéria)
 - 04 GH (Ghana)
 - 01 CM (Cameroun)
 - 01 ZA (Afrique du Sud)
 - 01 EG (Égypte)
 - 01 SN (Sénégal)
- 30 EU** (Europe)
- 12 LA** (Amérique latine)
- 05 NA** (Amérique du Nord)

etc.): Empa, Sims Recycling, Flektion, Immark, Ruag et Cablofer. Les étudiants paient une contribution en fonction de leurs possibilités, et les experts renoncent à percevoir des honoraires.

La dernière session EWAS s'est déroulée en Suisse, en décembre 2013. Elle avait pour thème «Visualising E-waste Futures» (visualisation des déchets E+E de l'avenir). Elle était hébergée au Secrétariat de la Convention de Bâle à Genève et à l'Empa, à Saint-Gall. Son principal sponsor était Swico. Le programme rassemblait des experts provenant d'importants groupes d'intérêts parmi les milieux scientifiques, l'industrie, les pouvoirs publics et les associations non gouvernementales. Les représentants de ces groupements sont venus du monde entier; leurs contributions furent de grande valeur. En voici la liste:

- M^{me} Christina Meskers, Umicore, et M. Markus Zils, McKinsey, sur le thème «Securing Future Supplies: Raw Materials and Resource Politics»
- M. Jean-Marc Hensch, Swico, sur le thème «System boot up – ingredients for successful and sustainable take back systems»
- M. Costas Velis, University of Leeds, sur le thème «The Future of Informal Recycling: Integrating the Informal Sector in Resource Management»
- M. Ibrahim Shafii, Secrétariat de la Convention de Bâle, et M. Shunichi Honda, Ministère de l'environnement du Japon, sur le thème «Negotiating Multilateral Environmental Agreements – Process, Pitfalls and Perspectives».

- M^{me} Tatiana Terekhova, Secrétariat de la Convention de Bâle, Eelco Smit, Philips; M. Jonathan Perry, Dell; M^{me} Vittoria Luda di Cortemiglia, UNICRI, et M. David Rochat, SOFIES ont discuté en plénum sur le thème «Illegal Transboundary Flows»
- M. Peter Kirby, University of Oxford, sur le thème «Tracing Transboundary Flows»
- M^{me} Stephanie Adrian, USEPA, et M. Jonathan Perry, Dell, sur le thème «Policy Directions Globally: Looking Ahead at Evolving E-waste Policies»
- M. Jaco Huisman, UN University, sur le thème

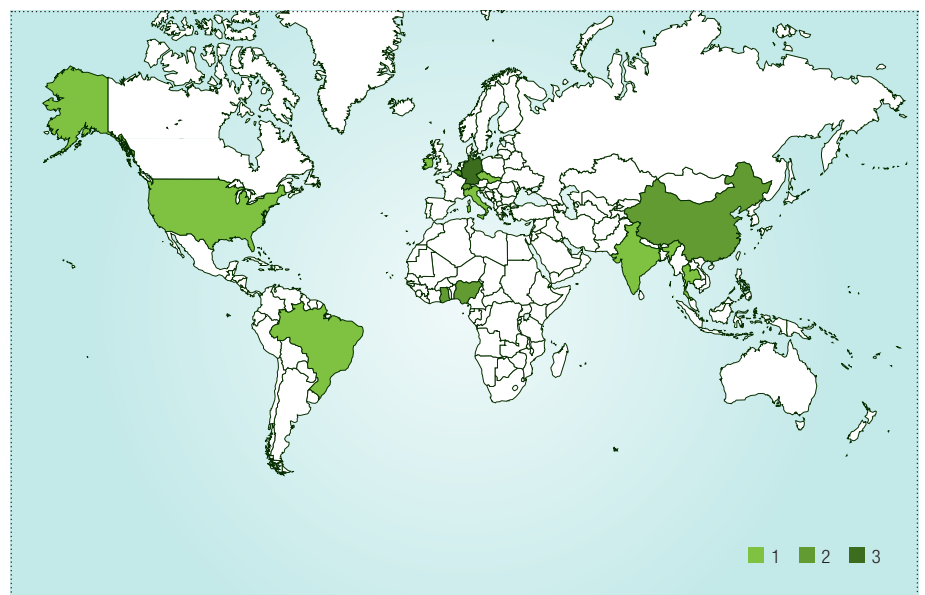


Illustration 3: 20 participants à la session EWAS 2013 en provenance de 13 pays (Belgique: 2, Brésil: 1, Chine: 2, République tchèque: 1, Allemagne: 3, Ghana: 2, Inde: 1, Irlande: 1, Italie: 1, Nigéria: 2, Suisse: 2, Thaïlande: 1, USA: 1)

«Assessing Future Volumes: Trade Flows, Forecasts, Models and Scenarios»

Les participants formaient un groupe bien mélangé de doctorants et de post-doctorants, provenant de plusieurs pays et de différentes disciplines. Volontairement limité en nombre, ce groupe comprenait 10 femmes et 10 hommes. Un tel groupe est de taille idéale pour favoriser une participation active de chacun(e) et faciliter les interactions entre tous. Les participants sont toujours soigneusement sélectionnés en fonction de leur cursus de chercheur, selon un processus de sélection (*review process*) habituel dans les milieux scientifiques. Les trois exemples ci-dessous montrent que des participants provenant de pays en développement peuvent être des représentants de recherches de qualité dans des secteurs très diversifiés:

- M^{me} Wenjie Wu déléguée du Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, dont le thème de recherche est «Impact of Waste Household Appliances Trade-in Program on Chinese WEEE Management»
- M. Vincent Kyere, du Catholic University College of Ghana, dont le thème de recherche est «Exploratory assessment of e-waste governance structures in Africa: a case study of Ghana»
- M^{me} Omotayo Sindiku, de l'University of Ibadan, Nigeria, dont le thème de recherche est «Inventory of PBDE in e-waste polymers in Nigeria material flow»

L'une des importantes caractéristiques de la formation EWAS est de tourner autour d'un projet de groupe commun: dans les sessions antérieures, les étudiants devaient préparer un atelier sur une question de déchets E+E, et le présenter au World Resources Forum, à Davos. Lors de la dernière session de 2013, il s'agissait d'optimiser la gestion des appareils E+E usagés dans les pays en développement, en prenant l'exemple du Ghana. Les participants devaient monter un jeu de rôles d'après les prescriptions de *PlayDecide*. Les participants des sessions antérieures pouvaient proposer via Internet des scénarios pour ce jeu. Les participants sélectionnèrent le scénario le meilleur de leur point de vue, celui du Ghana. À la fin de la session, le jeu de rôle fut présenté en avant-première lors d'une séance publique, qui a eu lieu dans les locaux du Secrétariat de la Convention de Bâle, à Genève.



Illustration 4: Visite de l'entreprise Cablofer Recycling SA



Illustration 5: Visite de l'entreprise Ruag et préparatifs de l'analyse du panier-type pour Swico



Illustration 6: Le dimanche, pour laisser aux participants le temps de se reposer de leur dur labeur: ascension du Sântis dans des conditions arctiques.

AUTEURS



Heinz Böni

Après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur en génie rural à l'EPF de Zurich et terminé ses études post-grade en Aménagement des cours d'eaux et protection des eaux (EAWAG / EPF), Heinz Böni devient collaborateur scientifique de l'EAWAG Dübendorf. Chef de projet à l'institut ORL de l'EPF de Zurich et à l'UNICEF au Népal, Heinz Böni reprend plus tard la direction de la société Büro für Kies und Abfall AG à Saint-Gall. Il est ensuite pendant plusieurs années copropriétaire et directeur de la société Eco-partner GmbH à Saint-Gall. Depuis 2001, il travaille à l'Empa, où il dirige le groupe CARE (Critical Materials and Resource Efficiency) ainsi que, ad interim, le département Technologie et Société. Depuis 2009, il est directeur de la commission technique de Swico Recycling et, depuis 2007, expert de l'organe de contrôle de Swico et de la Fondation SENS.



Geri Hug

Après des études de chimie, suivies d'un doctorat à l'Institut de chimie organique de l'Université de Zurich, Geri Hug devient collaborateur scientifique et chef de projet chez Roos+Partner AG à Lucerne. De 1994 à 2011, il est partenaire, puis à partir de 1997 également directeur de Roos+Partner AG. En plus des conseils environnementaux prodigués dans 15 branches, conformément aux codes EAC, il accompagne également des audits environnementaux et des rapports d'impact sur l'environnement, conformément à l'OEIE. Geri Hug établit également des comptes rendus et des analyses des risques conformément à l'OPAM ainsi que des bilans écologiques des entreprises et des produits et valide des rapports sur l'environnement. Geri Hug est expert de l'organe de contrôle de la Fondation SENS pour le secteur de l'élimination des appareils électriques et électroniques. Il est également Lead Auditor pour des systèmes de gestion de l'environnement selon la norme ISO 14001 chez SGS. Il est membre du groupe de travail CENELEC qui s'intéresse au développement de standards pour le recyclage écologique des appareils de réfrigération.



Roman Eppenberger

Roman Eppenberger obtient son diplôme d'ingénieur électricien à l'EPF de Zurich. Tout en travaillant, il suit une formation post-grade pour obtenir un diplôme d'Executive MBA à la Haute École spécialisée de la Suisse orientale. Il fait ses premières expériences dans l'industrie en tant qu'ingénieur et chef de projet dans la robotique médicale et pharmaceutique. En tant que chef de produit, il passe au secteur Contactless de la société Legic (Kaba), où il est responsable des achats à l'international des produits semi-conducteurs. Depuis 2012, Roman Eppenberger est membre de la direction de la Fondation SENS et dirige le secteur Operations. C'est dans cette fonction qu'il coordonne la commission technique de Swico / SENS en collaboration avec Heinz Böni.



Martin Streicher-Porte

M. Streicher-Porte est diplômé de l'EPFZ en sciences naturelles de de l'environnement. Ensuite, il a exercé une fonction scientifique à l'Empa, dans le domaine du recyclage informel. Puis il a dirigé la section de l'énergie à l'Association économique suisse de la bureautique, de l'informatique, de la télématique et de l'organisation (Swico). Expert pour les aspects énergétiques des appareils électroniques de loisirs et des appareils informatiques, il a établi des relations avec l'Union européenne à Bruxelles. Actuellement chercheur et chargé de cours à la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, il enseigne dans le domaine du recyclage des matériaux composites.



Emil Franov

Après des études d'ingénieur en environnement à l'EPF de Zurich (spécialisé en chimie environnementale analytique et systèmes aquatiques), Emil Franov reste cinq ans conseiller environnemental dans une société de services internationale. Depuis 2001, il travaille chez Carbotech AG à Bâle en tant que conseiller et chef de projet, ses spécialités étant le conseil environnemental, les écobilans et la conformité avec les exigences environnementales (audits environnementaux, indicateurs environnementaux, droit environnemental, etc.). Il est chargé d'établir des écobilans annuels pour différentes entreprises et de saisir des indicateurs d'ordre environnemental selon différents standards internationaux. Depuis 2002, il est expert de l'organe de contrôle et membre de la commission technique de la Fondation SENS. Emil Franov est directeur de département et membre de la direction de Carbotech AG.



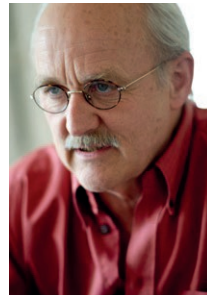
Esther Müller

Après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur en environnement (spécialités: gestion des matières et technique d'élimination) à l'EPF de Zurich, Esther Müller est chef de projet dans le secteur des déchets toxiques chez BMG Engineering AG à Schlieren. Depuis 2007, elle travaille comme collaboratrice scientifique dans le groupe CARE (Critical Materials and Resource Efficiency) de l'Empa, et plus précisément dans le secteur de l'analyse et de la modélisation des flux de matières nationales et globales en relation avec des technologies porteuses d'avenir et les matières correspondantes. Depuis 2012, Esther Müller se consacre à sa thèse.



Niklaus Renner

Niklaus Renner a suivi des études de sciences de l'environnement à l'EPF de Zurich. Depuis 2007, il est collaborateur scientifique chez Roos+Partner AG à Lucerne. Dans le cadre de différentes études, il s'intéresse à la compatibilité du recyclage des métaux usagés et des appareils usagés avec l'environnement. Pour les Fondations SENS et SLRS, il a participé entre autres à une enquête sur la teneur en mercure des fractions du traitement des sources lumineuses. Il s'occupe également du suivi du droit environnemental, de la gestion du Legal Compliance Tool LCS.pro et des audits internes de conformité avec le droit environnemental. Ses tâches englobent également des contrôles d'entreprise pour l'inspection de l'environnement UPSA (Union professionnelle suisse de l'automobile) et, depuis 2013, le suivi des constructions pédologiques.



Ueli Kasser

Chimiste, diplômé en chimie/lic. phil. nat. à l'Université de Berne et à l'EPF de Zurich, il a suivi également des études post-grade (INDEL, cours post-grade sur les problèmes des pays en voie de développement). Tout d'abord collaborateur indépendant dans les secteurs de la radioécologie, l'écotoxicologie et l'hygiène du travail, il devient copropriétaire de ökoscience – un bureau de conseil pour l'écologie appliquée à Zurich – ainsi que chef de projet dans les secteurs de l'hygiène de l'air, du conseil environnemental et de l'écotoxicologie. Jusqu'à présent, Ueli Kasser est propriétaire du Büro für Umweltchemie à Zurich, spécialisé dans le conseil pour les secteurs des déchets, de la sécurité des produits chimiques, de l'écologie des matériaux et de la qualité de l'air ambiant des locaux. En plus de ses activités d'enseignant, il est auditeur pour des systèmes de gestion de l'environnement selon la norme ISO 14001. Depuis le milieu des années 90, Ueli Kasser est expert de l'organe de contrôle pour les entreprises de recyclage sur ordre de la Fondation SENS et élabore des standards et des directives pour les activités de contrôle. Il est également représentant de la Fondation SENS au sein de la Fédération Européenne ainsi que consultant dans le cadre du projet de normes européen WEEELABEX.



Rolf Widmer

Rolf Widmer obtient un diplôme d'ingénieur électricien (MSc ETH EE) et suit des études post-grade NADEL (MAS) à l'EPF de Zurich. Il a fait de la recherche pendant plusieurs années à l'Institut d'électronique quantique de l'EPF de Zurich et travaille aujourd'hui au Technology and Society Lab de l'Empa, l'institut de recherche sur les matériaux de l'EPF. Rolf Widmer dirige actuellement différents projets dans le secteur de la gestion des déchets électroniques et, dans ce cadre, s'intéresse aux circuits fermés de matériaux de l'électromobilité. Il est particulièrement intéressé par le recyclage des métaux rares qui s'accumulent de plus en plus dans les «mines urbaines».



Patrick Wäger

Après avoir suivi des études de chimie à l'EPF de Zurich et écrit sa thèse à l'Institut de toxicologie de l'EPF et l'Université de Zurich, Patrick Wäger reste deux ans conseiller environnemental chez Elektrowatt Ingenieurunternehmung à Zurich. En tant que collaborateur scientifique et chef de projet à l'Empa, il a participé depuis à de nombreux projets de recherche sur l'élimination des déchets et le recyclage des matières premières à partir de produits en fin de vie. Il est expert de l'organe de contrôle pour la Fondation SENS et Swico Recycling et a été également provisoirement Lead Auditor pour des systèmes de gestion de l'environnement selon la norme ISO 14001. Patrick Wäger est professeur chargé de cours dans le secteur de la gestion de l'environnement et des ressources et il est, entre autres, membre du directoire de la Société Académique Suisse pour la Recherche sur l'Environnement et l'Écologie (SAGUF). Son travail est axé actuellement sur la recherche de stratégies permettant d'utiliser durablement des matières premières non renouvelables, en particulier les métaux rares.

Liens internationaux

www.ewasteguide.info

Un ensemble d'informations et de sources sur le recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.weee-forum.org

Le WEEE Forum (Forum for Waste Electrical and Electronic Equipment) est la Fédération Européenne de 41 systèmes de collecte et de recyclage d'appareils électriques et électroniques.

www.step-initiative.org

Solving the E-waste Problem (StEP) est une initiative internationale sous la direction de l'Université des Nations Unies (UNU). Elle ne regroupe pas uniquement les principaux acteurs des secteurs de la fabrication, de la réutilisation et du recyclage des appareils électriques et électroniques mais également des organisations gouvernementales et internationales. Trois autres organisations des Nations Unies sont membres de cette initiative.

www.basel.int

La Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal), signée le 22 mars 1989, est également connue sous le nom de Convention de Bâle.

www.weee-europe.com

WEEE Europe AG est une fusion de 9 systèmes de reprise européens et sera, à partir de janvier 2015, l'interlocuteur privilégié des fabricants et autres acteurs du marché quant à l'ensemble de leurs obligations nationales.

Liens nationaux

www.eRecycling.ch

www.swicorecycling.ch

www.slrs.ch

www.swissrecycling.ch

En tant qu'organisation faitière, Swiss Recycling est chargée de promouvoir les intérêts de toutes les organisations de recyclage participant à la collecte sélective en Suisse.

www.empa.ch

Le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) est une institution de recherche suisse consacrée à la science des matériaux et aux applications technologiques.

www.bafu.admin.ch

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) donne sur son site Internet, à la rubrique «Déchets», une série d'informations et de messages permettant d'approfondir le thème du recyclage des appareils électriques et électroniques.

Cantons avec exécution déléguée

www.awel.zh.ch

Le site Internet de l'Office pour les déchets, les eaux, l'énergie et l'air (ODEEA) donne, à la rubrique «Abfall, Rohstoffe & Altlasten», toute une série d'informations concernant directement le recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.ag.ch/bvu

Le site Internet du Département de la construction, du trafic et de l'environnement du canton d'Argovie donne, à la rubrique «Umwelt, Natur & Landschaft», des informations permettant d'approfondir les thèmes du recyclage et de la valorisation des matières premières.

www.umwelt.tg.ch

Le site Internet de l'Office de l'environnement du canton de Thurgovie donne, à la rubrique «Abfall», des informations régionales sur le recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.afu.sg.ch

Le site Internet de l'Office de l'environnement et de l'énergie (AFU) de Saint-Gall comprend des informations générales et des notices sur différents thèmes et donne, à la rubrique «UmweltInfos» et «UmweltFacts», des informations sur des thèmes actuels.

Contact

Fondation SENS

Obstgartenstrasse 28
8006 Zurich
Téléphone +41 43 255 20 00
Fax +41 43 255 20 01
info@eRecycling.ch
www.eRecycling.ch

Commission technique SENS

Coordination TK-SENS
Roman Eppenberger
Obstgartenstrasse 28
8006 Zurich
Téléphone +41 43 255 20 09
Fax +41 43 255 20 01
roman.eppenberger@sens.ch

Swico

Hardturmstrasse 103
8005 Zurich
Téléphone +41 44 446 90 94
Fax +41 44 446 90 91
info@swicorecycling.ch
www.swicorecycling.ch

Commission technique Swico

c / o Empa
Heinz Böni
Département Technologie et Société
Lerchenfeldstrasse 5
9014 Saint-Gall
Téléphone +41 58 765 78 58
Fax +41 58 765 78 62
heinz.boeni@empa.ch

Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS)

Altenbergstrasse 29
Case postale 686
3000 Berne 8
Téléphone +41 31 313 88 12
Fax +41 43 31 313 88 99
info@slrs.ch
www.slrs.ch

Mentions légales

Éditeur

Fondation SENS, Swico, Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS)

Photos

Page 3: Heinz Böni, Empa
Page 8: Ueli Kasser, Büro für Umweltchemie
Page 15 / 16: Karin Jordi, Inobat
Page 19 / 20: Ueli Kasser, Büro für Umweltchemie, et Patrick Wäger, Empa
Page 21: Roman Eppenberger, Fondation SENS
Page 28: Heinz Böni, Empa, et www.metaswiss.ch
Page 31: Rolf Widmer, Empa



Impression | ID: 53232-1406-1001

Imprimé sur Superset Snow Offset, blanc

Ce rapport technique est publié en allemand, anglais et français. Il est disponible sur les sites www.eRecycling.ch, www.swicorecycling.ch et www.slrs.ch sous forme de PDF.

© 2014 SENS / Swico / SLRS

Impression souhaitée avec mention de la source et copie à la Fondation SENS / Swico / SLRS.

