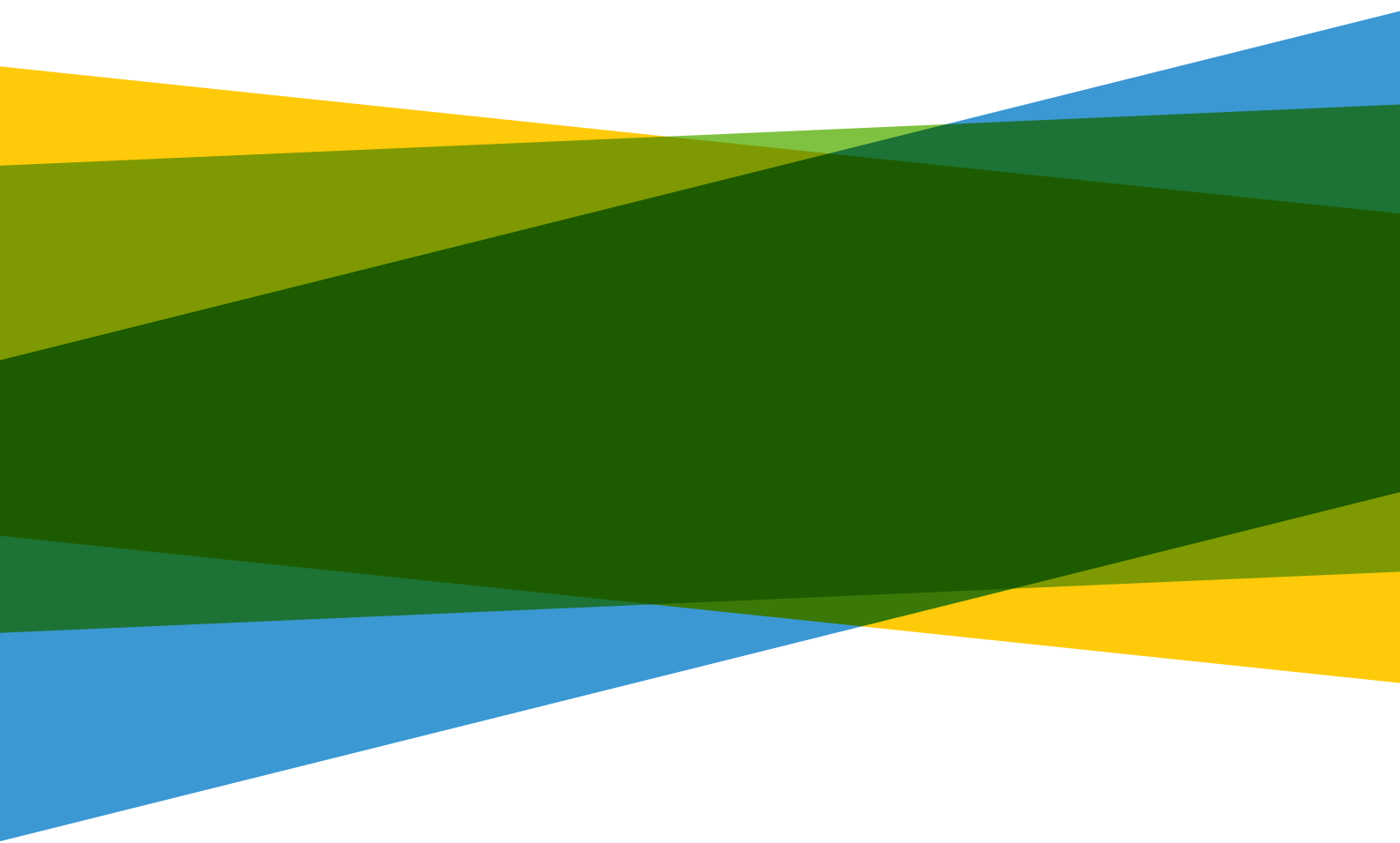


Swico, SENS, SLRS

Rapport technique 2017



Argent, environnement, confiance


Le rapport technique de Swico, SENS et SLRS présente les principaux constats issus du travail de leurs commissions techniques respectives, et c'est aussi naturellement le cas pour 2017. Toutefois, il nous paraît opportun, dans le cadre de cet éditorial, de porter un regard croisé sur d'autres aspects des systèmes de reprise.

Tous les systèmes ont vu leurs contrats arriver à expiration en 2016 et ont donc négocié de nouvelles bases avec leurs partenaires pour 2017. Il s'agissait notamment, après plusieurs années, d'adapter les prestations et les prix à la situation actuelle, en proposant une revue à la baisse, mais parfois aussi, à la hausse. Ce processus était loin d'être facile et, des irritations causées par les campagnes médiatiques aux tentatives de pression politique, les systèmes ont été sérieusement mis à mal. Le Conseil fédéral reste toutefois convaincu de leur efficacité et de la sécurité de leur mode de fonctionnement. Mi-février, il leur a exprimé sa confiance dans le cadre d'une réponse à une motion parlementaire et a réaffirmé son attachement aux principes de l'initiative privée, de la solidarité entre branches et de l'auto-organisation. Que l'administration fédérale puisse faire bien davantage pour l'intégrité du système en matière d'application de la loi, c'est encore une autre histoire.

Les exigences qualitatives en matière de collecte, de transport et de valorisation ne cessent d'augmenter. Et avec elles, l'utilisation adéquate des ressources. Il est donc judicieux de toujours soumettre à un examen critique toute nouvelle exigence accrue: le coût à payer pour récupérer la dernière molécule d'un métal

exotique est-il vraiment justifié? Il ne s'agit pas ici seulement du coût financier, mais aussi du coût écologique: car l'impact environnemental généré par l'accroissement des transports, la complexité des procédés et l'augmentation de la consommation énergétique pourraient bien alourdir de manière considérable la facture écologique. Le recyclage ferait alors figure de gag-marketing contre-productif, de geste vide de SENS.

Il importe donc, non seulement de garder un œil attentif sur le coût financier – et ce dans l'intérêt des parties prenantes –, mais aussi de toujours maîtriser le coût écologique. Pour savoir ce qui est utile sur le plan environnemental, il faut une vaste expertise scientifique, technique et pratique. Il n'est donc pas étonnant que la liste des auteurs qui ont contribué au présent rapport technique se lise comme le «Who is who» des experts suisses dans ce domaine. Sans leur expertise, il serait en effet impossible d'influer sur l'évolution des exigences liées au recyclage et de les justifier non seulement du point de vue financier mais aussi écologique. Et ce doit être notre objectif ultime.



Jean-Marc Hensch
Swico



Heidi Luck
SENS



Silvia Schaller
SLRS

Sommaire

4 Portrait – systèmes de recyclage / 6 Commission technique /
7 Quantités / 10 Entreprises de démantèlement / 11 Sources lumineuses /
12 Batteries / 14 Condensateurs électrolytiques / 16 Essais par lots Swico /
20 Essais par lots Swico / 23 Appareils de réfrigération et de congélation /
25 Ueli Kasser et le service de contrôle technique / 26 Auteurs /
29 Liens / 30 Contact, mentions légales

Fondation SENS, Swico, SLRS: compétence et durabilité

Depuis plus de 20 ans, les trois systèmes de reprise SENS, Swico et SLRS assurent la reprise et la valorisation 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.

En Suisse, il existe 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 envers une participation volontaire à un système de reprise. En fonction du type d'appareil électrique ou électronique concerné, la reprise est aujourd'hui effectuée par Swico, par la Fondation SENS ou par la Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS).

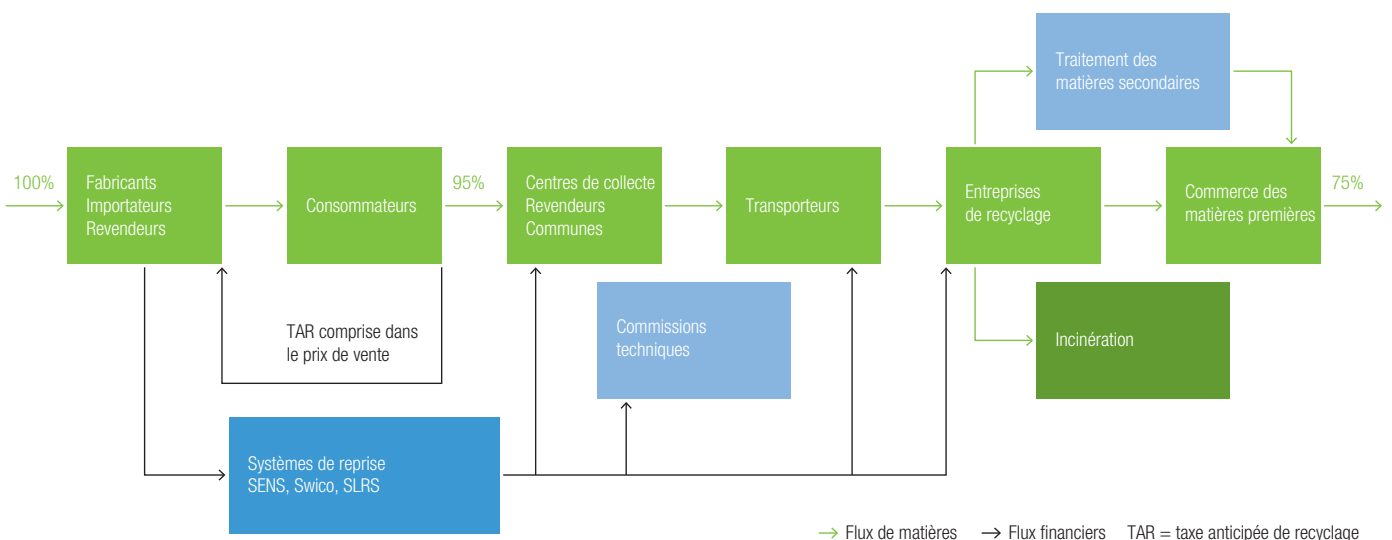
En 2016, ces trois systèmes ont permis d'éliminer près de 131'800 tonnes¹ d'appareils électriques et électroniques usagés. Swico, la Fondation SENS et la SLRS ont ainsi fortement contribué à ce que de précieuses ressources puissent repartir dans le circuit économique. L'interconnexion internationale 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.

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.

Figure: Vue d'ensemble des systèmes de reprise



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.

Swico

Swico Recycling est un fonds spécial au sein de l'Association économique Swico, qui s'occupe exclusivement du recyclage des appareils usagés. 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 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 d'organiser l'élimination généralisée des sources lumineuses et des 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 SLRS. La SLRS entretient dans tous les domaines un étroit partenariat avec la Fondation SENS. En tant que partenaire contractuel de la SLRS, 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 luminaires et des sources lumineuses.

Série SN EN 50625 et état de la technique

L'année 2016 a été marquée par la discussion concernant la mise en place de la série de normes SN EN 50625. Les systèmes SENS et Swico ont décidé à ce sujet de prendre des voies différentes. Depuis le 1^{er} janvier 2017, les entreprises de recyclage suisses sont auditées selon deux principes techniques différents mais avec les mêmes modèles de rapport.

Au terme d'une phase pilote de deux ans portant sur l'introduction de la série de normes SN EN 50625, SENS eRecycling a décidé d'attendre sa mise en place définitive et de continuer à auditer les partenaires contractuels selon l'état de la technique en Suisse. Dans une lettre du 10 avril 2012, les prescriptions techniques appliquées par Swico et SENS ont été considérées par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) comme correspondant à l'état actuel de la technique en Suisse. Parallèlement, dans le cadre de la révision de l'Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA), l'OFEV travaille depuis fin 2014 avec les cantons, les entreprises de recyclage et les systèmes sur une actualisation de l'état de la technique.

État de la technique

Selon l'article énonçant le but de l'OREA, l'ordonnance doit garantir «... que l'élimination des appareils électriques et électroniques sera effectuée de manière respectueuse pour l'environnement, conformément à l'état de la technique...». L'état de la technique selon l'article 3 de la nouvelle Ordonnance sur les déchets (OLED) décrit l'état de développement des procédés, équipements et méthodes d'exploitation qui ont fait leurs preuves dans des installations ou des activités comparables en Suisse ou à l'étranger, ou ont été appliqués avec succès lors d'essais, que la technique permet de transposer à d'autres installations ou activités, et qui sont économiquement supportables pour une entreprise moyenne et économiquement saine de la branche considérée.

Depuis le début, la mise en place en Suisse de la SN EN 50625 de Cenelec était liée à une condition, à savoir que les nouvelles directives devaient être au moins aussi strictes – voire plus mais en aucun cas moins – que les directives techniques en vigueur, afin de correspondre à l'état de la technique suisse. Un document supplémentaire Cenelec-CH a donc été élaboré, fixant les dispositions non couvertes par la Norme du Cenelec mais obligatoires au regard de l'état de la technique en Suisse. Ce document fera l'objet d'une révision et présentera l'état actualisé de la technique, conformément à l'OREA.

Commissions techniques

En dépit des différentes voies adoptées par les systèmes depuis janvier 2017, les audits seront toujours effectués conjointement. La Commission Technique commune continuera d'exister pour coordonner les activités d'audits et la réalisation des essais par lots. La fréquence de réunion de la commission commune sera réduite. Parallèlement, les commissions techniques distinctes de SENS et Swico seront revalorisées. Celle de Swico sera élargie ponctuellement aux recycleurs. L'équipe d'auditeurs de SENS a accueilli Daniel Savi, du Büro für Umweltchemie GmbH, en remplacement de Ueli Kasser.

Augmentation constante des quantités traitées

Après une forte hausse en 2015, les quantités traitées ont continué à augmenter cette année. Si la quantité d'appareils électroniques traités est toujours en baisse en raison de la diminution des écrans CRT, certaines catégories comme le petit électroménager et les appareils de réfrigération sont en augmentation.

En 2016, les recycleurs de Swico et de SENS ont traité près de 131 800 tonnes d'appareils E+E. Comparé à l'année précédente, ce résultat correspond à une légère baisse de 0.2%. (Tableau 1 et figure 1). La baisse la plus significative concerne les appareils qui ne figurent pas dans les listes de l'Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination d'appareils électriques et électroniques (OREA). La quantité d'appareils électroniques traités a également baissé, en raison d'un nouveau recul des écrans CRT des moniteurs d'ordinateurs. Comme l'année dernière, les appareils de réfrigération et les petits appareils électriques affichent une baisse de 12 et 6%. Pour leur part, les quantités traitées d'équipements photovoltaïques se situent toujours en dessous des 100 tonnes.

Valorisation des matériaux

Des fractions de matériaux recyclables et de substances toxiques sont récupérées à partir du traitement manuel et mécanique d'appareils E+E (figure 2). La part des métaux, qui s'élève à 59%, constitue la plus grande fraction de matériaux recyclables. Comparées à l'année dernière, la part des mélanges matière plastique-métal (18%) et la part de fractions de matières plastiques (8%) restent inchangées. La part de verre issu du traitement des tubes cathodiques a baissé à 4%. Les circuits imprimés, particulièrement précieux, constituent seulement 1.3% de la quantité totale. Cependant, il est souvent plus avantageux d'extraire manuellement les matériaux particulièrement précieux avant de les soumettre à un traitement mécanique. Les fractions de matériaux

recyclables sont récupérées ou valorisées thermiquement. Les métaux sont récupérés dans de grandes fonderies, généralement européennes. Les mélanges de matières plastiques-métal arrivent pour 60% dans un autre système de préparation, dans lequel une séparation a lieu en fractions pures de métaux et de matières plastiques, les 40% restants étant soumis à une valorisation thermique dans des usines d'incinération. Comparée à l'année dernière, la part des matières plastiques recyclées est passée de 64% à 73%. Les fractions de différents types de verre (verre d'écrans, verre plat et verre de recyclage issu de sources lumineuses) ainsi que les câbles, les circuits imprimés et les batteries continuent à être traitées. Cela entraîne au total un taux de valorisation des matériaux de 73%.

Extraction des substances toxiques

La part de fractions de substances toxiques reste inchangée et inférieure à 1%. (Figure 2). Outre le recyclage des fractions de matériaux recyclables,

Tableau 1: Quantité totale en tonnes des appareils électriques et électroniques traités en Suisse, issue de l'étude sur le flux des matériaux

Année	Gros appareils électriques	Réfrigérateurs, congélateurs et climatiseurs	Petits appareils électriques	Appareils électroniques	Sources lumineuses	Modules photovoltaïques	Appareils non cités dans l'OREA	Total tonnes / année
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	2'800	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
2014	29'400	17'200	23'900	52'000	1'100		3'000	126'600
2015	32'900	18'100	25'000	51'900	1'100	100	3'000	132'100
2016	32'500	19'200	27'900	49'000	1'100	100	1'900	131'800
Variation par rapport à l'année précédente	-1%	6%	12%	-6%	0%	0%	-37%	-0.2%

Figure 1: Evolution de la quantité en tonnes des appareils traités en Suisse

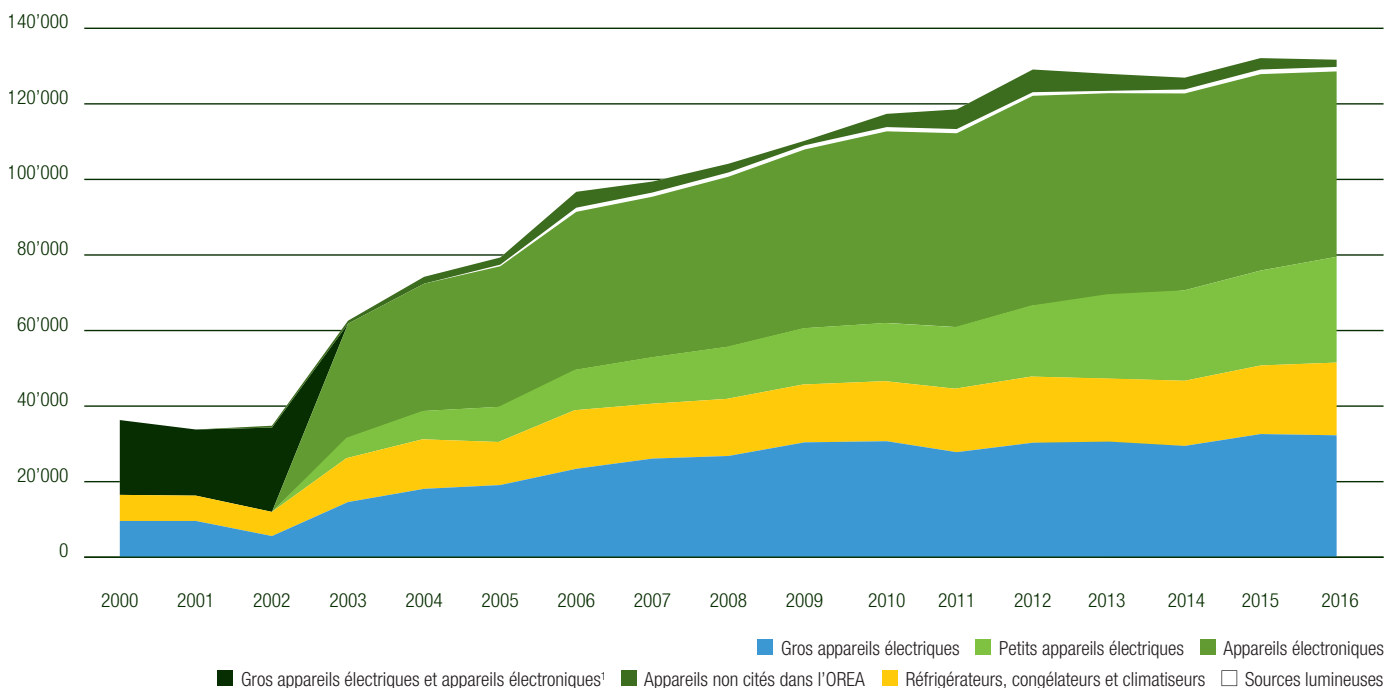
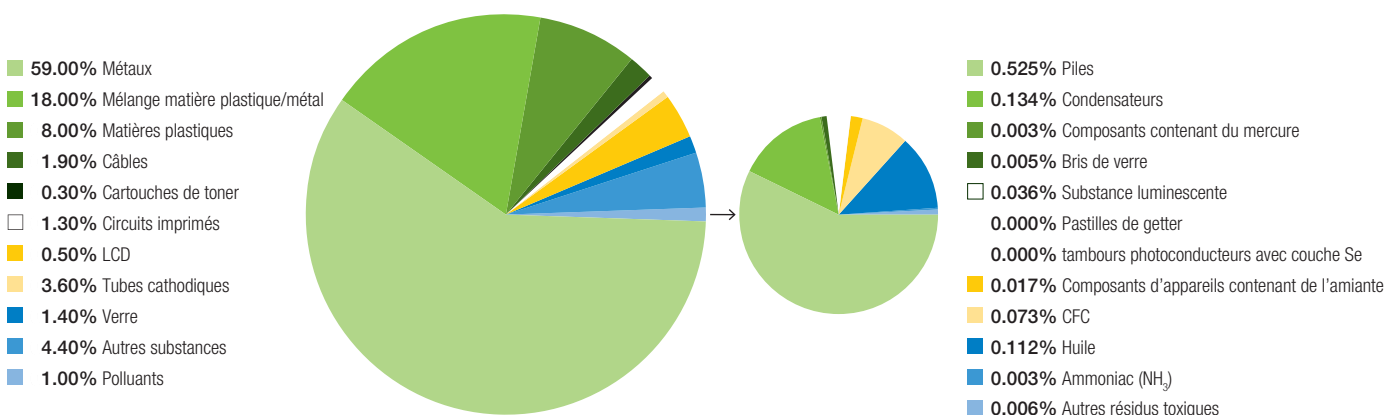


Figure 2: Composition des fractions générées en % pour l'année 2016



Les substances nocives ne représentent que 1% des fractions générées et figurent à part.

¹ Petits appareils électroniques et appareils électroniques: ce chiffre est supérieur aux 49 000 tonnes d'appareils électroniques dans le tableau 1, car il contient également des appareils que les signataires A ont éliminés via des contrats directs.

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

	Nombre ⁴	Poids moyen	Métaux	Matières plastiques	Mélanges de métaux/matières plastiques	Câbles	Verre et/ou modules LCD	Circuits imprimés	Polluants	Autres ⁵	Total	Augmentation/diminution par rapport à 2015
Moniteur PC CRT	70	18kg	184t	250t	119t	32t	550t	115t	0.1t	6t	1'257t	-39%
Moniteur PC LCD	625	6.1kg	1'503t	1'211	73t	47t	598t	271t	35.1t	95t	3'834t	29.7%
PC/Serveur	395	11kg	3'706t	259	12t	138t		375t	14t		4'506t	-15.3%
Ordinateur portable	425	2.8kg	355t	331	120t	6.0t	103t	170t	81t	4.9t	1'171t	-3.6%
Imprimante	540	12kg	2'233t	3'390	388t	34t	43t	110t	1.9t	102t	6'303t	3%
Gros photocopieurs/gros appareils	55	137kg	4'104t	282t	2'695t	136t	5.0t	61t	65t	193t	7'540 t	17%
IT mixte ²		3.4kg	1'148t	76t	760t	38t	1.1t	16t	18t	53t	2'111 t	1%
Téléviseur CRT	621	25kg	752t	1'560t	254t	27t	4'934t	93t	7 t	4.1t	7'631t	-34%
Téléviseur LCD	310	19kg	1'830t	681t	399t	52t	332t	318t	42t	132t	3'786t	51.8%
EGP mixte ³	204	3.5kg	6'062t	402t	4'015t	202t	5.7t	87t	96t	281t	11'151t	-0.8%
Téléphone mobile	3'151	0.20kg	23t	51t			7.5t	32t	29t		143t	-5%
Téléphone, autres	710	1.8kg	1'454t	96t	963t	48t	1.4t	21t	23t	67t	2'674t	-3.6%
Photo/vidéo	1'486	0.90kg	88t	5.8t	58t	2.9t	0.1t	1.3t	1.4t	4.1t	162t	-6.8%
Dentaire	180										93t	8%
Total en tonnes			23'443	8'595	9'857	765	6'581	1'671	414	943	52'362⁶	-4.3%
Total en %			45%	16%	19%	1.5%	13%	3.2%	0.8%	1.8%	100%	

l'extraction des substances toxiques fait cependant partie des tâches les plus importantes des recycleurs suisses. L'extraction des substances toxiques se fait aussi en grande partie manuellement. Il s'agit, par exemple, d'extraire les condensateurs des gros appareils électroménagers, les piles des appareils électroniques ou de démonter l'éclairage de fond des écrans plats, des scanners et des photocopieurs. Ce faisant, il faut constamment adapter l'extraction et la gestion des substances toxiques aux avancées technologiques et aux nouveaux acquis. Les entreprises doivent cependant être en mesure d'accepter les appareils de toutes les générations avec les substances toxiques qu'elles contiennent, de les extraire et de les éliminer dans les règles de l'art, ce qui constitue des exigences élevées pour les

entreprises de recyclage et implique des systèmes d'assurance qualité très performants.

Reprise et composition des appareils électroniques

Sur la base des analyses de paniers et d'essais de traitement ciblés de certains groupes de produits, Swico-Recycling effectue un examen détaillé des quantités récupérées d'appareils électroniques et de leur composition (tableau 2). En 2016, Swico Recycling a repris 52 362 tonnes d'appareils électroniques, soit 4.3 % de moins que l'année précédente. Du point de vue du poids, la reprise qui a le plus baissé est celle des moniteurs et des téléviseurs CRT. En revanche, la quantité de moniteurs et de téléviseurs LCD a fortement augmenté. Le nombre de

téléphones portables et de smartphones collectés est en légère hausse. Les téléphones mobiles analysés dans le panier montrent un poids moyen légèrement plus bas qu'en 2015, soit une baisse de 5%. Le nombre des appareils collectés dans les catégories informatique et électronique grand public est en augmentation, alors que le poids moyen diminue.

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

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

³ Electronique grand public, mixte, sans téléviseurs

⁴ Extrapolation, quantité de pièces exprimée en milliers

⁵ Emballages et autres déchets, cartouches de toner

⁶ Ce chiffre est supérieur aux 49 000 tonnes d'appareils électroniques dans le tableau 1, car il contient également des appareils que les signataires A ont éliminés via des contrats directs.

Le démantèlement des appareils, facteur de cohésion sociale

Les 80 entreprises de démantèlement SENS et Swico présentes sur le territoire n'apportent pas seulement une contribution écologique au développement durable. Bon nombre de ces organisations soutiennent un objectif social et viennent en aide à des hommes et des femmes dans des situations de vie très diverses.

En 2016, après collecte dans les centres de remise officiels de SENS et Swico et dans le commerce, environ 30 000 tonnes d'équipements électriques et électroniques (DEEE) ont été traitées manuellement dans les 80 entreprises de démantèlement du pays. Les entreprises de démantèlement ont pour mission de retirer les substances nocives du matériel avant son broyage par un recycleur. La plupart de ces sociétés font bien plus que retirer les substances nocives: elles démontent les appareils et séparent notamment le métal et le plastique des fractions destinées aux installations de broyage.

Pour la commission technique SENS-Swico, le désassemblage manuel offre une grande fiabilité en ce qui concerne l'élimination des polluants présents dans les DEEE. Seul ce procédé permet à la fois de séparer et de stocker en toute sécurité les fractions (qu'elles soient précieuses ou dangereuses), et de préserver les ressources et l'environnement.

Il existe deux types principaux d'entreprises de démantèlement: les sociétés privées et les organisations chargées de l'intégration sociale. Près de 30 sociétés privées opérant dans les domaines de la récupération des déchets ou des transports travaillent dans le démantèlement. Grâce à la dépollution des gros appareils d'électroménager, elles peuvent générer un revenu complémentaire. Une à trois personnes sont responsables du démantèlement dans les entreprises concernées. Ces activités permettent une grande flexibilité et offrent aux collaborateurs la possibilité de se faire remplacer, notamment pendant une période de formation de recycleur. Une fois démantelés, les appareils sont alors recyclés dans une installation de broyage.

Par ailleurs, plus de 50 entreprises de démantèlement ont fait de leurs activités un moteur

d'intégration sociale. Des personnes compétentes sont chargées de soutenir les collaborateurs du point de vue technique et organisationnel. La plupart des entreprises de démantèlement travaillent en collaboration avec les services sociaux. D'autres effectuent des travaux industriels simples pour leur propre clientèle, en plus des activités liées à SENS et Swico. Le matériel traité provient essentiellement de Swico, mais on y trouve également de petits appareils SENS.

Dans quelques entreprises, les DEEE sont désassemblés en grande partie en pièces séparées, la qualité des fractions s'en trouvant alors très élevée. Plus les collaborateurs restent longtemps dans l'entreprise, meilleure est la qualité. Mais bien souvent, ils ne restent que quelques mois. C'est pourquoi certaines entreprises ont choisi de se spécialiser dans un type précis d'appareils, comme par exemple les écrans plats. Sur 50 sociétés de démantèlement, plus de la moitié offrent 15 postes à pourvoir, voire davantage. En Suisse, près de 1000 collaborateurs travaillent dans les entreprises de démantèlement à but social. Ce sont des employés à temps partiel, à temps complet, temporaires ou en CDI

La plupart du temps, les services sociaux et les entreprises de démantèlement ont pour objectif de réintégrer les collaborateurs sur le marché du travail. Si certaines institutions travaillent surtout avec les jeunes, d'autres se préoccupent principalement des chômeurs de longue durée. Ces derniers sont souvent proches de la retraite et retrouvent rarement un emploi. Même les personnes difficilement intégrables dans le circuit «classique» du marché du travail trouvent ici une certaine stabilité au quotidien et bénéficient d'un environnement social empreint d'ouverture et de tolérance. Sont notamment concernés:

- les personnes souffrant d'un handicap mental ou physique
- les personnes dépendantes à l'alcool et aux drogues
- les prisonniers ou les personnes devant effectuer un travail d'utilité publique
- les demandeurs d'asile

Ce type de travail nécessite peu de qualification au début et permet une grande flexibilité, sans contrainte de temps ni pression de la concurrence. Il peut être effectué aussi bien par des hommes que par des femmes et ne doit pas comporter de facteurs de pénibilité. Les collaborateurs travaillant dans ce type d'entreprise obtiennent souvent de bonnes recommandations, qui leur permettent de suivre une formation continue dans des domaines tels que la sécurité, la logistique, le recyclage, la gestion des matières dangereuses ou encore l'administration.

Les histoires de vie les plus diverses se côtoient dans les entreprises de démantèlement. Ici, hommes et femmes ont droit à une seconde chance dans un domaine qui, de plus, protège l'environnement. Les activités SENS et Swico ne permettent pas seulement de promouvoir le développement durable au plan écologique. Grâce à ce type d'entreprises de démantèlement, elles contribuent aussi grandement à la durabilité sociale.



Postes de travail dans une entreprise de démantèlement à but social

Les faits et chiffres mentionnés dans cet article sont issus des rapports d'audit des sociétés de démantèlement SENS et Swico, effectués par les auteurs en 2015 et 2016.

Le recyclage des sources lumineuses et des luminaires LED toujours à la traîne

Les sources lumineuses et les luminaires LED inondent le marché. Dans quelle mesure cette technologie modifie-t-elle l'éclairage au quotidien et le processus de recyclage? Aperçu général.

L'interdiction des ampoules à incandescence a profité en premier lieu aux lampes à économie d'énergie. Ces dernières sont certes d'une plus grande efficacité énergétique, mais elles contiennent du mercure, nocif pour la santé et l'environnement. Les sources lumineuses LED se sont alors imposées comme une alternative à la fois respectueuse de l'environnement et économe en énergie. Les LED peuvent en effet remplacer les ampoules à incandescence, les lampes à économie d'énergie et les tubes fluorescents rectilignes. Les consommateurs apprécient également le fait que la source lumineuse est déjà intégrée dans les nouveaux luminaires LED. Même si elles ne sont pas encore interdites, les lampes à incandescence halogène sont également en passe d'être remplacées par les luminaires LED.

Outre leurs avantages écologiques, les LED présentent également un atout psychologique. Elles sont disponibles en plusieurs couleurs et différents rendus de couleur. Il n'y a donc plus aucune raison d'acheter autre chose que des LED. Même les éclairages de rues sont en train de se doter peu à peu de cette technologie.

Multifonctionnelles

Multifonctionnelles, les LED peuvent être intégrées dans les systèmes de commande. Elles peuvent être combinées avec de nombreuses autres applications, telles que les haut-parleurs, le photovoltaïque ou encore le WLAN. Même la mise en marche via Smartphone est désormais possible. Au vu des nombreuses possibilités non encore exploitées, la technologie LED a de beaux jours devant elle.

Et c'est en cela que les LED représentent un défi, notamment au niveau du recyclage. Comme indiqué ci-dessus, les sources lumineuses LED équipant les nouveaux luminaires sont intégrées dans

ces derniers et ne peuvent être remplacées que dans certaines conditions. De plus en plus, luminaires et source lumineuse ne font plus qu'une seule et même entité. Ce qui signifie qu'à moyen terme, il ne sera plus possible d'acheter ou de récupérer des sources lumineuses séparées, le tout sera vendu ensemble.

Les avantages priment du point de vue écologique

Cependant, les avantages des luminaires LED l'emportent clairement. En effet, ils sont exempts de mercure et consomment beaucoup moins d'électricité pour un rendement lumineux identique. De plus, ils sont dépourvus de ballast, et ne nécessitent donc pas de condensateurs susceptibles de contenir des PCB. Du point de vue de la pollution, ils présentent, de manière générale, un avantage considérable. La société Oekopol GmbH a été chargée par l'Office fédéral allemand de l'environnement de rechercher des polluants dans les LED. Selon les résultats de cette étude, les sources lumineuses LED, et notamment les dispositifs semi-conducteurs, contiennent toujours certaines substances nocives, mais dans des quantités minimales, jugées inoffensives aussi bien pour l'homme que pour l'environnement. Comparées aux lampes à économie d'énergie renfermant du mercure, les sources lumineuses LED ne présentent aucun danger.

Logistique de collecte et recyclage: un double défi

S'agissant du recyclage, l'essor des LED constitue un défi dans de nombreux domaines. Du fait de la grande diversité des sources lumineuses actuelles et de l'étroite ressemblance entre les lampes LED Retrofit et les LEE, les consommateurs et le personnel qualifié ont de plus en plus de mal à s'y retrouver et à

classer correctement les luminaires. Ce qui explique pourquoi, aujourd'hui, toutes les sources lumineuses sont collectées sans distinction, aussi bien celles contenant du mercure que celles qui sont issues de la technologie LED. Le tri entre les deux catégories doit donc être effectué de manière très minutieuse par les recycleurs. Car les installations de recyclage de sources lumineuses ont pour mission de retirer les matériaux contenant du mercure et ne sont pas conçues pour le recyclage des sources lumineuses LED.

Ces dernières et les luminaires LED sont traités dans des sociétés de recyclage de petits appareils d'électroménager. Au vu des faibles quantités retirées, la récupération des éléments LED ou des métaux rares présents dans les semi-conducteurs ne présente, à l'heure actuelle, aucun intérêt commercial ou technique. Toutefois, la faisabilité technique fait actuellement l'objet de recherches en vue de répondre aux besoins ponctuels de la production industrielle.

Volumes de recyclage à la traîne

Si la vente de sources lumineuses et de luminaires LED est en plein essor, force est de constater que les volumes de reprise restent, pour leur part, encore modestes. En Suisse, le pourcentage de reprise de sources lumineuses LED rectilignes est estimé à moins de 0,2%, celui des sources lumineuses LED non rectilignes représentant pour sa part moins de 1,4% (chiffres de 2015), ce qui en soi est un bon signe et témoigne de la longue durée de vie de ces produits. La plupart des sources lumineuses et des luminaires LED sont en effet conçus pour une durée de vie de 25 000 heures, voire davantage. L'absence de chiffres précis s'explique par le fait que les sources lumineuses ne sont pas collectées séparément et ne font pas encore l'objet d'un rapport. Ce dernier deviendra pourtant nécessaire dès lors que ces quantités augmenteront.



Référence:
Oekopol GmbH (www.oekopol.de), «Expertise Leuchtdioden»

Swico et SENS réglementent la collecte et le transport des piles au lithium selon l'ADR 2017

Le groupe de travail «PLI dans les appareils E+E usagés» élabore actuellement, en accord avec l'Office fédéral des routes (OFROU), des notes explicatives et des recommandations destinées aux acteurs de la collecte et du transport des appareils électriques usagés contenant des PLI. Depuis cette année, les nouvelles règles de l'ADR 2017 et les dispositions qui en résultent sont consignées dans la fiche technique PLI de Swico SENS.

La nouvelle disposition spéciale DS 636, qui régit le transport des DEEE contenant des PLI, et l'ADR 2017, l'accord européen relatif au transport des marchandises dangereuses par route, sont entrés en vigueur au début de l'année. Ainsi, les dispositions mentionnées dans la fiche technique DEEE de la CT Swico SENS «Collecte et transport de DEEE contenant des PLI», mentionnant que tous les DEEE contenant des PLI sont transportables sans emballage préalable, ont désormais force de loi. Cela supprime donc le tri sélectif coûteux et l'étiquetage des DEEE contenant des PLI, exigés dans l'ADR 2015. Étant donné que dans ce type de DEEE, l'appareil assure la fonction d'emballage, ils ne doivent pas être endommagés. C'est pourquoi le transport en vrac, par exemple dans des containers, des DEEE contenant des PLI n'est pas prévu dans l'ADR 2017 et est donc interdit.



Fiche technique PLI Swico SENS

Afin de réduire les risques lors du transport, Swico et SENS exigent, en accord avec la norme SN EN 50625-1:2014, que les DEEE endommagés et contenant apparemment des PLI (ex: téléphones portables déformés), ainsi que les PLI en vrac, fassent l'objet d'un tri sélectif et soient conditionnés dans des fûts en acier Inobat. Cela présuppose un personnel formé sur site, pour détecter et trier les PLI ainsi que surveiller les clients qui conditionnent les DEEE dans des conteneurs préalablement fournis. Les DEEE contenant des PLI défectueuses qui arrivent dans des conditionnements Inobat dans l'installation Batrec Industrie AG font désormais l'objet d'une saisie à des fins statistiques. Pour le moment, aucun chiffre n'est encore disponible, mais selon Batrec, les quantités entrantes seraient relativement minimales.

Swico et SENS ont décidé que les DEEE récupérés et non triés, donc susceptibles de contenir des PLI, devront être collectés et transportés exclusivement dans des conteneurs recommandés, d'un volume < 3 m³ et d'une hauteur < 1.5 m (ex: palettes à 3 cadres maximum, si besoin avec revêtement). SENS permet également de continuer à traiter en vrac les appareils exempts de PLI, sous réserve de fournir la preuve de l'existence d'une assurance qualité.

Les réglementations ADR concernant les PLI évoluent à un rythme effréné. L'automne dernier déjà, la DS 636 a fait l'objet d'une nouvelle modification en vue de la prochaine révision de l'ADR2019. En substance, une nouvelle directive spéciale 670 doit voir le jour, valable uniquement pour les DEEE contenant des PLI et reprenant en grande partie le texte actuel. Le transport en vrac des DEEE contenant des PLI ne sera donc plus autorisé. Toutefois, la DS 670

exclut les DEEE contenant des PLI qui ne sont pas la principale source d'énergie (ex: batteries d'appoint)! Par ailleurs, la DS 670 spécifie des exigences de conditionnement et des mesures adaptées en vue de réduire à leur minimum les dommages occasionnés aux appareils lors du remplissage ou de la manipulation du conditionnement, notamment en ayant recours à des tapis en caoutchouc, ou exige que les conditionnements soient fabriqués et fermés de manière à empêcher toute perte de marchandise pendant le transport, par le recours à des couvercles, revêtements intérieurs robustes et capots utilisés lors du transport. La DS 636 s'appliquera exclusivement et de manière immuable aux PLI en «vrac» et sera modifiée en ce SENS. Concernant les prescriptions actuelles et les fiches techniques PLI de Swico et SENS, aucune modification n'est prévue.

L'Allemagne a d'ores et déjà proposé un accord multilatéral (M303), afin de mettre en application la nouvelle DS 670 dès 2017. L'Autriche a déjà signé cet accord, désormais en vigueur. Après consultation avec l'AG-LIB, l'OFROU devrait également ratifier cet accord pour la Suisse.

L'ADR 2017 stipule qu'un «système d'assurance de la qualité est mis en place, garantissant que la quantité totale de piles ou de batteries au lithium dans chaque unité de transport ne dépasse pas 333 kg. Cette quantité totale peut être déterminée à l'aide d'une méthode statistique comprise dans le système d'assurance de la qualité. Une copie des enregistrements de l'assurance de la qualité doit être mise à la disposition de l'autorité compétente si elle en fait la demande.»

Actuellement, Swico et SENS essaient de voir si ces exigences peuvent être satisfaites en se fondant sur les analyses effectuées à partir des paniers-types et des tests par lots. Les premiers résultats sont fournis par les analyses Empa des données de piles fournies par Batrec et issues des tests par lots de Swico réalisés en 2015-16. Au total, 46 892 kg de DEEE (appareils issus des TIC et de l'électronique

de divertissement, à l'exception des écrans) ont été testés. S'agissant des piles, les résultats suivants ont été communiqués:

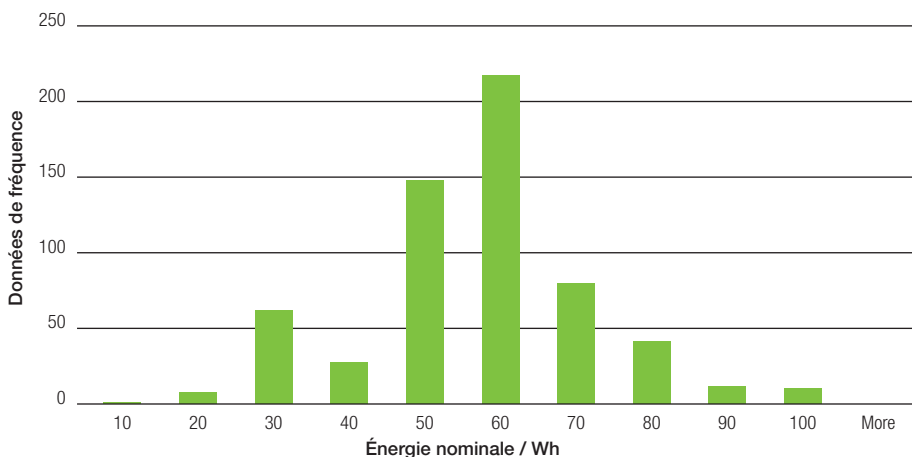
- 283.6 kg de piles ont été démontées (pourcentage de masse $w=0.60\%$)
- dont 214.0 kg PLI (75.5%). Le pourcentage de masse totale PLI est donc $w=0.46\%$.
- dont 211.4 kg de batteries Li-Ion (98.7%), le reste étant des batteries Li-métal.
- dont 3.7 kg (1.7%) seulement étaient des cellules individuelles, le reste consistant en un assemblage de plusieurs cellules.
- sur les 666 PLI, 24 étaient défectueuses (= 4.0 kg, dont 13 cellules); la plupart ont été endommagées par l'installation de broyage et seulement 3 unités (5%) étaient apparemment déjà défectueuses.
- sur les 600 PLI des DEEE Swico, la majorité affichait une énergie nominale située entre 50 Wh et 60 Wh, aucune ne dépassant 100 Wh.

Pour atteindre la limite libre de 333 kg, la charge totale de ce mélange devait dépasser 72 t, soit au moins 3 fois plus que le poids actuellement autorisé pour le transport, ce mélange étant donc encore bien en dessous du seuil fixé. Ces études vont être étendues à d'autres catégories d'appareils contenant des PLI et devraient servir de preuves d'assurance de la qualité en matière de transport. Figureront parmi les groupes à étudier absolument les appareils SENS ayant fait l'objet d'un tri sélectif et contenant des PLI, dès lors que les DEEE exempts de PLI sont collectés en vrac dans des conteneurs. Leur pourcentage de masse PLI semble fortement augmenter et, dans ces conditions, il paraît difficile de respecter le seuil fixé.



PLI défectueuses issues des essais par lots Swico: a) cellules individuelles, b) batterie Laptop

Figure: Histogramme des puissances nominales des PLI analysées dans les essais sur lots



⁷ PLI signifie «piles et cellules lithium-ion ou lithium-méta» et DEEE signifie «déchets d'équipements électriques et électroniques».

État des connaissances sur les condensateurs modernes

Les connaissances sur les liquides présents dans les condensateurs sans PCB sont encore incomplètes. Or, il est primordial de mieux connaître ces composants, notamment au regard de l'élaboration des futures règles régissant le traitement des condensateurs exempts de PCB. Une étude mandatée par SENS et Swico établit la liste des composants présents sous forme liquide ou dissoute dans les condensateurs exempts de PCB. Il existe déjà une étude bibliographique qui recense l'état des connaissances actuelles sur ce sujet. Mais quels sont les composants les plus répandus dans les condensateurs modernes? Un échantillonnage doit permettre de répondre à cette question essentielle dans le contexte du retour actuel des appareils électriques et électroniques en Suisse.

Dès lors que les condensateurs des appareils usagés sont plus gros que le pouce, les recycleurs suisses sont tenus de les retirer manuellement. Cette règle a été édictée pour garantir une élimination écologique des PCB présents dans les condensateurs. Trente années se sont écoulées depuis l'interdiction des PCB en 1986. Mais la question de savoir combien de condensateurs contiennent encore des PCB dans le retour actuel est toujours d'actualité. De nombreuses études, parmi lesquelles celles de SENS et de Swico réalisées en Suisse en 2007 et 2009, ont montré que le nombre de condensateurs contenant des PCB était en diminution constante, voire nul pour certaines catégories d'appareils. Seules font exception les lampes FL, dont les ballasts contiennent toujours une part importante de condensateurs avec PCB. Les contrôles effectués par les auditeurs du service de contrôle technique montrent certes une nette diminution des condensateurs contenant des PCB, mais aussi leur présence régulière dans les appareils. Aujourd'hui, l'obligation d'élimination est remise en cause, notamment par les recycleurs, l'argument souvent avancé étant que l'obligation d'élimination ne sera plus de mise une fois que les condensateurs à base de PCB auront disparu. Mais pour le service de contrôle technique, la question reste en suspens.

Classification des composants préoccupants

La SN EN 50625, les prescriptions techniques de SENS et de Swico, de même que la directive WEEE attestent de manière concordante qu'outre les condensateurs contenant des PCB, les «condensateurs électrolytiques qui contiennent des substances préoccupantes» (hauteur > 25 mm, diamètre > 25 mm ou volume proportionnellement identique) doivent également être retirés des appareils électriques et électroniques usagés. La formulation même de cette disposition soulève plusieurs questions. On peut en effet se demander pourquoi les condensateurs électrolytiques sont explicitement concernés, alors que bon nombre d'autres condensateurs à film sont également susceptibles de contenir des liquides. Si l'objectif du broyage préalable est d'éviter l'écoulement incontrôlé de substances nocives sur les différentes fractions, alors cette règle doit également s'appliquer à tous les condensateurs contenant des quantités importantes de liquides. De plus, le terme «composants préoccupants» n'est défini dans aucun de ces documents. Il incombe donc au service de contrôle technique d'établir la liste des substances considérées comme préoccupantes. Cette classification se fera selon des critères d'écotoxicité et de persistance dans l'environnement, valables pour toutes les substances. Pour évaluer une telle pluralité de substances, ces critères devront s'appuyer sur un système de classification existant sur la toxicité

des composants, et notamment sur les mentions H du Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques. Ce système permettra de distinguer les substances préoccupantes des substances inoffensives, y compris celles qui ne sont pas encore connues à ce jour.

Évaluation des composants des condensateurs actuels

Les substances liquides et dissoutes présentes dans les condensateurs exempts de PCB font actuellement l'objet d'une étude réalisée par le «Büro für Umweltchemie» pour le compte de SENS et de Swico. Les connaissances établies sur les composants liquides des condensateurs exempts de PCB ont été passées au crible. Les composants liquides peuvent avoir la fonction d'un électrolyte, ce qui est le cas des condensateurs électrolytiques à l'aluminium. Les substances liquides se retrouvent également dans les diélectriques, et servent dans ce cas de substance isolante dans les condensateurs. Les PCB assurent également cette fonction. En raison de leur taille, ce sont surtout les condensateurs de puissance qui retiennent ici l'intérêt. Différents mélanges peuvent être utilisés, aussi bien pour les électrolytes que pour les diélectriques. Les déclarations des fabricants sur les condensateurs sont peu explicites sur la nature des liquides. Très souvent, aucune substance n'est déclarée, ou alors seulement des groupes de substances fournissant très peu de renseignements sur l'utilisation concrète des produits chimiques. En fait, les informations les plus précises sont mentionnées dans les brevets. Cependant, reste à savoir dans quelle mesure la technologie brevetée sera effectivement utilisée dans les nouveaux condensateurs.

Dans les condensateurs électrolytiques, le liquide joue le rôle de conducteur électrique. Pour cela, des particules chargées, les ions, sont dissoutes dans un solvant. Selon les indications des fabricants, les solvants les plus fréquemment utilisés sont l'éthylène glycol et la γ -butyrolactone. L'ajout

d'acides, comme par exemple l'acide phtalique, permet d'obtenir les ions dissous. La littérature décrit une multitude d'acides susceptibles d'être utilisés dans les condensateurs. À l'heure actuelle, on ne sait pas précisément quels sont les acides présents dans les condensateurs électrolytiques mis au rebut. S'agissant des condensateurs à film avec imprégnation de liquides, ces derniers doivent répondre à des exigences totalement différentes. Ici, les liquides ont un rôle isolant. De plus, ils doivent rester stables à hautes températures et sur de longues durées. Jusqu'à leur interdiction, les PCB assuraient cette fonction. Aujourd'hui, ils ont été remplacés par des huiles naturelles telles que l'huile de ricin ou l'huile de soja avec additifs. Toutefois, on peut supposer que l'industrie a encore souvent recours à des huiles minérales composées d'un mélange complexe d'hydrocarbures. Les phtalates et les diarylalcane (ces derniers étant largement répandus dans les condensateurs de micro-ondes) conviennent pour ce type d'utilisation.

45 composants identifiés dans les condensateurs exempts de PCB

En se fondant sur la littérature spécialisée, les auteurs ont répertorié 45 composants utilisés dans les condensateurs exempts de PCB équipant les appareils électriques et électroniques. La fonction occupée par la plupart d'entre eux dans les condensateurs est également connue avec précision. Mais, parmi ces substances, en est-il qui soient

susceptibles d'être qualifiées de «préoccupantes»? Pour répondre à cette question, nous avons défini les mentions H pour tous les composants identifiés. Puis, nous avons conçu un système de classification établissant les mentions H qui permettent de qualifier une substance de «préoccupante». Ce système de classification devra être discuté au sein du service de contrôle technique de SENS et de Swico avant d'être publié dans sa forme définitive. La version actuelle mentionne dix substances préoccupantes susceptibles d'entrer dans la composition des condensateurs exempts de PCB. Ces substances sont répertoriées dans le Tableau 1. Cette liste a toutefois un caractère provisoire et peut être soumise à modifications au fur et à mesure de l'avancement de l'étude.

Tri et analyse des condensateurs

L'étude va se poursuivre tout au long de l'année. Il est prévu d'effectuer un prélèvement d'échantillons de condensateurs sur les appareils repris par le système SENS et Swico. Il s'agira alors d'une part, de trier les condensateurs contenant et soupçonnés de contenir des PCB et, d'autre part, de déterminer les composants utilisés dans les condensateurs exempts de PCB. La question centrale est de savoir si les substances jugées préoccupantes dans la littérature spécialisée se retrouvent également dans les condensateurs destinés au recyclage. Pour l'instant, nous en sommes à la phase de planification de l'échantillonnage. Le concept prévoit un tri des

condensateurs en fonction des catégories d'appareils. Nous espérons pouvoir en déduire quels sont les types de condensateurs utilisés dans les différentes catégories. Une fois sélectionnés, les condensateurs seront ensuite triés et répertoriés comme contenant des PCB, soupçonnés d'en contenir ou exempts de PCB. S'agissant des condensateurs équipant les gros appareils d'électroménager et les luminaires, la taille de l'échantillonnage doit être censée fournir une indication sur le pourcentage de condensateurs contenant des PCB dans le retour actuel. Une typologie sera établie pour les condensateurs exempts de PCB de toutes les catégories d'appareils. La composition des substances liquides présentes dans une partie de ces condensateurs sera ensuite analysée. La sélection sera effectuée de telle sorte que nous ayons un aperçu le plus complet possible des composants utilisés. Un plan de réalisation des tests sera élaboré une fois connus les types de condensateurs collectés. Ce procédé a été choisi en vue de permettre l'analyse d'un maximum de condensateurs différents pour un coût financièrement supportable. Les résultats de cette étude devraient permettre de définir les futures pratiques d'élimination pour les condensateurs exempts de PCB.

Tableau: Liste provisoire des substances préoccupantes et de leur utilisation dans les condensateurs

Nom trivial	N° CAS	Utilisation / Fonction
Polychlorobiphényles	1336-36-3	Diélectrique
1-Chloronaphtalène	90-13-1	Diélectrique
1-Méthyl naphtalène	90-12-0	Al-Elko / Électrolyte
2,6-Diisopropyl naphtalène	24157-81-1	Condensateurs de micro-ondes / diélectrique
Biphényle	92-52-4	Diélectrique
Acide borique	11113-50-1	Électrolyte
Hydroxyanisole butylé	25013-16-5	Complément du diélectrique, huile de soja pour la conservation
Diisobutyl phtalate	84-69-5	Diélectrique
Naphtalène	91-20-3	Électrolyte
Triphenyl phosphate	115-86-6	Électrolyte



Condensateurs de lave-vaisselle

Le recyclage des partenaires de traitement Swico examiné à la loupe

Entre mi-2015 et mi-2016, un essai par lots a été réalisé chez les six partenaires de recyclage Swico dotés d'un système de traitement mécanique, avec une quantité de matériaux de base déterminée. L'objectif était, outre de déterminer le taux de recyclage et de valorisation, de comparer la performance des entreprises.

Pour la première fois en Europe, la quantité testée a été regroupée dans un essai par lots (selon Cenelec 50625-1: traitement par lots d'échantillons) composé de plusieurs types d'appareils des technologies de l'information et de la communication, ainsi que de l'électronique grand public, toutes les entreprises recevant à peu près le même panier-type. Pendant trois semaines, chaque entreprise

a reçu un mélange d'appareils correspondant à la composition du flux de matériaux moyen dans le système Swico (à l'exception des écrans).

Taux de recyclage et de valorisation selon Cenelec

La norme suisse SN EN 50625-1:2014 fixe les modalités de détermination des taux de recyclage et de valorisation. Le processus d'évaluation débute par les appareils électriques non traités et se

Tableau 1: Classifications des utilisations finales des différentes parties de fractions (extrait)

Fraction finale	Technologie finale	Utilisation finale*					Base et suppositions
		R	AVM	VE	ET	AE	
Fraction d'aluminium «pur»	Fonderie d'aluminium	95%	1%		4%		95% récupération Al; 1% autres métaux agents réducteurs; 4% toutes les autres fractions organiques;
Fraction d'aluminium «non pur»	Fonderie d'aluminium	90%	1%		9%		90% récupération Al; 1% autres métaux agents réducteurs; 9% toutes les autres fractions organiques;
Batteries sèches	Recyclage de batteries	50%			50%		50% récupération du métal; 50% matières plastiques sans utilité
Batteries au plomb	Recyclage de batteries	94%			6%		67% récupération du plomb; 2% autres métaux; 6% fractions organiques/technologie chaude; 21% récupération de l'acide sulfurique; 4% matières plastiques
Fraction de fer «pur»	Acierie spéciale	97%		3%			90% récupération Fe; 5% fraction minérale; 2% autres métaux; 3% autres fractions organiques
Fraction de fer «non pur»	Acierie traditionnelle	92%		8%			85% récupération Fe; 5% fraction minérale; 2% autres métaux; 8% autres fractions organiques
Plastique / autres liaisons organiques	Usine d'incinération des ordures ménagères			62%	33%	5%	62% fractions organiques utilisées pour la substitution de combustibles (système R1); 33% fractions organiques pour l'élimination thermique; 5% fractions anorganiques destinées à l'élimination (décharge)
Condensateurs	Usine d'incinération des déchets spéciaux				100%		
Matières plastiques	Valorisation des matières plastiques	51%		32%	17%		50% matières plastiques destinées à la valorisation; 1% métaux; 32% matières plastiques destinées à la valorisation énergétique; 17% matières plastiques destinées à l'élimination thermique
Cuivre et métaux gris «purs»	Fonderie de cuivre «spéciale»	95%		5%			75% récupération Cu; 20% autres métaux; 5% matières plastiques utilisées pour la substitution de combustibles
Cuivre et métaux gris «non purs»	Fonderie de cuivre «spéciale»	90%		10%			70% récupération Cu; 20% autres métaux; 10% matières plastiques utilisées pour la substitution de combustibles
Circuits imprimés/téléphones mobiles	Fonderie de cuivre «spéciale»	30%		65%	5%		30% autres métaux; 65% matières plastiques utilisées pour la substitution de combustibles; 5% pas d'utilité-technologie froide

* R = recyclage; AVM = autre valorisation de matériaux; VE = valorisation énergétique; ET = élimination thermique; AE = autre élimination (ex: décharge)

termine «... par l'obtention de l'état de fin de qualité de déchet ou par la valorisation ou l'élimination des différentes fractions». Le processus de détermination englobe chaque étape de toutes les entreprises dans la chaîne de traitement. Pour toutes les fractions destinées à la valorisation ou à l'élimination, toutes les parties de fractions sont affectées à une utilisation finale dans le processus de traitement final. Ainsi, dans le cadre d'un traitement final, par exemple dans une fonderie, il s'agit de déterminer quelles parties peuvent être destinées à un recyclage (R) et quelles parties peuvent être réduites (AVM = autre valorisation de matériaux) et transformées en mâchefer.

Dans une prise de position commune des associations européennes CECED, Digitaleurope, WEEE-Forum et EERA de juin 2016 visant une modification de l'article 11 de la directive cadre européenne sur les déchets et de nouvelles règles pour le calcul des taux, il est stipulé que ces derniers ne doivent pas être déterminés au début du dernier processus de traitement mais à la fin du traitement définitif, ce que prévoit la norme Cenelec. C'est-à-dire que le taux de recyclage ne doit prendre en compte que le pourcentage en masse susceptible d'être réintroduit dans un nouveau circuit de matériaux.

S'agissant des essais par lots Swico, les taux ont été déterminés selon la norme SN EN 50625-1:2014, faisant appel, pour les processus finaux, à des classifications normalisées des utilisations finales des différentes parties de fractions (cf. tableau 1). Ces dernières ont été modifiées, selon que l'entreprise a pu prouver et documenter de meilleurs résultats de ses utilisateurs finaux.

Matériaux de base et quantité traitée

Le tableau 2 montre la composition des matériaux de base et le pourcentage d'écart. Pour cinq entreprises, les écarts observés pour tous les types d'appareils étaient relativement minimes (cf. Rapport technique 2016), tandis que, pour la sixième, les prescriptions pour la détermination des radios (-16.8%) et des baffles/enceintes (+18.9%) n'ont pas pu être respectées. De plus, on observe également des écarts entre les masses totales saisies dans les entreprises et lors du conditionnement. Ces écarts ont été pris en compte lors de l'interprétation des résultats.

Tableau 2: Détermination du lot

Type d'appareil	Prescription		Écart par rapport à la prescription
	Quantité [t]	Pourcentage	
PC/Serveurs	2'850	23.9%	0.1 - 2.9%
Imprimantes	2'570	21.6%	-0.1 - 3.4%
Radios	2'000	16.8%	-0.5 - 0.2%*
Baffles/Enceintes	1'470	12.3%	-0.5 - 0.3%*
Téléphones fixes	750	6.3%	-5.3 - 0.1%
Claviers	630	5.3%	0 - 0.7%
Notebook, Laptop, Powerbook	600	5.0%	-1.6 - 0.5%
Commutateurs	450	3.8%	-3.8 - 0%
Routeurs/modems	300	2.5%	-0.3 - 1.5%
Amplificateurs	300	2.5%	-2.5 - 2.6%
Total	11'920	100.0%	

* une entreprise a montré des écarts très importants

Pourcentage important de désassemblage manuel

Dans toutes les entreprises, la première étape du traitement consiste en une dépollution manuelle et parfois un désassemblage préalable des appareils en vue des étapes mécaniques ultérieures. Le traitement manuel donne ensuite lieu à un nombre considérable de fractions, qui sont ensuite directement intégrées au processus final ou éliminées dans une UIOM ou dans une entreprise spécialisée. Selon le type de structure et le procédé utilisé, le pourcentage en masse des fractions finales obtenues manuellement par rapport à la masse totale traitée varie entre 10 et 50%. Même lorsque le désassemblage manuel préalable permet d'obtenir un pourcentage plus important de fractions pures directement destinées à un traitement final, les taux de recyclage obtenus pour les entreprises avec un fort pourcentage de désassemblage manuel se sont avérés généralement meilleurs, mais pas systématiquement. C'est ainsi que l'entreprise avec le plus petit pourcentage de désassemblage manuel préalable affichait les taux de recyclage les plus élevés, alors que l'entreprise avec le plus fort pourcentage de désassemblage manuel a obtenu certes, de bons résultats, mais pas les meilleurs taux.

Recyclage des métaux et valorisation des matières plastiques

L'obtention d'un taux de recyclage élevé pré-suppose d'une part la maximisation du recyclage des métaux et d'autre part, la valorisation la plus importante possible des matières plastiques. Celles-ci doivent être conformes aux exigences de la norme TS 50625-3-1, qui prévoit que pour ce type de matières, il convient d'apporter la preuve que la teneur totale en brome est inférieure à 2000 ppm. De plus, selon les dispositions de l'OFEV, il convient également d'apporter la preuve que les matières bromées Penta et Octa-BDE présentent des concentrations inférieures à 1000 ppm. Pour le cadmium, la limite est fixée à 100 ppm et pour les PCB, à 50 ppm. En Suisse, ces exigences ne sont pas encore normalisées mais il ne fait pas de doute qu'elles vont gagner en importance. Seule une valorisation importante des matières plastiques permet d'atteindre les objectifs en termes de recyclage.

La masse totale des métaux susceptibles d'être réintroduits dans le circuit équivaut à 47-56% de la masse totale, le fer affichant le taux le plus élevé (34-42%). Pour les autres métaux, il s'agit principalement de l'aluminium et du cuivre, lesquels, selon le type de technologie utilisée, sont purs ou mélangés (cf. tableau 3).

Si les différences observées en matière de récupération des métaux sont plutôt minimes, il en va tout autrement de la valorisation des matières plastiques. Celle-ci varie de quasiment 0 à 15%, ce qui influe directement sur les taux obtenus (voir ci-dessous). En conséquence, les masses destinées à une valorisation énergétique ou à une élimination thermique dans une UIOM varient entre 28 et 43%. Cela peut aussi être dû à une séparation insuffisante dans les processus mécaniques, générant un pourcentage de métal plus important dans la fraction légère des résidus de broyage, qui influe de manière négative sur le taux de recyclage.

Tableau 3: Domaines des fractions finales et des utilisations finales

Fraction finale	Utilisation finale	Domaine	
		Min [%]	Max [%]
Métaux		47	56
- Fe	R	34	42
- Cu	R	0.7	6.1
- Al	R	0.3	5.4
- Autres métaux	R	4	17
Matières plastiques		14	30
- Valorisation	R	0.3	15
- Valorisation énergétique	VE	17	26
- Élimination thermique	ET	0.5	6.5
autres		5	16
- Valorisation énergétique	VE	0.1	9
- Élimination thermique	ET	2	8
Total UIOM		28	43



Condensateurs après démantèlement manuel

Résultats et perspectives

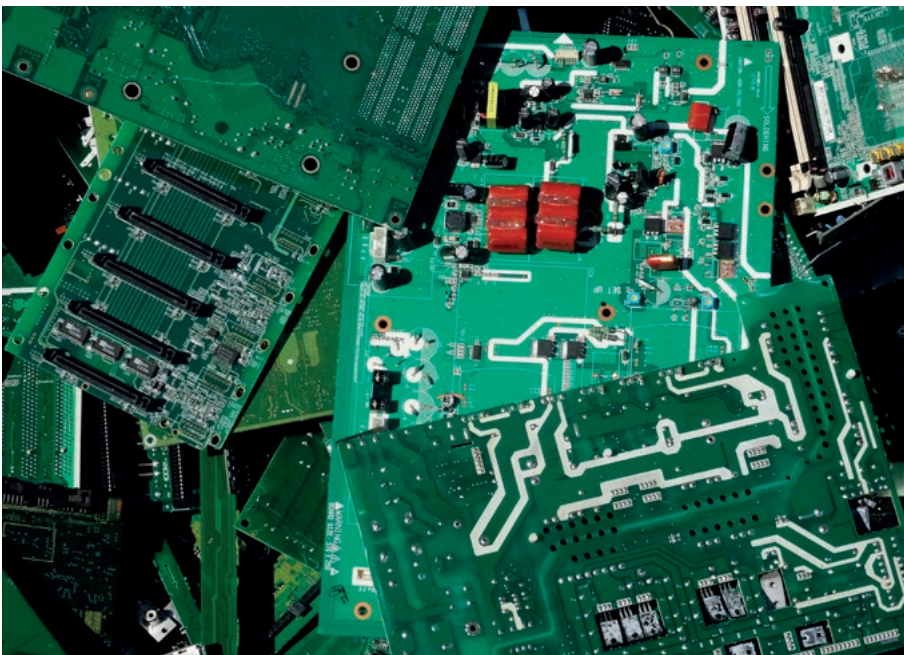
Les résultats des essais montrent une marge de fluctuation importante dans les taux obtenus. Les taux de recyclage se situent entre 53.8 et 70.8%, ceux de valorisation fluctuant entre 84.5 et 93.3%. Si les taux de valorisation sont supérieurs à la valeur cible de 75%, deux entreprises n'ont pas atteint l'objectif de 65% en matière de recyclage.

Il convient ici de noter que dans les pays européens, on rapporte souvent des taux de recyclage et de valorisation exceptionnellement élevés. Il s'agit, selon nous, d'une simplification inadmissible des méthodes de calcul (non vérifiables) et d'une non prise en compte des exigences des directives selon EN 50625-1:2014. Conformément à la volonté de la Commission européenne, cette norme déterminera l'état de la technique en Europe et doit être rendue obligatoire dans le cadre de la prochaine révision de la directive DEEE. Il est par conséquent indispensable que les méthodes de calcul soient harmonisées dans le SENS de la prise de position des associations européennes mentionnée ci-dessus.

Les résultats issus de ce projet permettront aux partenaires de traitement de Swico de comparer leur



Fraction de circuits imprimés résultant du traitement mécanique



Circuits imprimés après démantèlement manuel

performance de recyclage et d'identifier d'éventuelles mesures d'amélioration. Dans le cadre des contrôles d'entreprises effectués par l'Empa, des essais sur lots réguliers conformes aux directives de la norme SN EN 50625-1:2014 sont également prévus. Les valeurs cibles requises devront être atteintes indépendamment de la composition des matériaux de base. Le fait de ne pas pouvoir atteindre les valeurs cibles de façon répétée pourra conduire à une résiliation du contrat de collaboration.

Depuis le 15 août 2015, certaines exigences se sont accrues, conformément à la directive européenne DEEE. En effet, les valeurs cibles ont été augmentées de 5%, et sont désormais fixées, pour ce qui concerne les catégories 3 et 4, à 70% pour le recyclage et à 80% pour la valorisation. SENS et Swico n'ayant pas encore mis en place ces modifications, les taux minimums en vigueur jusqu'ici continuent donc de s'appliquer.

Concernant les prescriptions sur les objectifs de recyclage et de valorisation, il s'agit d'une considération orientée sur la masse, ne prenant en compte que les gros flux de matériaux au détriment du recyclage de métaux techniques rares. De plus, les valeurs cibles ne donnent aucune indication sur la performance écologique. Un travail de recherche de l'EPF dirigé par l'Empa est censé déterminer les bases scientifiques permettant d'évaluer la performance écologique du traitement des déchets électroniques. Les résultats sont attendus à l'automne 2017 et seront communiqués dans le rapport technique 2018.

Les écrans plats à teneur en mercure continuent de dominer

Durant le second semestre 2016, plusieurs entreprises de recyclage ont effectué des essais par lots afin de déterminer les taux de recyclage et de valorisation ainsi que la composition des dispositifs à écran plat.

Sur les six entreprises, trois ont démantelé exclusivement des téléviseurs et/ou des moniteurs PC. Pour chaque essai par lot et conformément à la norme SN EN 50625-1:2014, au moins 5 t ou 250 FPD ont été préparés, pour permettre de démanteler manuellement un mélange d'appareils (taille et âge) le plus représentatif possible pour une exploitation normale. La planification des essais a été décidée de concert avec les auditeurs attitrés, les essais ont été réalisés de manière indépendante et les résultats ainsi que les photos ont été transmis aux auditeurs. Pour calculer les taux de recyclage et de valorisation, les étapes de traitement suivantes pour les fractions de démantèlement produites jusqu'à l'utilisation finale ont été représentées avec des valeurs issues de l'outil RepTool (Tableau 2).

Les tableaux suivants restituent les résultats des essais sous forme anonyme. La valeur minimale et la valeur maximale sont comptabilisées à partir des valeurs obtenues.

Tableau 1: Paramètres des essais par lots

Dispositifs à écran plat	Téléviseurs		Moniteurs PC	
	min	max	min	max
Masse totale / kg	3 047	5 143	1 354	9 271
Nombre d'appareils	250	332	250	1 930
Pourcentage CCFL	74%	89%	88%	100%
Pourcentage LED	11%	26%	0%	12%
Masse moyenne / kg	12.2	18.3	4.8	5.7

5 t ou 250 unités sont autorisées pour un démantèlement manuel des FPD. Pour la plupart des entreprises, le nombre de 250 FPD est une exigence minimale. On notera que la masse moyenne des téléviseurs est trois fois supérieure à celle des moniteurs PC. Le retour des appareils LED est nettement inférieur à celui des appareils CCFL à teneur en mercure.

Tableau 2: Pourcentages en masse des fractions sortantes issues des appareils et leurs pourcentages modélisés dans les catégories: recyclage (R), autre valorisation de matériaux (AVM) plus valorisation énergétique (VE).

Fractions sortantes	Traitement / utilisation	Téléviseurs		Moniteurs PC		R	Modèle AVM+VE
		min	max	min	max		
Fer «pur»	Recyclage	37.2	46.6	30.2	37.4	97	3
Acier Cr-Ni «pur»	Recyclage	0.0	0.3	0.1	0.4	97	3
Aluminium «pur»	Recyclage	3.9	5.1	6.0	7.5	95	1
Cuivre ou laiton «pur»	Recyclage	0.0	0.0	0.0	0.4	90	10
Plastiques «mélange plastiques»	Traitement ultérieur	5.8	17.5	14.8	31.0	90	10
PMMA	Recyclage	5.1	16.2	15.8	15.8	90	10
Plastiques «mélange plastiques toxiques»	Incinération	12.9	12.9	21.5	21.5	0	62
Plastiques «mélange plastiques/métaux»	Traitement ultérieur	5.4	22.4	0.0	0.0	60	26
Circuits imprimés	Recyclage fonderie de cuivre	7.1	9.7	6.4	7.2	30	65
Câbles et prises	Traitement ultérieur	0.8	2.7	0.9	4.6	50	31
Rétroéclairage CCFL	Élimination	0.8	1.0	0.2	0.9	0	0
Rétroéclairage LED	Élimination	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0
Panneaux LCD	Incinération (évent. stockage)	7.3	8.7	7.7	16.5	0	62
Enceintes	Traitement ultérieur	2.0	2.4	0.3	0.3	97	3
Blocs d'alimentation	Traitement ultérieur	1.4	1.4	0.0	0.0	76	23
Ventilateurs	Traitement ultérieur	0.0	0.0	2.7	2.7	76	23
Déchets	Incinération	4.0	4.6	0.3	3.4	0	62
Condensateurs	Élimination (thermique)	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0

Les deux fractions affichant le pourcentage de masse le plus important sont les métaux «purs» (Fe, Al, Cu) avec un taux de récupération de près de 97%, et les plastiques, avec un taux moyen de récupération de 70% (téléviseurs) et de 83% (PC).

Tableau 3: Taux de recyclage et de valorisation (TR=R/Input et TV=TR + (VE + AVM) / Input

Taux	Téléviseurs		Moniteurs PC	
	min	max	min	max
Taux de recyclage TR	65,3%	75,4%	60,3%	80,3%
Taux de valorisation TV	88,3%	93,1%	87,1%	95,2%

Le pourcentage de valorisation visé PVV = 75% est nettement dépassé par toutes les entreprises (Tableau 3). Quant à celui de recyclage (PRV = 65%), il est, lui aussi, dépassé mais dans une moindre mesure, excepté pour une entreprise. La raison principale du faible PRV est une quantité de plastiques supérieure à la moyenne, éliminée par ces entreprises dans des usines d'incinération des ordures ménagères. La différence dans le traitement repose peut-être sur le fait que certaines entreprises recyclent les plastiques en se fondant sur l'innocuité révélée par leurs échantillonnages, alors que d'autres optent pour une stratégie plus prudente, faute de preuves, et préfèrent l'élimination thermique. Le taux toujours élevé de CCFL (Tableau 1) dans les

rétroéclairages prouve le bien-fondé des mesures de lutte contre les émissions de mercure. En particulier, conformément à la norme SN EN 50625-2-2:2015 «Exigences relatives au traitement des ... CRT et FPD ...», les appareils FPD doivent être traités comme des appareils contenant du mercure, sauf disposition contraire. Le broyage, la compression ou la manipulation de ces DEEE contenant du mercure avant la dépollution sont interdits. Il convient donc de prendre des mesures adaptées et efficaces et de les documenter en démontrant que le mercure a fait l'objet d'une surveillance et qu'il a été retiré. S'agissant des fractions susceptibles d'être polluées par du mercure (provenant par exemple de circuits imprimés ou de boîtiers), il convient de prouver que le mercure a bien été retiré avant leur envoi au recyclage. De plus, une surveillance régulière s'impose pour les concentrations de mercure dans l'air, présentes dans tous les domaines de travail identifiés par l'évaluation des risques et chez les employés concernés.

Grâce à ces règles, la problématique du mercure – mais aussi des retardateurs de flamme – marquera encore pendant quelque temps le traitement des FPD.



Fractions obtenues:

- 1) Fer «pur», 2) mélange boîtiers en plastique,
- 3) panneaux FPD, 4) vitres PMMA, 5) circuits imprimés,
- 6) rétroéclairages CCFL

Nette progression des appareils de type HC

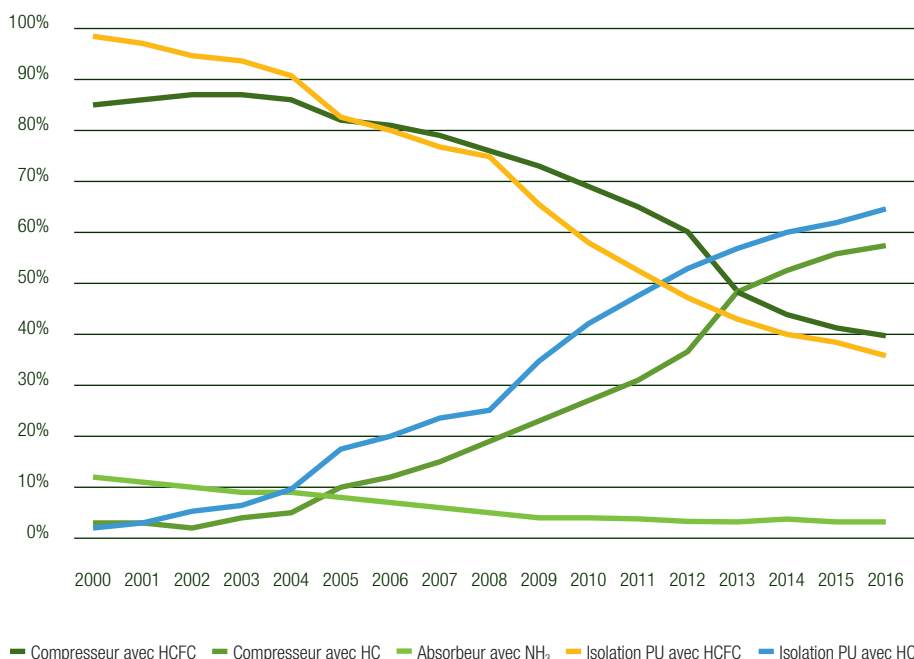
En 2016, les quatre entreprises de recyclage suisses hautement spécialisées ont recyclé à nouveau 360 000 appareils réfrigérants, soit un équivalent de 18 000 tonnes. Par rapport à l'année précédente, ces chiffres restent inchangés. En revanche, l'écart continue de se creuser entre les appareils contenant des hydrocarbures et les appareils de l'ancien type CFC/HCFC: aujourd'hui en effet, 57 % des réfrigérateurs traités au niveau 1 (réfrigérants) et 64 % des réfrigérateurs traités au niveau 2 (gaz propulseurs) sont des appareils écologiques de type HC. Malgré ce constat réjouissant au niveau environnemental, il n'en demeure pas moins essentiel de continuer à respecter les exigences qualitatives élevées des techniques de recyclage, jusqu'à ce que les derniers appareils traditionnels aient été délestés de leurs substances nocives pour l'environnement et qu'elles aient été éliminées sous contrôle.

L'écart HC-CFC continue de se creuser

Parmi les appareils usagés traités au niveau 1 dans la période sous revue, 57 % (soit une légère

augmentation de 1% par rapport à l'année précédente) étaient déjà équipés de compresseurs de type HC. En revanche, le pourcentage de compresseurs

Figure 1: Évolution des types d'appareils traités au niveau 1 (compresseurs contenant des CFC/HCFC et HC, absorbeurs contenant de l'ammoniac) et au niveau 2 (mousse d'isolation en PU contenant des CFC et HC)



CFC est passé de 41% à 40% pour la même période. Par ailleurs, le nombre d'appareils dotés d'absorbants contenant de l'ammoniac (NH₃-) est resté stable à 3% (figure 1).

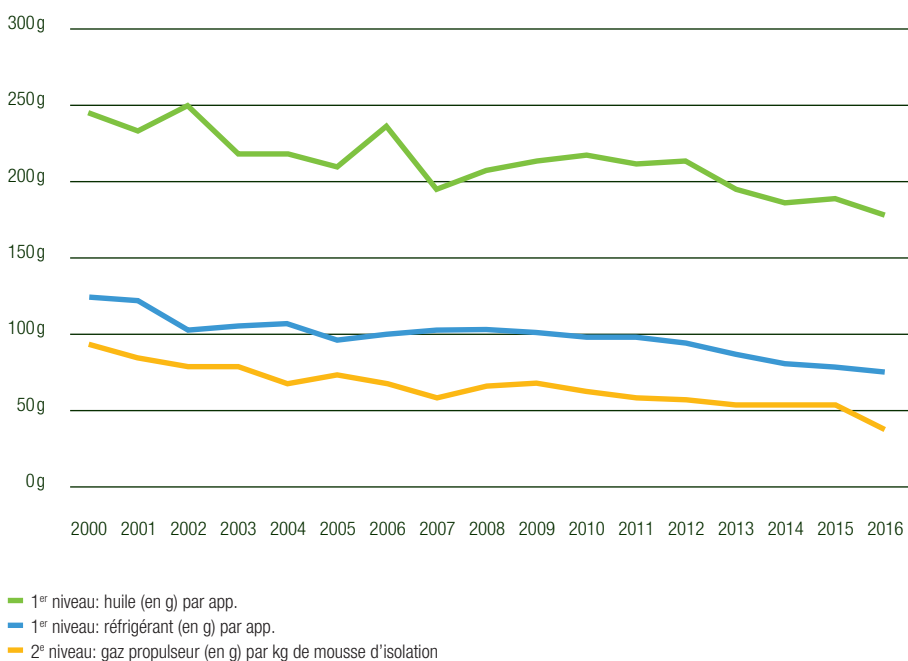
L'isolation en mousse de polyuréthane (PU) contenant des HC était contenue dans 64% de tous les appareils de réfrigération mis au recyclage, ce qui correspond à l'augmentation prévue (+ 2%) par rapport à l'année dernière.

Réduction dans la récupération, à performance égale

Le fait qu'au cours des dernières années, les quantités récupérées de réfrigérants et de gaz propulseurs soient en recul constant pourrait donner lieu à une certaine déception, voire à une remise en question de la qualité des installations de recyclage. Cette conclusion serait toutefois inexacte, pour les raisons suivantes: la baisse des quantités de récupération des réfrigérants et des gaz propulseurs s'explique aisément par l'arrivée au recyclage d'appareils HC usagés, dont les quantités de remplissage ou la concentration en mousse PU des compresseurs sont nettement inférieures aux valeurs de comparaison des appareils de type CFC. De plus, les hydrocarbures ont un poids spécifique inférieur aux composés halogénés. C'est cette raison, mais aussi la constante augmentation des appareils de type HC, qui expliquent la baisse des quantités de récupération observée depuis des années. Comparée à d'autres pays, la qualité des installations reste très élevée, ces dernières faisant sans cesse l'objet d'améliorations techniques.

Alors qu'en 2000, on pouvait retirer 125 g de réfrigérant de chaque compresseur, ce n'était que 100 g entre 2008 et 2011 (niveau 1), et la tendance s'est poursuivie à la baisse. En 2015, la quantité était de 79 g, et elle est de 76 g pour la période actuellement sous revue (- 4%). La quantité a donc baissé de 40% depuis 2000. Si en 2000, la quantité de remplissage d'huile des compresseurs s'élevait

Figure 2: Évolution des quantités récupérées au niveau 1 (grammes de réfrigérant et huile, par appareil) ou au niveau 2 (grammes de gaz propulseurs par kilogramme de mousse d'isolation)



à 245 g, ce chiffre a également baissé sur le long terme – avec quelques hausses passagères – et s'établit actuellement à 173 g (soit - 8% par rapport à l'an dernier). Il apparaît donc clairement, s'agissant des appareils dotés de compresseurs HC, que les quantités de remplissage tant de réfrigérant que d'huile ont baissé, par rapport aux compresseurs HCFC traditionnels.

La même tendance peut être observée au niveau 2: si, en 2000, les quantités retirées étaient encore de 90 g par kilogramme de PU, ce chiffre n'a cessé de baisser depuis. Le brusque recul de 53 g à 39 g pendant la période 2015 à 2016 s'explique principalement par une modification de la base de calcul: en effet, sur la base des données issues des cinq dernières périodes sous revue, la valeur appliquée au

poids moyen de la mousse PU est passée de 3.5 à 4.5 kg par boîtier pour les catégories d'appareils 1 - 3, cette modification s'expliquant par l'augmentation des quantités de PU observée dans les appareils HC. D'où une importante diminution de 26% (provoquée de manière artificielle) des quantités de récupération. En revanche, la quantité réelle de gaz propulseurs récupérés par boîtier était de 176 g en 2016. Comparée à l'année précédente, cette diminution n'est que de 6% (sans discontinuité due à la modification du poids de la mousse PU), ce qui correspond à la tendance sur le long terme (cf. figure 2).

Le jeu en vaut la chandelle!

La récupération et la destruction sous contrôle des substances détruisant la couche d'ozone et des

gaz à effet de serre font partie des objectifs premiers du recyclage des appareils réfrigérants. La tendance observée depuis une quinzaine d'années (également dans les appareils usagés) – abandonner les CFC et HCFC au profit des hydrocarbures beaucoup plus écologiques – se poursuit.

Toutefois, ce constat réjouissant ne saurait légitimer un quelconque assouplissement des exigences de SENS. Il est en effet essentiel de continuer à respecter les exigences qualitatives élevées des techniques de recyclage, jusqu'à ce que les derniers appareils traditionnels aient été délestés de leurs substances nocives pour l'environnement et qu'elles aient été éliminées sous contrôle.

En 2016, la quantité de dioxyde de carbone non rejetée dans l'atmosphère s'élevait à 370 000 tonnes. Grâce à l'augmentation des compresseurs et des mousses d'isolation HC, la quantité d'équivalents CO₂ non rejetés a diminué de 4.6% par rapport à l'année dernière. Cela correspond à la quantité de CO₂ rejeté par 68 500 voitures faisant le tour de la Terre ou 3500 aller-retours de la Terre à la Lune. Un résultat dont nous pouvons être fiers!

Dévoué au recyclage écologique

Fin 2016, Ueli Kasser a achevé son mandat en tant que conseiller professionnel du service de contrôle technique de la Fondation SENS et de Swico. Avec Ueli Kasser, l'équipe SENS perd une personnalité qui dès la première heure, s'est investie pleinement dans le développement de la Fondation SENS et notamment dans les prescriptions techniques concernant l'activité de recyclage. SENS et Swico tiennent à remercier Ueli Kasser pour cette collaboration fructueuse.



Ueli Kasser discutant des prescriptions techniques concernant le recyclage

Le premier travail confié à Ueli Kasser par la Fondation SENS consistait à élaborer des prescriptions techniques pour la récupération des déchets d'équipements électriques, ce qui fut fait en 1996, époque à laquelle le système SENS est passé d'un simple système de reprise pour le recyclage des appareils frigorifiques à un système de reprise global pour appareils électriques privés. Ueli Kasser a également apporté une grande contribution au rapport technique de la CT en présentant pour la première fois au public en 1997 la mission de l'organe de contrôle technique (TK) de la Fondation SENS. Comparée à aujourd'hui, la quantité d'appareils électriques récupérés par le système SENS

était assez mince. À titre d'exemple, elle avoisinait en 1997 les 2000 tonnes. Le système de reprise a connu ensuite un développement fulgurant, tout comme l'activité de contrôle. En 1998, la quantité d'appareils récupérés est passée à 15 000 tonnes et, la même année, 11 entreprises de recyclage ont vu le jour. Le rapport technique 2000 fait état de vingt entreprises de recyclage contrôlées par le TK, dont douze par Ueli Kasser. En 2005, Ueli Kasser a pris la direction du TK-SENS en veillant à garantir la comparabilité de l'activité de contrôle et de l'interprétation des directives entre les différents experts chargés du contrôle. En 2007, la direction a été internalisée par la Fondation SENS, et peu de temps après a été créé l'organe de contrôle technique commun à SENS et à Swico. Ueli Kasser s'est alors vu confier les fonctions de conseiller technique, coordinateur et soutien du TK SENS Swico. Parallèlement, il a œuvré à une formulation à usage pratique des nouvelles règles européennes sur le recyclage des appareils électriques dans le cadre du Forum WEEE et du Comité de normalisation CENELEC.

Des objectifs plutôt que des interdictions technologiques

Ueli Kasser s'est toujours attaché à formuler en termes d'objectifs les exigences liées au recyclage. Pour ce faire, il s'est appuyé sur la réduction des émissions toxiques dans l'environnement et sur la garantie d'une récupération élevée des matériaux valorisables. Dans le cadre de nombreuses discussions, il a insisté sur le fait que les objectifs devaient être formulés indépendamment des technologies et que, en aucun cas, certaines procédures ne devaient

être prescrites de manière définitive. Selon lui, les recycleurs doivent pouvoir choisir eux-mêmes la méthode la mieux adaptée pour réaliser les objectifs prévus. Grâce à une démarche et à une pensée clairement structurées, Ueli Kasser a réussi à délester de nombreuses ébauches de nouvelles spécifications ou de modifications de formulations absconses et de lourdeurs linguistiques superflues. Chimiste de formation, il a su de façon exemplaire transformer les idéaux en objectifs pratiques réalisables. La Fondation SENS doit énormément à Ueli Kasser pour la formulation claire et l'exemplarité à l'échelle internationale des règles régissant un recyclage écologique des appareils électriques et électroniques. SENS et Swico remercient Ueli Kasser pour le formidable travail réalisé durant ces vingt dernières années, et lui souhaitent de nombreux moments passionnants dans cette nouvelle étape de sa vie.

AUTEURS



Heinz Böni

Après une formation d'ingénieur diplômé en génie rural à l'EPF Zurich et des études postgrades en hydrologie urbaine et en protection des cours d'eau (NDS/EAWAG), Heinz Böni devient collaborateur scientifique auprès de l'EAWAG Dübendorf. Chef de projet à l'institut ORL de l'EPF Zurich et à l'UNICEF au Népal, il reprend plus tard la direction de la société Büro für Kies und Abfall AG à St-Gall. Il est ensuite pendant plusieurs années copropriétaire et directeur de la société Ecopartner GmbH à St-Gall. Depuis 2001, il travaille à l'Empa où il dirige le groupe CARE (Critical Materials and Resource Efficiency). Depuis 2009, il est directeur de la commission technique de Swico Recycling et, depuis 2007, expert de l'organe de contrôle de Swico.



Roman Eppenberger

Roman Eppenberger obtient son diplôme d'ingénieur électricien à l'EPF de Zurich. Parallèlement à son travail, il suit une formation postgrade pour obtenir un diplôme d'Executive MBA à la Haute École spécialisée de la Suisse orientale. Il fait ses premières expériences dans l'industrie comme ingénieur et chef de projet dans la robotique médicale et pharmaceutique. C'est en tant que chef de produit qu'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 Technologie & Qualité. C'est dans cette fonction qu'il coordonne la commission technique de Swico/SENS en collaboration avec Heinz Böni.



Emil Franov

Après des études de sciences de l'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 Thiébaud

Après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur en environnement (spécialités: gestion des matières et technique d'élimination) à l'EPF de Zurich, Esther Thiébaud 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 nationaux et globaux en relation avec des technologies porteuses d'avenir et les matières correspondantes. Depuis 2012, Esther Thiébaud se consacre à sa thèse.



Dr. 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 quinze branches, conformément aux codes EAC, il accompagne des audits environnementaux et rédige des rapports d'impact sur l'environnement conformément à l'OEIE. Geri Hug établit également des comptes rendus et des analyses de risque conformément à l'OPAM, ainsi que des écobilans des entreprises et des produits et il valide des rapports sur l'environnement. Il 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 environnementale selon ISO 14001 chez SGS. Il est membre du groupe de travail CENELEC pour le développement de standards en matière de recyclage des appareils de réfrigération.



Flora Conte

Flora Conte possède un master en Sciences naturelles de l'environnement, spécialisation en Biogéochimie et Dynamique des Polluants de l'EPF Zurich. Depuis 2013, elle travaille dans le service Conseil environnemental de la société Carbotech AG. Elle dirige différents projets au niveau national et international dans des domaines tels que les énergies renouvelables, le recyclage ou l'entrepreneuriat. Membre depuis 2015 de la Commission technique SENS/Swico, elle exerce la fonction d'auditrice pour les entreprises de démantèlement et les centres de collecte SENS/Swico. Depuis 2016, Flora Conte effectue les audits des recycleurs SENS. Outre sa fonction de conseillère en environnement, elle s'investit également dans la création et la gestion de PME en Suisse et à l'étranger.



Anahide Bondolfi

Anahide Bondolfi possède un Bachelor en biologie et un Master en sciences naturelles de l'environnement de l'université de Lausanne. Son travail dans le domaine des DEEE a débuté en 2006 dans le cadre de sa thèse effectuée en Afrique du sud et rédigée en collaboration avec l'EMPA. Depuis 2007, elle exerce la fonction de conseillère en environnement. Elle dirige des projets au niveau national et international et est chargée, dans différents instituts, de cours portant notamment sur les déchets, les DEEE, l'approvisionnement durable et les ecolabels. Dans le cadre de projets internationaux, elle intervient en tant que coach et auditrice de recycleurs et d'entreprises de démantèlement (DEEE) à l'étranger. Depuis 2015, elle est membre de la Commission technique Swico/SENS. Elle effectue les audits des centres de collecte et entreprises de démantèlement partenaires des deux systèmes. Depuis 2016, Anahide Bondolfi est également chargée des audits des recycleurs SENS.



Rolf Widmer

Rolf Widmer obtient un diplôme d'ingénieur électricien (MSc ETH EE) et suit des études postgrade 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».

AUTEURS



Daniel Savi

Daniel Savi a obtenu son diplôme d'ingénieur en environnement à l'EPF de Zurich. Après ses études, il a travaillé chez SENS en tant que responsable de la division Centres de collecte puis en tant que responsable de l'assurance qualité. Sept années plus tard, il a intégré le Büro für Umweltchemie (bureau pour la chimie environnementale) en qualité de collaborateur scientifique. Depuis 2015, il est copropriétaire et directeur de la société Büro für Umweltchemie GmbH. Il s'occupe des risques sanitaires et des effets des activités de construction et de la valorisation des déchets sur l'environnement.



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 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. Depuis 2016, il est à la tête du département Technologie et Société.



Niklaus Renner

Niklaus Renner a étudié les 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 l'impact environnemental du recyclage des métaux usagés et des appareils en fin de vie. 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.

LIENS

Liens internationaux

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 seulement 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 15 systèmes de reprise européens et, depuis 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 de Saint-Gall fournit des informations générales et des notices sur différents thèmes et donne, à la rubrique «UmweltInfos» et «UmweltFacts», des informations sur des thèmes actuels.

www.ar.ch/afu

Le site Internet de l'Office de l'environnement du canton d'Appenzel Rhodes-Extérieures fournit des informations générales ainsi que des publications sur différents sujets ayant trait à l'environnement.

www.interkantlab.ch

Le site Internet du laboratoire intercantonal du canton de Schaffhouse fournit à la rubrique «Informationen zu bestimmten Abfällen» des renseignements complets sur le recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.umwelt.bl.ch

Le site Internet de l'Office pour la protection de l'environnement et l'énergie (AUE) fournit à la rubrique «Abfall/Kontrollpflichtige Abfälle/Elektroschrott» des informations sur le recyclage et la valorisation des matières premières issues des appareils électriques et électroniques.

www.zg.ch/afu

Le site Internet de l'Office pour la protection de l'environnement du canton de Zoug fournit à la rubrique «Abfallwirtschaft» des informations générales ainsi que des notices sur les déchets. L'Association des communes zougaises pour la gestion des déchets (ZEBA) fournit sur son site Internet www.zebazug.ch des informations détaillées sur la collecte des fractions de matériaux recyclables.

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

Koordination 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

Josefstrasse 218
8005 Zürich
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
Postfach 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 10: Flora Conte
Page 11: Roman Eppenberger
Page 12: Swico
Page 13: Rolf Widmer
Page 15: Daniel Savi
Page 18, 19: Heinz Böni
Page 22: Rolf Widmer
Page 25: Ueli Kasser



ClimatePartner[®]
klimaneutral

Druck | ID: 11789-1506-1002

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.

© 2017 Swico/SENS/SLRS

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

