

Swico, SENS, SLRS

Rapport technique 2013



Pionniers en Europe

La directive européenne DEEE II passe la vitesse supérieure en matière de recyclage des appareils électriques et électroniques. Par rapport à la version DEEE I, les taux de collecte prescrits sont beaucoup plus exigeants. A partir de 2016, en effet, 45% au moins des appareils vendus sur le marché national devront être recyclés. Les exigences seront encore renforcées en 2019, avant un taux obligatoire passant à 65%. Aujourd'hui, la Suisse ne prescrit pas de taux de collecte minimum. Cela veut-il dire que notre pays est à la traîne en matière de recyclage des appareils usagés? Peut-être, si l'on se base sur l'étendue des réglementations sur le papier. Mais si l'on considère les résultats des systèmes de récupération dans la réalité, la Suisse dispose de plusieurs longueurs d'avance par rapport à la plupart des pays de l'UE, puisque nous avons atteint un taux de collecte bien supérieur à 75 % en 2012.

Il faut dire qu'au regard du taux de collecte, les pays de l'UE n'ont pas la tâche facile par rapport à la Suisse: premièrement parce qu'il existe de fortes disparités culturelles qui, d'un pays à l'autre, facilitent ou compliquent la collecte séparée. Deuxièmement, parce que nos frontières sont moins ouvertes, ce qui permet aux services douaniers de mieux contrôler les exportations de marchandises. Troisièmement, n'ayant pas de littoral, nous n'avons pas de ports maritimes, par lesquels passent souvent les exportations illégales. Enfin, nous disposons d'un réseau de plusieurs milliers de centres de collecte, permettant au consommateur de rapporter facilement ses appareils usagés.

L'Europe est à plus d'un titre un élément de référence important pour les systèmes de récupération SENS, Swico et SLRS. Nous militons activement au sein du WEEE Forum, l'association européenne des systèmes de récupération, et nous avons également contribué à la mise en place d'un standard européen commun (WEEELABEX) qui deviendra très bientôt une norme CEN officielle obligatoire. Réjouissons-nous, non sans une certaine fierté, du fait que cette nouvelle norme ne sera pas réduite au plus petit dénominateur commun, mais souscrira aux exigences les plus élevées en matière de qualité.

En Suisse, dans la continuité des dernières années, la collaboration entre les trois systèmes sera renforcée dans les domaines opérationnels où des effets de synergie seront possibles. Les groupes d'intérêts qui travaillent avec les trois systèmes doivent en effet être interpellés tous ensemble ou, tout au moins, de façon globale. Les coûts s'en trouveront ainsi optimisés et nous ne pourrions pas être montés les uns contre les autres. C'est aussi pourquoi, l'an dernier, nous avons publié pour la première fois un rapport commun. Les retours ont été si positifs que nous avons décidé de faire de même cette année.

Jean-Marc Hensch
Swico

Patrick Lampert
Fondation SENS

Silvia Schaller
SLRS

SOMMAIRE

3	Fondation SENS, Swico et SLRS: compétence et durabilité
5	Objectif plastiques
7	Partenariat public-privé
9	Norme européenne pour l'élimination des appareils E+E – un standard d'origine suisse
12	Est-il rentable de récupérer les métaux critiques des déchets électroniques?
14	Les quantités traitées ont à nouveau augmenté
17	Recyclage des appareils de réfrigération: toujours pas de saturation du marché en vue
19	Valorisation des déchets contenant du toner
22	Le mercure dans les lampes à économie d'énergie
25	Energie solaire – Recyclage des cellules photovoltaïques
27	Elimination de l'électronique automobile
31	Liens, contacts, mentions légales

SENS, Swico et SLRS: compétence et durabilité

Depuis une vingtaine d'années, les trois systèmes de récupération SENS, Swico et SLRS assurent la récupération, la valorisation et l'élimination des appareils électriques et électroniques dans des conditions de préservation des ressources. L'augmentation des quantités reprises témoigne du succès des trois systèmes.

La Suisse ne compte pas moins de trois systèmes de récupération pour les appareils électriques et électroniques. La coexistence de ces systèmes a des raisons historiques. En effet, durant les premières années du recyclage institutionnalisé, des systèmes avaient été mis en place par secteur, afin de mieux répondre aux besoins spécifiques à chaque branche et d'assurer une plus grande proximité. Ce choix a également permis de lever les doutes initiaux quant à la participation à un système de récupération, aujourd'hui encore facultative. Selon la nature de l'appareil électrique ou électronique, la responsabilité de la reprise revient à Swico, à la Fondation SENS ou à la Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS).

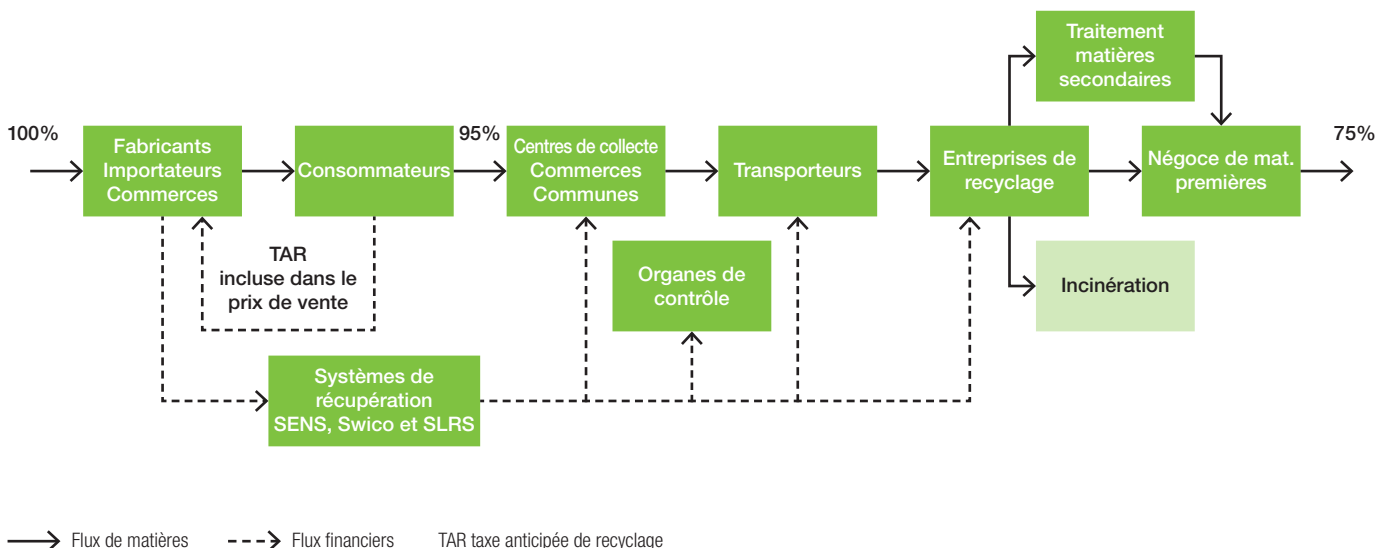
En 2012, plus de 129 000 t d'appareils électriques et électroniques usagés ont été recyclés via ces trois systèmes.¹ Ainsi, Swico, la Fondation SENS et la SLRS ont apporté une contribution majeure au recyclage de ressources précieuses dans le circuit économique. En assurant leur intégration au niveau européen, par exemple comme membres du WEEE Forum (Forum for Waste Electrical and Electronic Equipment), les trois organisations aident à redéfinir le recyclage des appareils électriques et électroniques, y compris à l'échelle internationale.

L'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA) oblige les commerces fabricants et importateurs à reprendre les appareils usagés gratuitement s'ils distribuent le même type d'appa-

reils. Pour pouvoir financer un recyclage durable et écologique des appareils électriques et électroniques dans des conditions de concurrence loyale, une taxe anticipée de recyclage est prélevée à l'achat de ces appareils (TAR). La TAR est un instrument de financement efficace, donnant à la Swico, à la Fondation SENS et à la SLRS les moyens de traiter les appareils de leur secteur et de relever les défis à venir.

¹ Il s'agit du volume correspondant aux flux de matières déclarés par les entreprises de recyclage. Il n'est pas identique au volume décompté conformément aux rapports d'activité ou aux rapports annuels de SENS et de Swico.

Organigramme des systèmes de reprise



Swico

Swico Recycling est un fonds spécial qui, au sein de l'association pour la Suisse numérique Swico, s'occupe exclusivement de la valorisation des appareils usagés à prix coûtant. L'activité de Swico a pour objet de récupérer les matières premières des appareils usagés et d'éliminer les substances nocives dans des conditions respectueuses de l'environnement. L'accent est mis sur les appareils des secteurs informatique, électronique grand public, bureautique, télécommunications, industrie graphique, métrologie et secteur médical, par ex. photocopieurs, imprimantes, téléviseurs, lecteurs MP3, téléphones portables, appareils photo, etc. La collaboration étroite entretenue avec l'Empa, un institut de recherche en sciences des matériaux et en technologies lié à l'EPF, permet à Swico d'imposer des standards de qualité élevés et uniformes dans toute la Suisse, pour toutes les prestations d'élimination et de recyclage.

Fondation SENS

La Fondation SENS est une fondation neutre et indépendante à but non lucratif, dont les prestations sont représentées par la marque SENS eRecycling. Elle se consacre principalement à la reprise, au recyclage et à l'élimination des appareils électriques et électroniques du secteur petit et gros électroménager, bricolage, jardinage, loisirs et jouets. Pour cela, la Fondation SENS travaille en étroite collaboration avec des réseaux spécialisés au sein desquels sont représentés les acteurs du recyclage des appareils électriques et électroniques. En coopération avec ses partenaires, la Fondation SENS s'engage pour que le recyclage de ces appareils se fasse dans le respect des principes économiques et écologiques. Durant l'année 2012, la Fondation SENS a réussi à augmenter la quantité de réfrigérateurs, congélateurs et climatiseurs recyclés, comme l'année précédente. Aucune saturation n'est à observer dans le volume des appareils de réfrigération recyclés.

Fondation SLRS

Le recyclage des lampes et luminaires est du ressort de la Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et luminaires (SLRS). La SLRS s'occupe d'organiser l'élimination des lampes et des luminaires à travers toute la Suisse. Pour financer ces activités, la SLRS finance un fonds pour les lampes et un autre pour les luminaires, financés par la TAR respective. Parmi les attributions de la SLRS figurent également la formation et la sensibilisation des acteurs du marché au recyclage des lampes et des luminaires, ainsi que l'information de tous les groupes d'intérêt. La SLRS entretient un partenariat étroit avec la Fondation SENS dans tous les domaines. En tant que partenaire contractuelle de la SLRS, la Fondation SENS assure ainsi la prise en charge opérationnelle de la collecte et du transport, mais aussi du recyclage, du contrôle et du reporting dans le domaine des lampes et des luminaires.

Objectif plastiques

Le sujet des plastiques a été au centre des préoccupations de la commission technique commune à Swico et à la Fondation SENS en 2012. Comme il ressort du rapport 2011, la valorisation des plastiques a fortement augmenté ces dernières années, ce dont on peut se réjouir. Environ 16 000 t de plastiques issus des appareils électriques et électroniques usagés ont été valorisés en 2011. Ce faisant, il faut veiller à ce que la valorisation soit conforme aux réglementations environnementales et aux directives techniques de Swico et de la Fondation SENS. C'est pourquoi les entreprises de valorisation ont fait l'objet d'une attention particulière en 2012.

Constituée de dix personnes, la Commission technique de Swico et de la Fondation SENS se réunit quatre fois par an pendant toute une journée. La réunion d'automne est complétée par une formation continue. Ces réunions permettent d'évoquer les résultats des audits et les questions apparues dans l'intervalle. De même, les directives techniques et leur application uniforme sont régulièrement au menu des discussions. Le cas échéant, les participants examinent l'opportunité d'aménager les réglementations et proposent les modifications ad hoc. Les participants décident également des repreneurs de deuxième rang (repreneurs de fractions issues du premier traitement auprès des partenaires de recyclage de Swico et de la Fondation SENS) qu'il convient d'auditer en supplément. En règle générale, un sujet prioritaire est fixé. En 2012, il portait sur les repreneurs de plastiques issus du traitement des appareils électriques et électroniques.

Contrôle des repreneurs de deuxième rang

Les partenaires de recyclage suisses doivent fournir chaque année à la CT Swico/SENS des indications détaillées sur les flux de matières, ces informations étant ensuite discutées et contrôlées à l'occasion des audits. Il est ainsi possible de savoir quelles fractions issues du premier traitement ont été écoulées vers quels partenaires de traitement (la plupart du temps étrangers). Cela permet à la

Commission technique d'identifier les nouveaux repreneurs. C'est ainsi qu'en 2012 deux nouveaux partenaires de traitement ont été identifiés et audités en Allemagne et aux Pays-Bas, après le contrôle d'une entreprise de transformation des plastiques en Autriche en 2011. Comme pour les audits des partenaires de recyclage suisses, les audits des repreneurs de deuxième rang ont pour but principal de contrôler la conformité avec la loi et le respect des directives techniques Swico/SENS. Cela comprend notamment le traçage et le contrôle des volumes spécifiés par les partenaires de recyclage suisses dans leurs déclarations de flux de matières. Les repreneurs de deuxième rang sont tenus de justifier qui sont les destinataires de leurs fractions. Il peut s'agir soit d'un fabricant de nouveaux produits, soit d'un autre transformateur en aval.

La distinction entre déchet et produit fait l'objet de critères bien spécifiques. Un déchet plastique ne peut devenir un nouveau produit que s'il répond aux exigences de l'ordonnance sur les produits chimiques REACH en Europe. Si le plastique est réutilisé dans un nouveau produit électrique ou électronique, il convient de respecter la directive européenne visant à restreindre l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les appareils électriques et électroniques (RoHS). En Suisse, ces dispositions sont réunies dans l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim). La législation porte notamment sur les retardateurs de flammes bromés, ainsi que sur

certaines métaux lourds. Les processus applicables en matière de traitement des plastiques doivent garantir le fait que les plastiques réintégrant le cycle des produits soient conformes aux exigences. Si une entreprise étrangère ne respecte pas les directives techniques Swico/SENS, le partenaire de recyclage suisse pourra se voir interdire la livraison à cette entreprise. Heureusement, c'est rarement le cas. La plupart du temps, les aménagements nécessaires sont marginaux et consignés dans le procès-verbal d'audit pour contrôle ultérieur. Le protocole d'audit est envoyé au partenaire de recyclage et à la Fondation SENS. Il n'est pas transmis à d'autres destinataires et les noms des repreneurs étrangers des partenaires de recyclage suisses ne sont pas communiqués, étant donné que leur sélection constitue une composante importante de la concurrence. Il est toutefois essentiel que le partenaire de recyclage suisse de Swico et de la Fondation SENS soit «... responsable du fait que les ateliers de démontage et repreneurs de fractions travaillant sous son mandat respectent les exigences fixées dans les directives techniques pour la transformation externe» (extrait des directives techniques).

Formation continue

La formation continue de la Commission technique a porté également sur les plastiques en 2012. L'écobilan du recyclage des déchets électriques et électroniques a été présenté et discuté. Les analyses scientifiques menées par l'Empa ont montré que la fourniture de plastiques secondaires issus du retraitement des déchets électriques et électroniques avait un impact trois fois moindre sur l'environnement que la fourniture du même volume de matières premières issues de plastiques primaires. Un intervenant extérieur, Chris Slijkhuis (anciennement MBA Polymers), a également expliqué l'importance et les risques de la valorisation des plastiques d'un point de vue européen global.



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 a travaillé comme collaborateur scientifique auprès de l'EAWAG Dübendorf. Après avoir été chef de projet à l'institut ORL de l'EPF Zurich et à l'UNICEF au Népal, Heinz Böni a pris la direction de la société Büro für Kies+Abfall AG à St-Gall. Il a ensuite été copropriétaire et gérant d'EcoPartner GmbH St-Gall. Depuis 2001, il est à l'Empa où il dirige le groupe «CARE-Critical Materials and Resource Efficiency», ainsi que le département Technologie et Société par intérim. Avant de prendre la direction de l'organe de contrôle technique de Swico en 2009, Heinz Böni était déjà contrôleur expert auprès de Swico et de la Fondation SENS depuis 2007.



Roman Eppenberger

Roman Eppenberger est ing. él. dipl. EPFZ. Dans le cadre d'une formation professionnelle en cours d'emploi, il a suivi des études postgrades d'Executive MBA à la Haute Ecole Spécialisée de l'est de la Suisse. Il a acquis sa première expérience dans l'industrie comme ingénieur et chef de projet dans le secteur de la «Robotique en médecine et en pharmacie». Au poste de responsable produit, il a rejoint le pôle Contactless de la société LEGIC (KABA), où il était chargé des achats de semi-conducteurs dans le monde entier. Roman Eppenberger est membre de la direction de la Fondation SENS depuis 2012 et dirige le secteur Opérations. A ce poste, il coordonne la Commission technique Swico/SENS aux côtés de Heinz Böni.

Partenariat public-ateliers de démontage

Les cantons d'Argovie, de Thurgovie et de Zurich ont chargé les systèmes de récupération d'assurer le contrôle des entreprises de recyclage et des ateliers de démontage des appareils électriques et électroniques. Ce modèle est avantageux pour toutes les parties prenantes. Outre l'intérêt d'épargner les ressources en personnel des cantons, les entreprises de recyclage et les ateliers de démontage sont reconnaissants de ne pas avoir à passer un audit (presque) identique de la part de deux institutions différentes. Il est donc utile de s'attarder sur cette forme de collaboration.

Pour garantir l'élimination écologique des appareils en fin de vie, les systèmes de récupération prennent sous contrat des entreprises d'élimination et les ateliers de démontage, ainsi que des centres de collecte. Ces organismes doivent posséder une autorisation cantonale de reprise et de traitement des appareils électriques et électroniques en vertu de l'art. 8 de l'ordonnance sur les mouvements de déchets du 22 juin 2005 (OMoD)¹. Ainsi, les systèmes de récupération assurent la mission qui, en vertu de l'art. 5 de l'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques du 14 janvier 1998 (OREA)², est assignée aux fabricants, importateurs et revendeurs de ces appareils. Le financement de l'élimination est assuré par une taxe anticipée de recyclage (TAR), prélevée de manière facultative sur les appareils neufs.

Le contrôle, au cœur des systèmes

Les systèmes organisent et contrôlent la reprise et l'élimination des appareils dans les règles de l'art. Parmi leurs principales missions figurent également la surveillance et le contrôle des entreprises d'élimination, sur la base des réglementations légales et des directives techniques adoptées à cet effet. Les contrôles englobent les entreprises de recyclage et les entreprises de démantèlement associées. Les organes de contrôle des systèmes de récupération procèdent à un audit au moins une fois par an auprès des récupérateurs. Ces derniers

sont responsables du fonctionnement ateliers de démontage auxquels ils sont liés contractuellement. Ceux-ci sont contrôlés en général tous les deux ans par les organes de contrôle. Dans les centres de collecte, les audits sont effectués par des collaborateurs des systèmes, formés à cet effet.

Missions de contrôle des pouvoirs publics

En vertu de l'art. 8 OMoD, les entreprises reprenant des appareils pour élimination, nécessitent une autorisation du canton dont relève le site. Cette autorisation spécifie le type d'élimination, ainsi que la nature et l'étendue des déclarations au sujet des appareils éliminés. De plus, elle peut inclure des contraintes spécifiques à l'entreprise, si cela est nécessaire pour garantir l'élimination des appareils dans le respect de l'environnement. Les principes d'exécution des contrôles répétitifs sont également fixés dans le cadre de cette autorisation.

Conformément à l'art. 43 de la loi sur la protection de l'environnement (LPE)³, les autorités exécutives peuvent confier à des corporations de bien public ou à des privés des missions d'exécution, en particulier de contrôle. Dans ce cas, la sous-traitance est légitime si une organisation privée dispose d'un savoir-faire en mesure de garantir l'exécution irréprochable des contrôles. Dans la mesure où les organes de contrôle technique des systèmes remplissent les conditions nécessaires, les cantons peuvent renoncer à effectuer eux-

mêmes les contrôles liés à l'autorisation d'exploitation des récupérateurs et des ateliers de démontage et confier ces contrôles aux systèmes de récupération.

Délégation de l'activité de contrôle

Dans ce cas, le canton charge ces systèmes de contrôler les entreprises de récupération et les ateliers de démontage possédant une autorisation conformément à l'art. 8 OMoD et étant partenaires contractuels de l'un des systèmes. Ces derniers s'engagent à effectuer les contrôles conformément aux spécifications contractuelles par l'intermédiaire de leurs organes de contrôle.

Il revient aux systèmes et à leurs organes de contrôle technique d'organiser les contrôles des entreprises de récupération et des ateliers de démontage.

Transparence totale pour les cantons

Les systèmes signalent au service cantonal compétent les dates des contrôles auprès des entreprises de récupération et des ateliers de démontage au moins quatre semaines avant la date d'audit, afin de lui permettre d'y participer le cas échéant. Un rapport est rédigé pour chaque contrôle à l'intention de l'entreprise et du service cantonal mandataire. Il y est fait état des manquements constatés, mais aussi des mesures engagées et du calendrier assorti. Le canton peut alors prendre position.

Il va de soi que les mesures relevant de l'autorité publique ne peuvent être prises qu'à l'initiative du service cantonal. Ce dernier se réserve le droit de prélever des échantillons administratifs auprès des entreprises subordonnées, ainsi que de prendre toutes dispositions relatives à des mesures d'assainissement ou à des dépôts de plainte. Le canton doit naturellement avoir accès aux dossiers

à tout moment, dans la mesure où il s'agit d'informations relevant de ses prérogatives. Les systèmes et leurs organes de contrôle sont soumis à l'obligation de réserve et aux dispositions en matière de protection des données applicables aux pouvoirs publics.

Les cantons ayant signé la convention définissent, conjointement avec les systèmes, des objectifs de performances et d'efficacité contrôlables. Les représentants des services cantonaux et ceux des systèmes de récupération se réunissent au moins une fois par an pour analyser les résultats des contrôles dans leur globalité et discuter d'éventuels aménagements des contrôles.

Maîtrise des coûts

Les coûts engagés par les organes de contrôle pour les contrôles des sites et la rédaction des rapports sont couverts par les taxes anticipées de recyclage prélevées par les systèmes, dans la mesure où ces contrôles ne dépassent pas le cadre des Directives techniques SENS et Swico.

Les surcoûts entraînés par les contrôles mandatés en supplément par le canton sont décomptés sur la base des taux horaires de la KBOB⁴. Les systèmes les facturent directement aux entreprises contrôlées.

Situation gagnant-gagnant

La délégation des missions de contrôle cantonales aux systèmes est avantageuse pour tous. D'abord parce que les entreprises subordonnées ne sont pas importunées par des contrôles répétés répondant à des objectifs identiques. Ensuite parce qu'elle permet aux cantons de se conformer à leur obligation de surveillance dans des conditions économiques et sans faire de concessions sur leurs droits souverains. Par ailleurs, les plus petits cantons profitent du fait que les systèmes disposent de spécialistes reconnus, ayant davantage de savoir-faire et une plus grande expérience dans ce domaine spécifique. Du point de vue des systèmes, il serait souhaitable que d'autres cantons optent pour cette forme de collaboration.



Jean-Marc Hensch

Jean-Marc Hensch est titulaire d'un diplôme lic. iur. (Master of Law) à l'université de Zurich et a passé son examen professionnel supérieur de conseiller diplômé (fédéral) en RP. Après plus de vingt ans passés comme cadre dans le secteur de la communication, il a pris la direction de l'association suisse gaz naturel et a suivi une formation de chargé de sécurité dans le secteur du gaz. Il est aujourd'hui directeur de Swico et président de la Commission environnement, responsable de toutes les activités de Swico Recycling. Sur son blog (jmhensch.wordpress.com), il traite notamment des questions d'actualité liées au recyclage des appareils électroniques usagés.

¹ http://www.admin.ch/ch/f/sr/c814_610.html

² http://www.admin.ch/ch/f/sr/814_620/index.html

³ http://www.admin.ch/ch/f/sr/c814_01.html

⁴ Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics KBOB; <http://www.bbl.admin.ch/kbob/>

Norme européenne pour l'élimination des appareils E+E – un standard d'origine suisse

Un projet de norme européenne CEN/CENELEC⁵ portant sur le traitement des appareils E+E en fin de vie est à l'étude depuis mars 2013. Il est actuellement soumis pour consultation aux organisations de normalisation nationales. Sans objections majeures de leur part, ce projet sera présenté aux commissions nationales pour validation au début du deuxième semestre et entrera en vigueur en février 2014 s'il est accepté.

Des origines suisses

Marquant l'aboutissement des efforts de normalisation pour l'élimination des appareils E+E usagés, ce projet a été inspiré par l'exemple suisse. En effet, dès les années nonante, la Fondation SENS et Swico ont commencé à formuler des exigences techniques et pratiques à l'égard de la qualité d'élimination des appareils usagés, dans le cadre des contrats passés avec les récupérateurs. Les systèmes de récupération existants en Suisse n'ont cessé d'améliorer leurs propres standards de qualité jusqu'à ce qu'ils les harmonisent en 2009. Une traduction en anglais a servi de base de travail au standard WEEELABEX, développé à partir du début de l'année 2009. Le projet WEEELABEX s'est largement inspiré de l'exemple suisse. Cofinancé par le fonds environnemental européen Life+, ce projet étalé sur quatre ans avait pour but de créer un standard européen. Le 1^{er} avril 2011, après deux ans de travail, la 9^e version du projet était adoptée par l'assemblée générale du WEEE Forum⁶, détenteur du standard WEEELABEX. L'adoption de la norme WEEELABEX a donné plus de poids au WEEE Forum. Les fabricants et les récupérateurs européens, ainsi que leurs associations, se sont sentis concernés et ont voulu faire valoir leur influence et leurs intérêts. Pour des raisons tactiques, le WEEE Forum a par conséquent décidé de lancer le standard WEEELABEX comme standard européen et l'a soumis il y a deux ans au Comité européen de normalisation CEN/CENELEC.

Histoire de la norme et de la réglementation

- 1998 Premières contraintes techniques en annexe au contrat d'élimination avec les partenaires, qui transforment et recyclent les appareils sous mandat de SENS
- 1998 Le Conseil fédéral suisse adopte l'OREA (Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques).
- 2000 L'Office fédéral de l'environnement édite une aide à l'exécution décrivant l'état de la technique en matière d'élimination des appareils E+E.
- 2003 L'UE se dote pour la première fois d'une réglementation unifiée avec la directive DEEE.
- 2004 Révision des directives de traitement Swico
- 2005 Une première révision majeure du standard SENS sous le titre «Easyrec» prend en compte les nouvelles évolutions.
- 2009 Les standards SENS et Swico sont fusionnés pour former les Directives techniques de traitement des déchets E+E.
- 2009 Le WEEE Forum commence à définir une norme européenne privée, basée sur la traduction en anglais des Directives techniques suisses.
- 2011 Le WEEE Forum adhère au Comité européen de normalisation dans le secteur CENELEC et plaide pour la création d'une norme européenne officielle à partir du WEEELABEX.

- 2012 La première révision de la directive DEEE de 2003 entre en vigueur à l'initiative de la Commission européenne.
- 2013 Le Comité européen de normalisation CENELEC reçoit de la Commission européenne le mandat officiel d'élaborer une norme sur l'état de la technique. Elle deviendra obligatoire pour tous les états membres de l'UE lors de la prochaine révision de la directive DEEE en 2016.
- 2013 La partie générale des séries de normes CENELEC a été mise en consultation sous le titre WEEE Treatment Standard EN50XXX-1, avant que les commissions de normalisation nationales statuent à ce sujet à l'automne 2013.

Peu de différences conceptuelles

De 2009 à aujourd'hui, les spécifications techniques formulées en Suisse ont subi de nombreuses transformations avant de devenir le standard WEEELABEX. Les textes ont été analysés, débattus et modifiés lors de dizaines de réunions en groupes de travail. Les réglementations du Comité européen de normalisation ont imposé certaines modifications structurelles. De plus, les normes européennes ne doivent pas contenir de référence directe à la conformité législative. Une norme ne doit pas répéter, ni modifier une disposition légale. Une norme doit formuler des exigences complémentaires à l'égard des services et produits, et surtout définir les méthodes et les procédures utilisées pour mesurer ces services. En dépit de ces modifications, les principes de base des prestations d'élimination restent les mêmes:

- Le récupérateur est responsable du respect des dispositions normatives, y compris par les entreprises qui transforment ses fractions. Cette obligation de surveillance s'applique jusqu'au recyclage ou à l'élimination des fractions.

Comparatif Europe-Suisse

Secteur	EN 50xxx-1 WEEE treatment standard	Critères techniques SENS/Swico
Conformité légale	Recommandation uniquement (CEN/CENELEC rules)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Obligation de traçabilité ■ Evaluation de la pertinence ■ Obligation d'enregistrement des documents
Obligations de management	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dans les faits un SGE (certification non requise) ■ Amélioration continue 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas de critères explicites ■ Responsabilités au sein de l'entreprise à définir clairement
Surveillance de la transformation externe	<ul style="list-style-type: none"> ■ Responsabilité fixée pour toutes les fractions jusqu'au statut End of Waste 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Responsabilité fixée dans le principe ■ Obligation de traçabilité des flux de matières ■ Obligation de traçabilité simplifiée pour les fractions métalliques
Formation	<ul style="list-style-type: none"> ■ Obligations de traçabilité différenciées selon le type de fraction ■ Obligations de formation générales ■ Contrôle de succès ■ Disponibilité des moyens auxiliaires ■ Instructions concernant la santé au travail 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas d'exigences générales ■ Formulation explicite pour la détection et le retrait des substances polluantes
Interdiction de mélange	Non prévu: traitement possible avec d'autres déchets	Traitement séparé des déchets électroniques par défaut (exceptions possibles)
Volumes de stockage limités	Moitié de la capacité annuelle pour les appareils entiers	< 20% du CA annuel pour appareils entiers (déclaration obligatoire sinon)
Protection intempéries	Principe très vague qui autorise de nombreuses interprétations	Obligation fondamentale, exceptions s'il y a justification de la conformité
Contenants	Obligation de décontamination	Aucune
Dépollution	Dispositions très détaillées en 2 annexes	Dispositions simplifiées, contenu globalement identique
Contrôle de dépollution	Valeurs cibles de l'essai par lots avec contrôle de plausibilité pour fonctionnement normal: batteries, condensateurs et circuits imprimés	Valeurs cibles uniquement pour les batteries et condensateurs de la comptabilité annuelle des matières
	Valeurs limites pour fraction RESH	Valeurs limites pour fraction RESH
Obligation d'incinération	Définition très vague avec exceptions dans les régions où il y a peu d'usines d'incinération	Formulation restrictive incluant les exportations
Taux R&R	Principe par lots: valeurs de la directive DEEE	Principe par lots: valeurs de la directive DEEE
Obligations d'enregistrement	Longue liste sans spécifications ou presque (Annual mass balance)	Moins d'obligations, mais plus spécifiées (comptabilité des matières)

⁵ CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization, Bruxelles

⁶ Le WEEE Forum est l'association européenne des systèmes collectifs de récupération. Il regroupe 40 systèmes dans 21 pays. En Suisse, les associations affiliées sont SLRS, Swico et SENS.

- La dépollution exigée par la loi est spécifiée plus en détail et contrôlée quantitativement à l'aide de valeurs cibles et de valeurs limites de substances polluantes dans les fractions issues du traitement des appareils.
- Les taux de recyclage et de valorisation exigés dans la directive européenne sont calculés dans le cadre d'un essai par lots faisant l'objet de spécifications unifiées et basé sur l'expérience accumulée par la Suisse.

Au bout du compte, l'objet de ces normes est le même: limiter l'impact sur l'environnement et sur la santé et maximiser la production de matières brutes secondaires de haute qualité.

Des différences de taille dans les détails

Il n'est pas vraiment simple de comparer deux normes reposant sur des structures différentes. Le tableau de la page précédente tente de synthétiser les divergences entre le standard CENELEC à l'état d'ébauche et le système suisse. Ainsi l'ébauche CENELEC élabore et formalise davantage les obligations de management et de formation des responsables au sein des entreprises de récupération que ce n'est le cas dans les réglementations suisses. Alors que le traitement mixte des déchets E+E avec d'autres déchets est toléré en Europe, cette possibilité est proscrite en Suisse. De même, les volumes de stockage maximum et la protection des appareils stockés contre les intempéries sont moins contraignants dans la norme européenne. En contrepartie, les objectifs quantitatifs pour la dépollution des batteries et des condensateurs ont été étendus aux circuits imprimés. La faisabilité de cette mesure est toutefois discutable à la lumière de l'expérience suisse. Enfin, la situation en matière d'élimination des déchets en Europe se reflète également dans cette norme. Le principe d'obligation d'incinération des déchets combustibles est certes maintenu en Europe. Mais le seul fait qu'il n'y ait pas suffisamment de capacités d'incinération, non seulement dans de nombreux pays du Sud ou de l'Est de l'Europe, mais aussi en France et en Angleterre, implique d'assortir la norme européenne de réglementations d'exception.



Groupe de travail WEEELABEX chargé de développer le standard en 2010, avec le soutien du fonds européen Life+

La norme doit être ancrée dans la loi

Même si les différences sont indéniables dans les détails, il faut garder à l'esprit que les avantages d'une norme bien conçue et répondant à des objectifs louables l'emportent sur les inconvénients. Cette année, la Commission européenne a chargé officiellement le comité européen de normalisation CENELEC d'élaborer des normes pour tous les types d'appareils et technologies de transformation dans le domaine des déchets électriques et électroniques. Il en résulte une série de normes dont la première et la plus importante est actuellement en phase de consultation. Les premières normes de cette série devraient être ancrées dans la loi de manière contraignante dès la prochaine

révision de la directive DEEE en 2016. Ainsi, l'initiative et les efforts entrepris par la Fondation SENS et Swico ces 20 dernières années auront eu des répercussions directes sur l'orientation de la législation européenne. Même si la Suisse ne s'est pas engagée à appliquer le droit européen dans le domaine des déchets, les systèmes de récupération suisses reprendront à leur compte les normes CENELEC. Tout au long du processus de développement, celles-ci sont restées quasiment intactes dans leur intention. De plus, les frontières s'ouvrent de plus en plus à l'intérieur de l'Europe, y compris pour les déchets, ce qui appelle une uniformisation des règles de chaque côté des frontières.



Ueli Kasser

Chimiste, dipl. en chimie/lic. phil. nat. à l'université de Berne et à l'EPF Zurich, ainsi que cours postgrades (formation postgrade INDEL sur les pays en développement). D'abord freelance dans le domaine de la radioécologie, de l'écotoxicologie et de l'hygiène du travail, il est devenu copropriétaire de ökoscience, un institut de conseil en écologie appliquée à Zurich, puis chef de projet dans le domaine de l'hygiène de l'air, du conseil environnemental et de l'écotoxicologie. Ueli Kasser est propriétaire du «büro für umweltchemie» à Zurich, spécialisé dans le conseil en sécurité chimique, déchets, écologie des matériaux de construction et qualité de l'air intérieur. En plus d'enseigner, il est auditeur pour les systèmes de gestion environnementale ISO 14001. Depuis le milieu des années 90, il est expert en contrôle des entreprises de récupération auprès de SENS. Il a élaboré les standards et les directives pour les activités de contrôle. Il représente SENS au sein de la fédération européenne et il est consultant pour le projet WEEELABEX.

Faut-il récupérer les métaux critiques des déchets électroniques?

Sources de matières premières secondaires, les déchets électriques et électroniques constituent un enjeu social et économique important. En Suisse, ces déchets sont collectés et valorisés depuis plus de quinze ans. Dépassant un volume annuel de 120 000 t, ils permettent surtout de récupérer des métaux de base et des métaux précieux. Cependant, les métaux rares ou les métaux critiques se retrouvent souvent perdus. Le projet OFEV/Swico «e-Recmet» vise à définir les critères techniques et organisationnels nécessaires à la récupération des métaux critiques dans les déchets électroniques à l'avenir.

Les appareils électriques et électroniques que nous utilisons au quotidien renferment des métaux de base comme le plomb, le zinc ou l'aluminium, mais aussi toute une série de métaux rares indispensables au fonctionnement des appareils high-tech. En plus des métaux précieux comme l'or, l'argent ou le palladium, des éléments moins connus jouent un rôle central, parmi lesquels l'indium, le tantale ou les métaux des terres rares. L'indium, par exemple, est utilisé pour fabriquer la couche conductrice transparente des écrans plats. Les métaux de terres rares néodyme, dysprosium et praséodyme entrent dans la fabrication des aimants permanents à base de néodyme-fer-bore qui équipent les disques durs et les lecteurs optiques. Le tantale se retrouve dans les mini-condensateurs à haute capacité, par ex. dans les téléphones portables. Tous ces métaux ont en commun de ne pas pouvoir être récupérés avec les méthodes existant actuellement. Cela tient premièrement à la nature des processus de traitement manuel et mécanique, orientés vers la décontamination des substances et la récupération de matières traditionnelles telles que l'aluminium, le fer, le cuivre ou l'or. Deuxièmement, même s'il a fortement augmenté ces dernières années, le prix de ces métaux reste toujours trop faible et trop instable pour que la récupération soit intéressante économiquement. Cependant, il y a lieu d'examiner de plus près les possibilités de récupérer ces métaux en plus grande quantité, et ce pour trois rai-

sons: leur approvisionnement est considéré comme critique à l'avenir, il s'agit de matières premières non renouvelables dont nous serions privés en l'absence de récupération et une partie significative de la production annuelle mondiale de ces métaux est dévolue au secteur électrique et électronique.

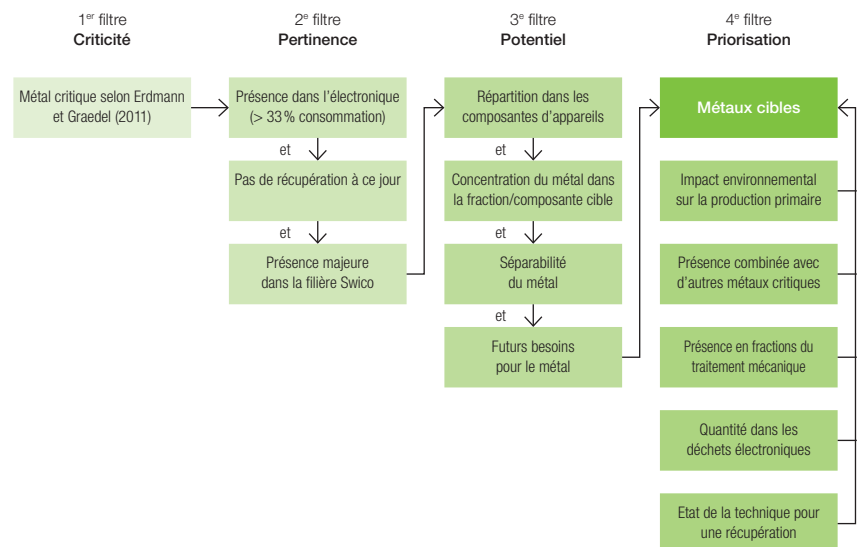
C'est pour cette raison que le projet de «recyclage des métaux critiques dans les déchets électroniques (E-RECMET)» a été lancé l'an dernier, avec le financement de Swico et l'aide technologique de l'OFEV. Le projet entend répondre à deux

questions complémentaires: quelles sont les conditions nécessaires pour assurer la récupération des matériaux critiques d'un point de vue technique et quelles sont les implications de cette récupération pour le système de gestion de Swico? Autrement dit: la TAR peut-elle et doit-elle subvenir financièrement à la récupération de ces métaux critiques et quelles en seraient les conséquences d'un point de vue économique?

Screening des métaux critiques dans les déchets électroniques

Ce projet démarré en janvier 2013 est mené par l'Empa, en collaboration avec l'Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik Umtec de la Haute Ecole de Rapperswil et la Ingenieurunternehmung Ernst Basler + Partner AG à Zurich, en coopération avec les entreprises de récupération Swico. Dans un premier temps, le projet prévoit d'examiner à la loupe la situation des métaux critiques dans les dé-

Fig. 1: Méthode de sélection des métaux critiques



chets électroniques. Cet état des lieux se basera sur des études et des analyses portant sur les flux de matières – passés et à venir – des appareils électriques et électroniques, et des indications sur la composition des appareils. Dans la mesure où il est impossible de traiter le sujet de la récupération pour tous les métaux critiques, le projet se limitera d'abord à deux métaux critiques. Les enseignements qui seront retirés des études relatives aux deux métaux devront être le plus complémentaires possible.

La figure 1 montre le procédé utilisé pour le choix des métaux. En se basant sur les métaux critiques présents dans les déchets électroniques, ainsi que sur les «minerais de la guerre»⁷ (or, tantale, étain et tungstène), on ne trouve pas moins de 36 éléments figurant dans le tableau périodique. En ne gardant que les éléments pertinents au regard des flux Swico, il en reste treize. Sur ces treize, huit présentent un potentiel plus élevé pour la récupération: l'indium, le ruthénium et l'yttrium, ainsi que cinq métaux de terres rares, à savoir le dysprosium, le gadolinium, l'holmium, le néodyme et le praséodyme. Après hiérarchisation des priorités entre ces huit métaux, l'indium et le néodyme apparaissent comme les métaux les plus appropriés pour les besoins de l'étude.

Indium et néodyme

Les deux éléments sélectionnés pour l'étude sont présents en grandes quantités dans les volumes traités par Swico Recycling. Selon l'organisme allemand Öko-Institut, un ordinateur portable contient en moyenne 2 g de néodyme. Avec 359 000 ordinateurs portables éliminés en 2012, cela représente 754 kg de néodyme pour cette seule catégorie d'appareils. Au total, la quantité de néodyme se chiffre en tonnes. Pour l'indium, on table sur 0,7 g/m² d'écran, ce qui représente plus de 50 kg par an.



Fig. 3: Panneau LCD avec oxyde d'indium-étain

Et ensuite?

Les deux études de cas «indium» et «néodyme» vont maintenant être détaillées dans le cadre du projet. Des projections de quantités plus précises seront réalisées et une stratégie d'échantillonnage et de traitement sera préparée pour les analyses chimiques. Ces travaux permettront d'avoir une idée plus exacte des quantités et des indications de composition pour concevoir les deux études de cas. Des essais de traitement seront menés au deuxième semestre 2013, avec des analyses sur différentes fractions en vue de connaître leur teneur en indium et en néodyme.

Dans un deuxième temps, nous chercherons à savoir quel est l'impact environnemental de la récupération du néodyme et de l'indium dans les appareils, comparé à leur production dans les mines de Chine, par exemple.

Enfin, nous calculerons de combien il faudrait augmenter la taxe anticipée de recyclage (TAR) pour que la récupération des métaux critiques que sont l'indium et le néodyme soit financièrement intéressante.

Ce projet sera bouclé à l'automne 2014. Nous disposerons alors de toutes les informations pour savoir si la récupération des métaux critiques dans les déchets électroniques est techniquement faisable et économiquement rentable et nous pourrions, le cas échéant, engager les mesures nécessaires dès 2015.



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 a travaillé comme collaborateur scientifique auprès de l'EAWAG Dübendorf. Après avoir été chef de projet à l'institut ORL de l'EPF Zurich et à l'UNICEF au Népal, il a pris la direction de la société Büro für Kies+Abfall AG à St-Gall. Il a ensuite été copropriétaire et gérant d'EcoPartner GmbH St-Gall. Depuis 2001, il travaille à l'Empa où il dirige le groupe «CARE-Critical Materials and Resource Efficiency», ainsi que le département Technologie et Société par intérim. Avant de prendre la direction de l'organe de contrôle technique de Swico en 2009, Heinz Böni était déjà contrôleur expert auprès de Swico et de la Fondation SENS depuis 2007.



Patrick Wäger

Après des études de chimie à l'EPF Zurich et une thèse à l'Institut de toxicologie de l'EPF et de l'université de Zurich, Patrick Wäger a été conseiller environnement chez Elektrowatt Ingenieurunternehmung Zurich pendant deux ans. Depuis, il a participé comme collaborateur scientifique et chef de projet à l'Empa à de nombreux projets de recherche sur l'élimination des déchets et la récupération des matières premières dans les produits en fin de vie. Il a également travaillé comme expert en contrôle pour SENS et Swico et, à titre provisoire comme Lead Auditor pour les systèmes de gestion environnementale selon ISO 14001. Patrick Wäger est chargé de cours en gestion environnementale et gestion des ressources. Il est notamment membre de la Société Académique Suisse pour la Recherche sur l'Environnement et l'Écologie (SAGUF). Ses travaux actuels portent principalement sur la recherche de stratégies pour un usage plus durable des matières premières non renouvelables, notamment des métaux rares.

⁷ Les minerais de la guerre sont issus de régions en guerre

Les quantités traitées ont à nouveau augmenté

La quantité d'appareils E+E recyclés a augmenté de 10 % par rapport à l'année précédente. La qualité élevée du recyclage se traduit par un taux de valorisation des matières récupérées à hauteur de 75 %.

En 2012, la quantité d'appareils E+E traités par les récupérateurs SENS et Swico a augmenté de plus de 10 000 t par rapport à l'année précédente pour passer à 129 100 t (tableau 1, figure 1). Comme en 2011, les appareils enregistrant la plus forte progression (16 %) ne figurent pas dans les listes de l'ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques (OREA). Il s'agit d'appareils utilisés dans l'industrie, l'artisanat ou les hôpitaux. Cette forte hausse provient d'une augmentation des commandes de l'industrie qui sont décomptées directement entre les partenaires SENS/Swico et les partenaires industriels. Les petits électroménagers connaissent également une forte progression

(15 %). Alors qu'il avait stagné, voire régressé l'année d'avant, le traitement des appareils électroniques et des gros électroménagers est reparti à la hausse (8 % et 9 %). C'est le secteur des appareils de réfrigération, de congélation et de climatisation qui a le moins augmenté (4 %). Seul le volume de sources lumineuses a connu une régression, en raison de problèmes techniques liés au traitement des lampes à économie d'énergie. Ces lampes n'ont pas été traitées dans certains établissements, mais simplement entreposées en attendant la mise en place de nouveaux procédés de traitement.

Extraction des matières premières et dépollution

Au cours du processus de recyclage, les appareils sont séparés manuellement et mécaniquement en fractions (matières valorisables et substances nocives). L'activité manuelle joue un rôle important dans le tri et le retrait des composants précieux ou contenant des substances nocives. La figure 2 révèle la composition exacte des fractions issues des 129 100 t d'appareils traités. Les fractions sont composées essentiellement de métaux (55%), mais aussi de plastiques (14%), de mélanges métal-plastique (12%) et de tubes cathodiques issus de vieux moniteurs et téléviseurs (9%). Les circuits imprimés (qui contiennent des matières particulièrement précieuses) et les substances nocives ne représentent que 1 à 2 % des volumes traités. Les quantités des différentes fractions n'ont pas ou peu évolué par rapport à 2011. Le volume

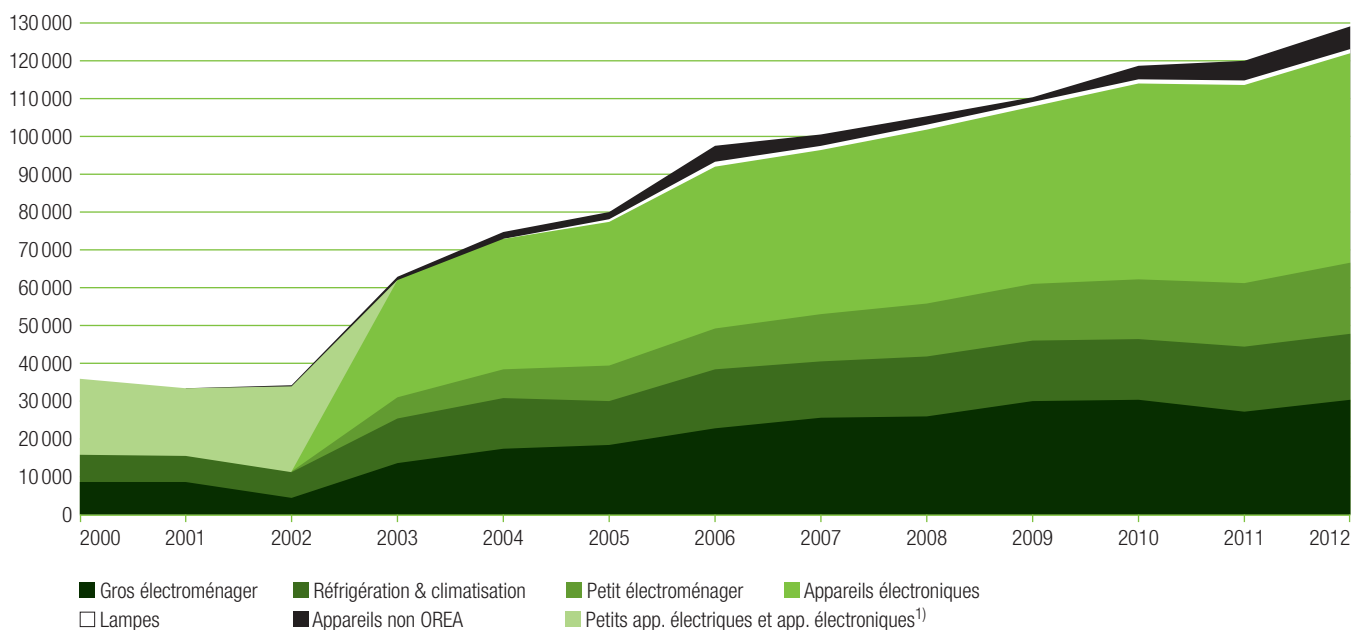
Tableau 1: Total des appareils électriques et électroniques traités en Suisse issus du recensement des matières (en t)

Année	Gros électroménager	Réfrigération et climatisation	Petit électroménager	Appareils électroniques	Sources lumineuses	Appareils non soumis à l'OREA	Total tonnes/an
2000	9600	6900	total 19800				36300
2001	9600	6700	total 17500				33800
2002	5600	6400	total 22300			300	34600
2003	14600	11600	5400	30200		800	62600
2004	18100	13100	7500	33700		1800	74200
2005	19100	11400	9300	37200	420 ¹⁾	1900	79320
2006	23400	15300 ²⁾	10700	41800	1100	4200	96500 ²⁾
2007	26100	14500	12300	42500	1110	2900	99410
2008	26800	15100	13800	45000	1130	2300	104130
2009	30400	15300	14900	47300	1100	1200	110200
2010	30700	15900	15400	50700	1130	3500	117400
2011	27800	16800	16300	51300	1110	5200	118500
2012	30300	17500	18800	55500	960	6000	129100
Evolution par rap. à 2011	9%	4%	15%	8%	-13%	16%	9%

¹⁾ Pour 2005, seuls cinq mois sont pris en compte depuis l'introduction de la taxe anticipée de recyclage (TAR) le 1^{er} août 2005.

²⁾ Pour les appareils de réfrigération, 1300 t d'appareils professionnels ont été recensées en plus des appareils ménagers en 2006.

Fig. 1: Evolution de la quantité d'appareils traités en Suisse (en tonnes)



¹⁾ Jusqu'en 2002, les petits appareils électriques et les appareils électroniques étaient comptés ensemble

total de matières nocives est en recul par rapport à l'année précédente, preuve que la teneur en matières polluantes des appareils E+E diminue globalement. Depuis quelques années, l'amélioration continue du tri des appareils amiantés se traduit par une augmentation de la quantité d'amiante extraite par les récupérateurs. De même, les batteries, le CFC et les huiles affichent une légère hausse. Si la quantité de substances nocives dans les appareils E+E peut sembler faible (environ 1100 t), il ne faut pas oublier pour autant que la dépollution est l'une des tâches les plus impor-

tantes d'un récupérateur SENS-Swico avec l'extraction des matières premières.

Un taux de valorisation toujours élevé

En 2012, le taux de valorisation des matières récupérées dans les appareils E+E s'élevait encore à 75%. De plus, les différentes fractions métalliques pouvant être envoyées directement par les récupérateurs dans le commerce de métaux pour être ensuite fondues, représentaient la plus grande fraction valorisable. La part des plastiques valorisés

a augmenté au cours des dernières années et s'élevait à 75% en 2012. Les mélanges métal-plastique de haute qualité sont séparés à l'étranger en fractions purement plastiques et métalliques selon des procédés sophistiqués. Il est alors possible de réutiliser les métaux et parfois les plastiques. Les données à notre disposition ne permettent pas de déterminer le taux de valorisation effectif étant donné que les parts de métal et les parts de plastique varient fortement en fonction du procédé utilisé pour le premier traitement. Les fractions de verre (verre d'écran, verre plat et verre is-

Fig. 2: Composition des fractions générées en % en 2012

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

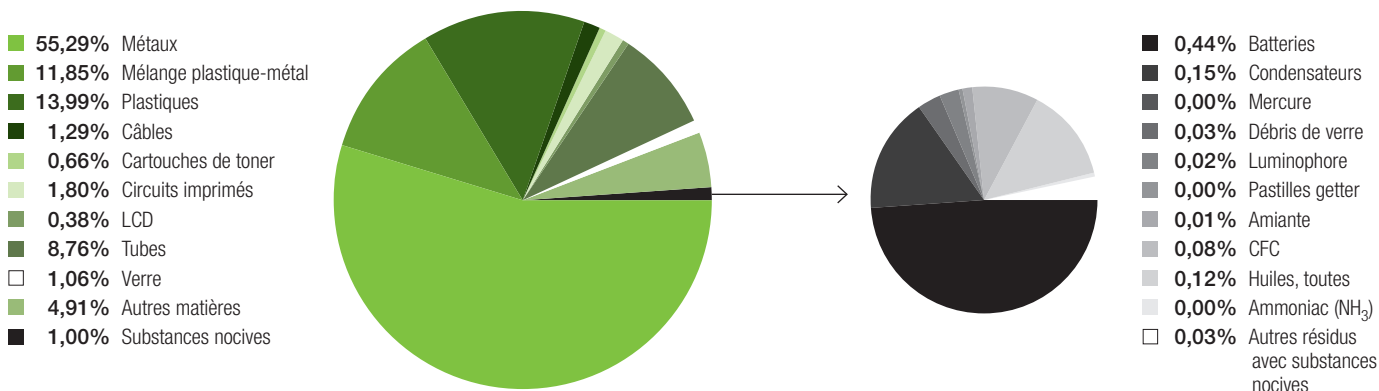


Tableau 2: Volumes Swico collectés et composition par type d'appareil

	Quantité ³⁾ (en milliers)	Poids moyen (en kg)	Métaux (en tonnes)	Plas- tiques (en tonnes)	Mélange plastique- métal (en tonnes)	Câbles (en tonnes)	Modules verre et/ou LCD (en tonnes)	Circuits impr. (en tonnes)	Subst. nocives (en tonnes)	Autres ⁴⁾ (en tonnes)	Total (en tonnes)	+/- par rapport à 2011
Ecrans PC CRT	302	18,17	805	1092	521	141	2399	503	0,30	25	5486	4%
Ecrans PC LCD	406	6,23	1080	604	-	10	636	176	8,2	12	2525	8%
PC/serveurs	338	15,06	4192	293	14	156	-	424	16	-	5096	-6%
Ordinateurs portables	359	3,55	387	360	130	6,5	112	186	88	5,3	1275	33%
Imprimantes	492	10,63	1855	2815	322	29	36	92	1,6	85	5235	12%
Gros copieurs/gros appareils	46	1212,00	3075	252	1983	98	4,3	54	47	108	5621	2%
NTIC mixte ¹⁾	398	10,51	2281	174	1504	73	1,5	37	34	76	4181	3%
Téléviseurs CRT	575	28,84	1633	3388	551	58	10713	203	16	9	16570	-2%
Téléviseurs LCD	55	35,63	812	292	-	39	506	240	18	68	1976	31%
EGP mixte ²⁾	2384	4,51	5866	447	3869	188	3,8	96	88	195	10754	5%
Téléphones portables	498	0,14	11	25	-	-	3,7	16	14	-	70	10%
Téléphones autres	1081	2,13	1255	96	827	40	0,8	21	19	42	2300	3%
Photo/vidéo	284	0,49	75	5,8	50	2,4	0,048	1,2	1,1	2,5	138	18%
Dentaire											67	6%
Total en tonnes			23327	9844	9771	842	14417	2048	351	627	61295	3%
Total en pour-cent			38,1%	16,1%	15,9%	1,4%	23,5%	3,3%	0,6%	1,0%		

1) Appareils NTIC, mélangés, sans moniteurs, PC/serveurs, ordinateurs portables, imprimantes, gros photocopieurs, gros appareils

2) Electronique grand public, mélangé, sans téléviseurs

3) Extrapolation

4) Emballages et autres déchets, cartouches de toner

sus des sources lumineuses) sont également valorisées, ainsi que les câbles, les circuits imprimés et les batteries.

Un recensement détaillé pour les appareils électroniques

Grâce aux analyses de panier détaillées et à des essais de traitement ciblés sur des groupes de produits donnés, Swico est en mesure de ventiler encore plus précisément les volumes d'appareils électroniques repris, ainsi que leur composition (tableau 2). En 2012, Swico a repris 61 295 t d'appareils électroniques, soit 3% de plus qu'en 2011. Avec +30% chacun, les ordinateurs portables et les téléviseurs LCD sont les appareils dont le volume a le plus augmenté, cette tendance se dessinant depuis quelques années pour les téléviseurs LCD. Les imprimantes ont été reprises à un taux 12% supérieur à celui de 2011. Accompagnant la hausse des ventes de smartphones en 2012, le recyclage des portables a augmenté de 10%. Alors qu'aucun écran CRT n'est plus vendu depuis longtemps, les retours se maintiennent à un niveau élevé ces dernières années. Cela peut provenir de la durée d'utilisation très longue des écrans à tube, mais il est également possible que bon nombre de ces appareils aient été entreposés en fin de vie et qu'ils soient mis au recyclage plus lentement que prévu.

La composition est déterminée par des essais de traitement menés auprès des récupérateurs suisses et suivis par l'Empa. Un volume d'appareils défini au préalable a été collecté et traité, puis les fractions récupérées ont été documentées. Dans la mesure où la composition varie fortement d'un groupe de produits à l'autre, les essais de traitement livrent des informations importantes et ins-

tructives. On sait ainsi que les PC et serveurs présentent la proportion de métal la plus élevée, les imprimantes contiennent beaucoup de plastique, les écrans et téléviseurs CRT sont composés principalement de verre et les téléphones portables ont le plus de circuits imprimés contenant des métaux précieux (or, argent, palladium).



Esther Müller

Après une formation d'ingénieur en environnement spécialisé dans le bilan de matières et les techniques d'élimination à l'EPF Zurich, Esther Müller a travaillé comme cheffe de projet sur les sites contaminés chez BMG Engineering SA à Schlieren. Depuis 2007, elle est collaboratrice scientifique du groupe CARE (Critical Materials and Resource Efficiency) de l'Empa dans le domaine de l'analyse et de la modélisation des flux de matières nationales et mondiaux, en relation avec les technologies d'avenir et les matières contenues. Esther Müller travaille sur sa thèse depuis 2012.



Geri Hug

Après des études de chimie et une thèse à l'Institut de chimie organique de l'université de Zurich, Geri Hug a été collaborateur scientifique et chef de projet chez Roos+Partner AG à Lucerne. Il a été partenaire de Roos+Partner AG de 1994 à 2011 et son directeur à partir de 1997. Outre ses activités de conseil environnemental dans 15 branches (codes EAC), il suit des audits environnementaux et les études d'impact sur l'environnement selon OEIE. Geri Hug rédige également des rapports et des analyses de risque selon OPAM, des écobilans d'exploitation et de produit et valide des rapports sur l'environnement. Il est contrôleur mandaté de SENS pour le secteur des appareils électriques et électroniques et Lead Auditor pour les systèmes de gestion environnement ISO 14001 auprès de SGS. Il est membre du groupe de travail CENELEC pour le développement de standards en matière de recyclage des appareils de réfrigération.

Recyclage des appareils de réfrigération: toujours pas de saturation du marché en vue

Le nombre d'appareils des appareils de réfrigération traités continue d'augmenter. Un nouveau record a été atteint en 2012 avec 17 500 t (+ 4 %). Les quatre installations disponibles ont traité plus de 300 000 appareils au niveau 1 (aspiration du fluide frigorigène hors du compresseur) et au niveau 2 (extraction du gaz propulseur hors de l'isolant PU). Comme les dernières années, une faible partie des appareils (3 %) a été recyclée dans une installation à l'étranger.

Pertinence du traitement des appareils

L'objectif ambitieux d'une récupération à 90 % du fluide frigorigène et du gaz propulseur est significatif à deux points de vue: d'abord parce qu'il s'agit de retirer les CFC présent dans les compresseurs et les mousses isolantes PU et de les détruire de manière contrôlée, compte tenu de leur nocivité pour la couche d'ozone. Ensuite, parce que ces substances ont un potentiel d'effet de serre entre mille et dix mille fois supérieur à celui du CO₂. C'est également pourquoi la récupération et la combustion à haute température des fluide frigorigènes et gaz propulseurs sont déterminantes pour la protection de l'environnement, de même que leur conversion en CO₂, moins nocif en termes de réchauffement, ainsi qu'en eau et en acides ou en sels.

Fluides frigorigènes et gaz propulseurs remplacés depuis 1994

Les mesures de protection de l'environnement et de lutte contre le réchauffement visent également la fabrication des appareils neufs depuis le milieu des années nonante. Le remplacement progressif du fluide frigorigène CFC-12 par le HFC-134a – sans impact sur la couche d'ozone, mais agissant sur le climat – et à terme par l'hydrocarbure isobutane, inoffensif dans les deux cas, a été décidé dans le cadre d'accords internationaux (convention de Vienne et protocole de Montréal). Le remplacement

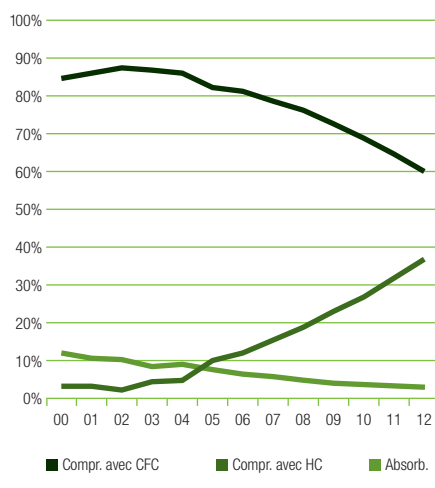
des gaz propulseurs a été beaucoup plus précoce et rapide, puisque le CFC-11 a été abandonné directement au profit de l'hydrocarbure cyclopentane, sans impact sur la couche d'ozone et qui présente l'avantage d'avoir un potentiel d'effet de serre négligeable.

L'application décalée dans le temps des mesures de remplacement au niveau de la fabrication se ressent au stade du recyclage: au niveau 1, la part des compresseurs traités fonctionnant à l'hydrocarbure augmente continuellement depuis 2003. Au niveau 2, cette hausse est à noter depuis 2000 sur les boîtiers d'appareils à mousse HC.

Compresseurs CFC en baisse

Si 65 % des systèmes frigorifiques valorisés en 2011 étaient de type CFC, ils n'étaient plus que 60 % en 2012. Dans le même temps, la part des compresseurs HC est passée de 31 à 37 %. Les systèmes de réfrigération à absorption contenant de l'ammoniaque ont diminué de 4 à 3 %. L'équilibre entre compresseurs CFC et HC devrait survenir d'ici deux à quatre ans –> Fig. 1.

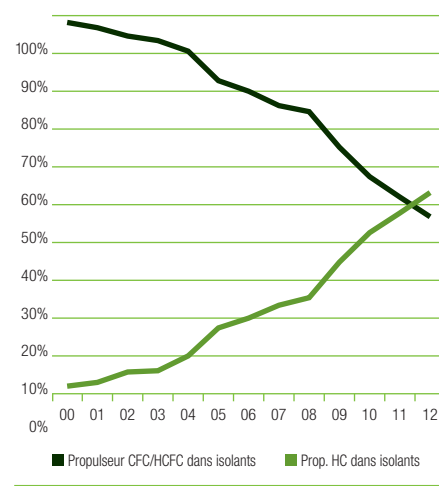
Fig. 1: Evolution des types d'appareil traités au niveau 1 (compresseurs avec CFC et HC, systèmes à absorption contenant de l'ammoniaque)



Plus d'appareils de réfrigération à mousses HC

Le recul des boîtiers à mousse CFC se poursuit inexorablement. En 2012, leur part est descendue pour la première fois sous la barre des 50 % à 47 %. Et le pronostic formulé dans le dernier rapport s'est vérifié: les boîtiers à mousse HC (cyclopentane) représentent désormais la majorité des appareils traités (53 %) –> Fig. 2.

Fig. 2: Evolution des types d'appareil traités au niveau 2 (isolants PU à mousse CFC et HC)



Très léger recul des volumes récupérés

Les quantités de fluide frigorigène récupérées ont très peu varié au cours des dernières années, avec une moyenne s'établissant à 100 g par compresseur. En 2012, le chiffre était de 95 g. Ce léger recul pourrait traduire une réduction spécifique du volume de fluide frigorigène (les compresseurs HC contiennent beaucoup moins de fluide frigorigène); en effet le nombre d'appareils traités au niveau 1 est resté quasi inchangé par rapport à l'année précédente. Cette supposition ne pourra être confirmée que dans les prochaines années. Avec une moyenne de 214 g d'huile par compresseur, l'aspiration reste à un niveau d'efficacité constant → Fig. 3.

Le tableau est similaire pour la récupération des mélanges de fluides frigorigènes. Contrairement à l'évolution imprévisible dans le temps de la courbe des fluides frigorigènes, les gaz propulseurs affichent depuis douze ans déjà une tendance marquée à la baisse des volumes relatifs récupérés par kilogramme de mousse d'isolation PU. La moyenne des récupérateurs a obtenu un chiffre de 58 g par kilogramme de PU en 2012, contre 60 g en 2011 (fig. 4). Ce recul s'explique par le poids spécifique moindre du cyclopentane par rapport au CFC-11. Cette tendance à la baisse va se poursuivre et la qualité minimale récupérée se stabilisera à terme aux alentours de 40-45 g de propulseur. Ce pronostic est basé sur l'hypothèse selon laquelle la quantité spécifique de cyclopentane s'élève à environ 45 g par kilogramme de mousse PU et que la majorité des boîtiers à traiter sera composée presque exclusivement de cyclopentane.

Fig. 3: CFC/HC et huile récupérés dans le circuit des appareils de réfrigération (niveau 1)

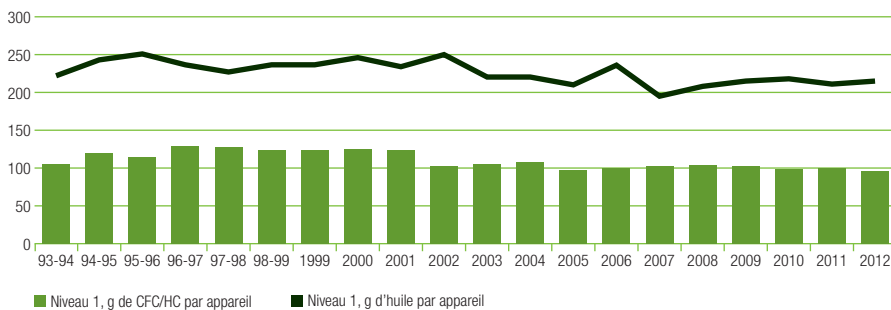
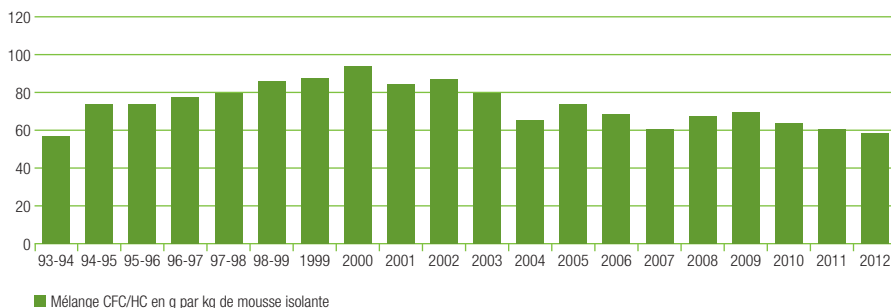


Fig. 4: CFC/HC récupéré dans la mousse d'isolation PU (niveau 2)



Geri Hug

Après des études de chimie et une thèse à l'Institut de chimie organique de l'université de Zurich, Geri Hug a été collaborateur scientifique et chef de projet chez Roos+Partner AG à Lucerne. Il a été partenaire de Roos+Partner AG de 1994 à 2011 et son directeur à partir de 1997. Outre ses activités de conseil environnemental dans 15 branches (codes EAC), il suit des audits environnementaux et les études d'impact sur l'environnement selon OEIE. Geri Hug rédige également des rapports et des analyses de risque selon OPAM, des écobilans d'exploitation et de produit et valide des rapports sur l'environnement. Il est contrôleur mandaté de SENS pour le secteur des appareils électriques et électroniques et Lead Auditor pour les systèmes de gestion environnement ISO 14001 auprès de SGS. Il est membre du groupe de travail CENELEC pour le développement de standards en matière de recyclage des appareils de réfrigération.



Niklaus Renner

Niklaus Renner a étudié les sciences de l'environnement à l'EPFZ. Depuis 2007, il travaille comme collaborateur scientifique chez Roos+Partner AG Lucerne. A travers différentes études, il s'est intéressé à l'impact environnemental du recyclage des vieux métaux et des appareils recyclés. Pour la Fondation SENS et SLRS, il a participé notamment à une enquête sur la teneur en mercure des fractions issues du traitement des lampes. Parmi ses attributions figurent également le monitoring du droit environnemental, le suivi de l'outil de conformité légale LCS.pro et des audits internes de conformité au droit de l'environnement. Il compte encore à son actif des contrôles d'inspection environnement pour l'UPSA (union professionnelle de l'automobile) et, depuis 2013, des suivis pratiques de travaux sur le plan géologique.

L'utilisation des déchets à base de toner

La valorisation matière des accessoires d'impression tels que les cartouches de toner a toujours échoué en raison du défi technique qu'elle représente. Aucune installation n'a jamais réussi à maîtriser le mélange de plastique et de métal associé à la poussière du toner, sans parler de rendre l'opération économiquement intéressante. Même s'il existe quelques rares équipements assurant une valorisation partielle du métal ou une récupération marginale du plastique, aucune installation à ce jour ne permet de valoriser le produit au complet. Une équipe de projet composée de quatre experts a été chargée par Swico en avril 2011 d'explorer de nouvelles voies d'utilisation des cartouches de toner.

L'état des lieux

Swico Recycling valorise chaque année quelque 62 000 t de déchets électroniques issus des secteurs bureautique, dentaire industrie graphique, informatique, métrologie et secteur médical, sécurité, télécommunications, électronique grand public, accessoires et consommables. Les accessoires d'impression sont inclus dans ces volumes. Une faible part des quantités produites est envoyée à la recharge, les cartouches étant alors remplies de toner et remises sur le marché. Mais la plus grande partie est éliminée dans les usines d'incinération des ordures ménagères.

Cette solution est insatisfaisante à tous égards. Les usines d'incinération des ordures ménagères refusent de plus en plus les cartouches dans la mesure où le toner résiduel peut entraîner des explosions ou endommager les filtres. Un procédé de cuisson a été mis au point pour contrer ces dégagements de poussières: les cartouches sont alors chauffées jusqu'à ce que la poudre de toner soit polymérisée et forme une masse de plastique rigide après refroidissement. Autre possibilité: le mélange avec les déchets urbains. Ajoutés à hauteur de cinq pour cent, les cartouches se fondent dans la matière extérieure et n'entravent plus les processus dans les usines d'incinération.

Le plastique y brûle sans aucun résidu, seuls les métaux peuvent être partiellement récupérés dans les scories. Cette valorisation énergétique produit peut-être de l'énergie sous forme de chaleur, de vapeur et d'électricité, mais les plastiques sont perdus pour toujours. Sans compter que la combustion d'une tonne de cartouches génère deux tonnes et demie de CO₂. Si l'on y ajoute le coût élevé, il apparaît que ce type de valorisation n'est pas économe en ressources.

Nouvelles pistes

Cartouches de toner, bouteilles de toner, divers contenants et emballages: environ 1800 t d'accessoires d'impression sont produites chaque année en Suisse. Il convient de les valoriser professionnellement dans un souci d'économie des ressources. Leur recyclage contribuerait à une utilisation plus rationnelle des ressources, les matières premières étant alors valorisées, autrement dit ramenées dans le cycle des matières. Il s'agit toutefois de respecter plusieurs principes: les cartouches de toner sont des accessoires composés de différentes pièces, en général de plusieurs applications plastiques, matériaux composites et métaux, sans oublier la poudre de toner. Le toner est une poudre synthétique enrichie d'additifs.

La valorisation matière passe par un tri des cartouches le plus pur possible. Plus chaque fraction est pure, plus sa valeur sera élevée. L'objectif est de réutiliser les différentes fractions pour de nouveaux produits, idéalement pour la fabrication de nouvelles cartouches.

Essais de traitement

Comment les cartouches de toner peuvent-elles être traitées de manière à ce que le mix de matières soit fractionné le plus proprement possible, mais pas trop finement, et que la poudre de toner soit retirée? Une installation devrait pouvoir fonctionner de manière efficace, c'est-à-dire automatisée et rentable. Répondre à cette question suppose plusieurs étapes: analyse des données existantes, essais par lots représentatifs, démantèlement manuel, traitement mécanique, essais et analyses de laboratoire, comparatif des données prélevées et, naturellement, intégration de l'expérience des experts.

Les consommateurs restituent souvent les cartouches usagées dans leur emballage d'origine. Sur le total annuel de 1800 t, les emballages représentent environ 300 t, soit une part non négligeable.

Dans un premier temps, il s'agit de s'intéresser à la composition. Comme on peut le supposer, les cartouches de toner, les bacs récupérateurs de toner et les bouteilles sont des produits extrêmement complexes:

- Les cartouches comptent 30 à 40 métaux et plastiques différents
- La poudre de toner comprend jusqu'à 40 substances différentes
- Les emballages se composent de carton et de plastique (jusqu'à cinq sortes)

Démantèlement manuel

S'il a l'avantage de préserver les matières, le démantèlement manuel des cartouches n'est pas très efficace. Les différentes composantes sont quasiment mises en pièces et restent entières. La séparation des matières est simple en raison de leur nature et de leur marquage. Les dégagements de poussières sont modérés et peuvent être captés par des moyens adaptés. La séparation des plastiques offre des possibilités intéressantes. Cependant, le marquage figurant sur les pièces ne correspond pas toujours avec la nature réelle des matières. Autrement dit, on utilise en production d'autres matières que celles indiquées. Un phénomène connu depuis longtemps dans le secteur de l'électronique.

Traitement mécanique

Il faudrait plus de 600 personnes pour démanteler à la main toutes les cartouches de toner. Cette option est par conséquent irréaliste. L'accomplissement de cette tâche passe obligatoirement par l'utilisation de moyens mécaniques.

Pour pouvoir mener de larges essais dans les conditions les plus réalistes possible au stade de projet, il faut des infrastructures importantes. En Europe, les constructeurs d'installations utilisent des laboratoires techniques (parcs de machines) pour effectuer des essais de traitement en conditions réelles avec des vrais matériaux. Dans le cas présent, six essais ont été menés, avec des résultats utiles pour la définition du procédé en aval.

Le traitement mécanique des cartouches de toner se déroule en plusieurs étapes: les cartouches doivent d'abord être réduites et fractionnées en pièces métalliques et pièces plastiques à l'aide d'un broyeur. La poussière de toner dégagée à cette occasion doit être captée et séparée, autrement dit les pièces broyées doivent être libérées de

la poussière. Enfin, il reste à trier le mélange métal-plastique nettoyé sur des tapis et à ramener les différentes fractions et produits semi-finis dans le cycle de production.

Or, il n'existait pas sur le marché d'installation capable d'assurer toutes ces étapes. Il s'agissait donc de trouver quelles composantes pouvaient couvrir chaque étape du traitement avec le meilleur résultat. C'est ainsi que nous avons conçu progressivement une nouvelle installation de recyclage du toner.

Broyage sec

Le broyage des cartouches dans un broyeur ne pose pas de problème particulier. Cependant, les dégagements de poussière sont importants en dépit de l'aspiration et du filtrage (séparateur à air). Dès que le mélange air/poussière de toner/oxygène atteint une composition explosible, il suffit d'une charge électrostatique ou d'une étincelle pour provoquer une explosion. C'est un risque réel qui a déjà entraîné plusieurs accidents mortels. Pour des raisons de sécurité, le broyage sec doit donc être équipé, en plus d'un système d'aspiration, d'un dispositif d'inertisation à l'azote. Malgré toutes les mesures, il est presque impossible d'éviter le transfert de poussières, de même que le dépôt de poussière de toner par charge électrostatique ou en raison de pièces magnétiques. Toutefois, le mélange métal-plastique produit, plutôt propre, peut être trié sans problème sur une installation de séparation.

Broyage humide

Ici, de fines gouttelettes d'eau sont diffusées dans l'espace de broyage. Un agent mouillant réduit la tension superficielle de l'eau et lie la poussière de toner. Ainsi, le risque d'explosion est écarté dès le début du process et après rinçage, le mélange métal-plastique est parfaitement propre.

Ensuite, plusieurs étapes mécaniques permettent de sécher la matière par frottement et vibro-abrasion (tribofinition). Un système de filtrage à deux niveaux nettoie l'eau dans un circuit interne. La poussière de toner précipitée contient une humidité résiduelle. Elle est valorisée thermiquement pour récupérer l'énergie.

Séparation

Le broyage et le nettoyage sont suivis par la séparation. Plusieurs techniques peuvent être utilisées: séparateur de métaux ferreux, technique du proche infrarouge (NIR) et installations à courant de Foucault. Il est possible d'obtenir aussi bien des métaux non-ferreux et ferreux purs qu'une fraction plastique noire et colorée. Toutes les fractions peuvent être mises sur le marché sous cette forme.

Préparation des plastiques

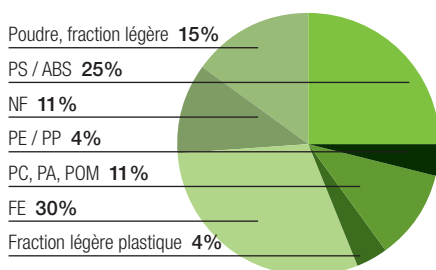
Les plastiques subissent encore un traitement. La séparation par flottation et la séparation électrostatique permettent d'obtenir des qualités de plastique ayant un taux de pureté de 98%. Ils peuvent être utilisés comme matière broyée ou granulé recyclé dans de nouveaux produits. Les essais d'extrusion menés à l'Institut Technique des Matériaux et du Traitement des Matières Plastiques (IWK) de la Haute École Technique de Rapperswil ont confirmé l'excellente qualité des matières.

Fraction/recensement	Charge 1	Charge 2	Charge 3	Charge 4	Moyenne
FE	22%	30%	41%	29%	31%
NF	16%	8%	5%	11%	10%
Plastiques	47%	45%	46%	38%	44%
Poudre, fractions légères	15%	17%	8%	22%	15%

Mix de matières

La qualité des fractions en sortie (métaux et plastiques) dépend en premier lieu de la matière à l'entrée. Selon le produit et la part de toner résiduel, le mix de matières peut varier fortement. C'est pourquoi on traite différentes charges avec différents procédés afin d'avoir l'échantillon le plus large possible dans le mix.

Mix de matières détaillées



Réalisation d'une installation

Après examen des séries d'essai et des analyses de matières, il s'agit de définir le processus. Quatre étapes sont nécessaires à la valorisation matière des cartouches de toner :

Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4
Livraison Déballage Tri	Broyage Nettoyage	Séparation	Traitement

L'étape n° 1 inclut la livraison et le déballage des cartouches. Le tri des cartouches est éventuellement possible avant le broyage. Les emballages carton et plastique sont pressés en ballots et le polystyrène expansé est comprimé.

L'étape n° 2 (broyage et nettoyage des entrants) autorise deux variantes: le traitement sec ou humide. Après évaluation des arguments pour et contre, le broyage humide s'impose par rapport au broyage sec. Même si le traitement de l'eau est contraignant, des arguments comme la sécurité (pas de risque d'explosion), l'absence de transfert

de la poudre et la propreté des fractions emportent la décision en faveur du traitement humide.

Dès la deuxième étape effectuée, on obtient une fraction métal-plastique commercialisable. Les étapes 3 et 4 peuvent être sous-traitées en fonction du volume. L'étape n° 4 comprend la séparation détaillée et la transformation des plastiques en mouture ou en granulé recyclé.

Les coûts d'investissement dans une installation professionnelle de traitement mécanique sec s'élèvent à 1,5 million CHF pour les étapes 1 à 3. Si on opte pour la valorisation matière de cartouches de toner et de leurs emballages dans des conditions économiques et écologiques, à raison de 1800 t par an en Suisse, on ne peut envisager d'autre solution qu'une seule installation centralisée, pour la totalité des cartouches produites.

Le projet est en bonne voie, les plans d'exécution sont prêts pour la construction, des sites concrets sont en cours d'évaluation et des propositions ont été faites pour l'organisation et l'exploitation dans le cadre d'un business plan.

Enseignements

La valorisation matière des cartouches de toner est techniquement possible et la technologie est disponible. Les avantages écologiques du recyclage par rapport à la combustion sont indéniables, dans la mesure où le métal n'est pas seul utilisé, mais aussi le plastique. Seule la poudre de toner ne trouve pas encore de débouchés. Tant que les concentrations en métaux lourds empêcheront sa valorisation matière, sa destination restera l'usine d'incinération des ordures ménagères, où l'on utilise au moins l'énergie.

Si l'on estime le coût de combustion des cartouches de toner à plus de CHF 400,- par tonne, leur valorisation matière dans une installation centrale permettra de faire rentrer des recettes. Dans ces conditions, l'exploitation d'une telle installation pourrait être bénéficiaire.



Andreas Tonner

Après une formation commerciale dans l'administration publique et une formation spécialisée supérieure, Andreas Tonner a travaillé huit ans comme agent de l'administration à différents postes. En 1995, il rejoint le secteur du recyclage, où il travaille jusqu'en 2007 aux directions de Tonner-Altstoff AG, Sereda AG et Texta AG, mais a aussi occupé divers mandats au conseil d'administration. En 2008, il fonde la société Recycling-Coach GmbH, opérant dans le conseil et le coaching des entreprises, associations et organismes de droit public. En 2010, Andreas Tonner fonde la société Oekotech Reco AG, axée sur l'optimisation des coûts en matière d'élimination et de vente des matières premières.



Ruedi Hafner

Après une formation de mécanicien automobile, Ruedi Hafner a suivi une formation continue de mécanicien en machines de chantier, métier qu'il a exercé plusieurs années. A la recherche d'un nouveau défi, il a suivi une nouvelle formation de monteur frigoriste chez Bucher Kältering et s'est formé au métier de technicien-frigoriste. En 1976, il a rejoint le secteur du négoce de la ferraille, où il a travaillé pendant dix ans comme chef de démolition pour la société Methell AG. En 1986, il a fondé avec deux partenaires la société Immark AG, dans laquelle il a été directeur technique jusqu'en 2008. Depuis 2008, Ruedi Hafner est gérant de la société Hareca GmbH, qui conseille des entreprises dans le secteur du recyclage en Suisse et à l'étranger.

Le mercure des lampes à économie d'énergie

Entre fascination et rejet

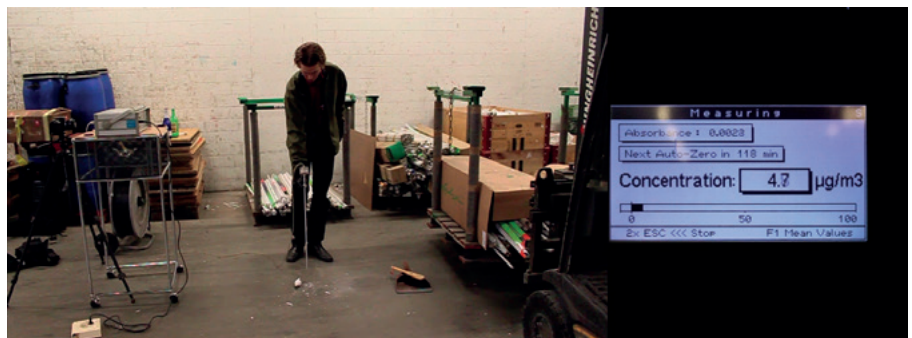
Lorsque le Calife de Cordoue se fit construire un nouveau palais vers l'an mille, on dit qu'un bassin rempli de mercure (Hg) au centre du salon doré ravissait les visiteurs par ses jeux de lumière. Lors de l'exposition universelle de Paris en 1937, la fontaine de mercure d'Alexander Calder a émerveillé les visiteurs et peut être admirée aujourd'hui encore au musée Miro de Barcelone, sous une cage de verre. Paracelse, découvreur de la relation entre dose et poison, recommandait le mercure en usage interne à des fins médicales. Malheureusement, celui même qui avait trouvé le rapport entre dose et poison succomba à une intoxication de mercure. Il n'y a pas si longtemps, le mercure était encore utilisé comme amalgames pour les plombages dentaires et pour désinfecter (pommade Vita Merfen jusque dans les années nonante). Aujourd'hui, il est communément interdit en application ouverte ou fermée. Seule exception: les lampes à décharge. Leur fonctionnement repose sur une excitation des électrons dans les atomes de mercure qui vont émettre un rayonnement UV. Ces rayons ultraviolets sont alors transformés en lumière visible au contact de la poudre luminescente recouvrant la paroi de verre.

Mesures dans les points de vente et les centres logistiques

En cas de bris, les lampes à économie d'énergie dégagent du mercure élémentaire sous forme de vapeur. Selon leur ancienneté, les lampes à économie d'énergie contiennent de 2 à 20 mg de Hg. La question se pose donc de savoir si le mercure peut mettre en danger la santé d'une personne qui respire le mercure libéré. Pour le savoir, différentes situations potentiellement critiques ont été étudiées en conditions quasi réelles dans les centres de collecte et dans le centre logistique d'un grand distributeur: dépôt des lampes dans le bac de collecte par le consommateur, bris en tombant au sol, durant le stockage et lors de la manutention. Les mesures ont été effectuées avec un appareil mesurant en continu et l'affichage de la concentration de mercure a été filmé en parallèle de manière à pouvoir lire la courbe de concentration en simultané (cf. figure).

La mesure continue permet de recenser de manière beaucoup plus précise les rapports entre

lieu, temps et concentration qu'avec des mesures ponctuelles. Les pics de concentrations apparaissent dans le cas d'un bris, juste au-dessus du sol. Les résultats des différents cas de figure sont résumés dans le tableau 1. Plus le point de mesure est haut, plus la concentration du mercure dans l'air baisse. A hauteur de tête, les mesures ne montraient aucune modification ou alors légère. La différence entre les lampes à économie d'énergie et les tubes fluorescents classiques est significative. En cas de bris d'un tube, la valeur moyenne d'exposition aux postes de travail (VME) est brièvement dépassée. Dans toutes les autres situations mesurées, il n'a été enregistré aucune hausse de la concentration en mercure ou alors très faible. Dans tous les locaux des points de vente et du centre logistique, la concentration ambiante était inférieure à $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Hg. Le mercure dégagé en cas de bris d'une lampe est dilué très rapidement par le renouvellement d'air à des concentrations inférieures au seuil de détection.



Mesure de la concentration de mercure après le bris d'une lampe à économie d'énergie

Tableau 1: Concentrations Hg pendant la collecte et le retour des lampes à économie d'énergie (LEE) et tubes fluorescents (FL)

Situation de mesure	Nombre incidents	Valeurs pics [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Moyenne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Durée d'exposition [s]
1: Bris de LEE sur le sol suivi d'un nettoyage	4	2 97 46 33	0,5 15 6 9	90 100 90 90
2: Bris de tubes FL de 36 cm sur le sol suivi d'un nettoyage	1	268	76	100
3: Dépôt de LEE non endommagées en centre de collecte	1	< 0,1	< 0,1	non pertinent
4: Dépôt de LEE endommagées en centre de collecte	1	34	9	50
5: Stockage intermédiaire en centre logistique lors de la livraison	2	non pertinent	8 5	selon la procédure plusieurs minutes
6: Stockage dans un récipient de transport en centre logistique	3	non pertinent	1 2 6	plusieurs minutes
7: Manutention de sources lumineuses dans un centre logistique	1	non pertinent	< 0,1	selon la procédure plusieurs minutes

Tableau 2: Dosage d'un incident par rapport à la charge de fond par an et à un pic CMA

Situations mesurées voir tableau 1	Dose Hg maximale inhalée [μg]	En % par rapport à la charge de fond urbaine par an	En % par rapport à un pic CMA
1: Bris de LEE sur le sol suivi d'un nettoyage	0,4	0,5%	0,4%
2: Bris de tubes FL de 36 cm sur le sol suivi d'un nettoyage	2,0	2,4%	2,1%
3: Dépôt de LEE non endommagées en centre de collecte	< 0,001	< 0,002%	< 0,001%
4: Dépôt de LEE endommagées en centre de collecte	0,1	0,1%	0,1%
5: Stockage intermédiaire en centre logistique lors de la livraison: exposition de 30 minutes d'un collaborateur travaillant autour d'une palette	3,7	4,5%	3,9%
6: Stockage dans un récipient de transport en centre logistique: exposition de 30 minutes travaillant autour d'une palette	3	3,5%	3,1%
7: Manutention de sources lumineuses dans un centre logistique	< 0,05	< 0,06%	< 0,1%

Un risque insignifiant

Pour évaluer les risques, la dose de mercure maximale enregistrée dans chaque situation a été comparée à la contamination de fond et aux valeurs maximales en matière d'hygiène du travail (tabl. 2). Le tout a été réalisé sur la base d'hypothèses prudentes. Ainsi, les calculs ont été effectués à partir de la concentration de mercure mesurée juste à côté du bris. Considérant tous les événements et les procédures de travail dans les centres de collecte et les centres logistiques, les quantités de mercure maximales inhalables sont de 20 à 1000 fois inférieures aux quantités inhalées chaque année dans la concentration de fond des zones urbaines. De même, la comparaison entre l'exposition professionnelle et un pic de brève durée encore toléré selon la liste VME, montre que les quantités de mercure inhalées sont largement en deçà des seuils maximums autorisés. Le mercure s'échappant d'une lampe basse consommation brisée ne représente aucun risque pour la santé, de même que le travail avec des contenants pendant la reprise des lampes. La charge en mercure induite par les plombages dentaires non retirés ou la consommation de poisson de mer est bien plus élevée.

Même si les mesures montrent que la casse de lampes à économie d'énergie ou de tubes fluorescents ne représente aucun danger, la pratique professionnelle peut faire apparaître des situations impliquant des mesures pour la protection de la santé des collaborateurs. Si de grandes quantités de lampes se cassent simultanément ou si des récipients fermés contenant de nombreuses lampes cassées sont ouverts, les concentrations maximales peuvent être dépassées sur une courte durée. Dans ce cas, il est nécessaire d'aérer immédiatement le local et de faire sortir tous les collaborateurs jusqu'à ce qu'il soit complètement ventilé.

Impact écologique du recyclage

La charge de mercure en Suisse peut être estimée à l'aide des données statistiques existantes et d'une vaste étude sur la rétention du mercure dans les tubes fluorescents (FL) dans les entreprises de recyclage suisses et étrangères¹¹. La charge représente la quantité de mercure contenue dans toutes les lampes collectées pendant une année en Suisse. Une partie est libérée dans l'environnement à cause de la casse pendant la collecte et le transport. Une autre partie des dégagements est due aux émissions inévitables au cours du processus de recyclage. Le tableau 3 rassemble les estimations pour les différents types de lampe.

Ces estimations ont été basées sur l'hypothèse d'un taux de casse pendant le retour au recycleur de 5 % (tubes FL) ou 7 % (lampes à économie d'énergie). Pour les lampes arrivées intactes chez le recycleur, on a estimé que 90 % du mercure entrant étaient retenus dans les systèmes correspondants. Les 10 % restants reviennent dans l'environ-

nement de façon diffuse pendant le traitement et le stockage ou sous forme de résidus dans les fractions valorisables de verre et de métal. Ces chiffres proviennent d'une vaste analyse de bilan massique dans les entreprises de recyclage suisses¹⁴.

Les émissions de mercure résultant de l'élimination des lampes sont négligeables par rapport aux émissions totales (tableau 3). En Suisse, la production d'acier et la combustion des produits pétroliers représentent la source principale d'émissions de mercure. Au niveau mondial, les premières activités émettant du mercure sont la combustion du charbon et les très petites mines d'or, où l'or est extrait du minerai à l'aide du mercure.

Le compte rendu détaillé des mesures et des analyses de risques figure sur le site de SLRS (www.slrs.ch).

Tableau 3: Emissions Hg des lampes à décharge par rapport aux autres sources

Type de lampes à décharge	Fraction de mercure par an	Emissions Hg par an	Emissions Hg par personne et par an en CH
Quantité totale de sources lumineuses collectées (selon statistiques)	80 – 90 kg/a	≈ 11 - 13 kg/a	1,6 mg/a
– dont sources lumineuses rectilignes (tubes FL)	70 – 80 kg/a	≈ 9 - 10 kg/a	1,3 mg/a
– dont sources lumineuses non rectilignes (lampes à économie d'énergie, lampes à décharge haute pression)	≈ 10 kg/a	≈ 1,7 kg/a	0,2 mg/a
Émissions de mercure globales dans l'atmosphère pour comparaison	Année	Source principale	par personne et par an
– Suisse ¹²	2011	Production d'acier, produits pétroliers	29-53 mg/a
– Monde ¹³	2010	Orpaillage, centrales à charbon	284 mg/a

¹¹ Hug, G., Renner, N., Erhebung von Quecksilberkonzentrationen in Fraktionen der Leuchtstofflampenverarbeitung, SENS & SLRS, Zurich 2010, www.eRecycling.ch

¹² Verbrauch und Verbleib von Quecksilber in der Schweiz mit Szenarien für eine künftige Regelung. Ebauche du 5 novembre 2012 Office fédéral de l'environnement (OFEV)

¹³ UNEP, Global Mercury Assessment 2013, Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport. UNEP Chemicals Branch, Geneva, Switzerland, 2013

¹⁴ Voir note de bas de page 11



Ueli Kasser

Chimiste, dipl. en chimie/lic. phil. nat. à l'université de Berne et à l'EPF Zurich, ainsi que cours postgrades (formation postgrade INDEL sur les pays en développement). Après avoir travaillé comme freelance dans le domaine de la radioécologie, de l'écotoxicologie et de l'hygiène du travail, il est devenu copropriétaire de ökoscience, un institut de conseil en écologie appliquée à Zurich, ainsi que chef de projet dans le domaine de l'hygiène de l'air, du conseil environnemental et de l'écotoxicologie. Ueli Kasser est propriétaire du «büro für umweltchemie» à Zurich, spécialisé dans le conseil en sécurité chimique, déchets, écologie des matériaux de construction et qualité de l'air intérieur. En plus d'enseigner, il est auditeur pour les systèmes de gestion environnementale ISO 14001. Depuis le milieu des années nonante, Ueli Kasser est expert en contrôle des entreprises de récupération auprès de SENS. Il a élaboré les standards et les directives pour les activités de contrôle. Il représente la Fondation SENS au sein de la fédération européenne et il est consultant pour le projet de norme européen WEELABEX.



Daniel Savi

Diplômé en sciences de l'environnement à l'EPF, Daniel Savi a acquis sa première expérience professionnelle pendant le service civil au WWF Zurich. Puis il a travaillé sept ans pour la Fondation SENS, comme directeur du service centres de collecte, puis comme directeur de l'assurance qualité SENS-Label. A son poste actuel au büro für umweltchemie, il s'occupe de l'impact environnemental des matériaux de construction, mais aussi des questions écologiques sur la valorisation des déchets.

Energie solaire: recycler les cellules photovoltaïques

Le secteur du solaire est en plein essor. A en croire les médias, tout au moins. L'intérêt pour la production d'électricité solaire est en forte hausse, ne serait-ce qu'à cause du coût des modules en baisse, l'attrayante rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC) et le fait qu'avoir des panneaux photovoltaïques sur le toit est très tendance. La RPC est le programme national suisse destiné à promouvoir les énergies renouvelables. Le courant électrique produit par les panneaux photovoltaïques et injecté dans le réseau électrique est rétribué à un tarif préférentiel. Les tarifs RPC ne sont pas statiques, ils varient en fonction de l'état du marché, autrement dit des coûts d'investissement et d'installation, en baisse.

Le tableau est différent chez les fabricants du secteur: en raison des programmes d'aide publique en Europe, le photovoltaïque a connu une explosion de la demande, à laquelle l'industrie a réagi par une hausse massive de ses capacités de production. Avec la récession et la réduction des programmes d'aide, la demande a toutefois reculé. Mais l'industrie était depuis longtemps montée en régime et l'offre excédentaire s'est soldée par des surplus de stocks et des baisses de prix. L'incertitude du marché et les hésitations du monde politique (au travers, par ex., des restrictions à la RPC) ont poussé les industriels à l'attentisme. L'industrie est sous le coup d'une énorme pression.

Qu'en est-il du recyclage?

Les premières installations photovoltaïques ont aujourd'hui une quinzaine d'années et arriveront bientôt en fin de vie. Elles devront donc être rapportées et éliminées. Les quantités de modules photovoltaïques sont encore limitées et le secteur du recyclage en ce domaine en est à ses balbutiements. Quel est aujourd'hui l'état de la technique et de la recherche?

Aperçu des technologies photovoltaïques

Les explications ci-après ne livrent qu'un aperçu succinct des modules photovoltaïques, encore en pleine évolution. De manière générale, on distingue les modules à base de silicium et les modules sans silicium. Ces derniers sont également connus sous le nom de panneaux à couches minces, tels qu'on les utilise par exemple dans les montres. S'ils ont pour avantage d'avoir une fabrication bon marché et efficace énergétiquement, ils ont un faible taux de rendement. Du côté des modules à silicium, on distingue le silicium monocristallin et le silicium polycristallin, sans différences majeures en termes d'utilisation. De fabrication coûteuse et gourmande en énergie, ils ont l'avantage d'avoir un rendement élevé. Il existe encore d'autres techniques de modules, mais leur part de marché étant très faible, nous les laisserons de côté pour l'instant.

La recherche sur le recyclage

La production d'électricité solaire fait appel principalement aux modules photovoltaïques à silicium, étant donné que leur efficacité est beaucoup plus élevée que la technologie couches minces. Les contraintes de fabrication du silicium pur, entrant dans la fabrication des modules photovoltaïques à silicium, sont très élevées. C'est pourquoi il serait extrêmement intéressant de pouvoir recycler des modules photovoltaïques sans destruction. Nous appellerons ce procédé «recyclage de haute qualité».

Le recyclage de haute qualité vise à traiter le module de façon à ce qu'il puisse être réutilisé comme un module original, comme s'il était remis dans son état initial. Le taux de récupération constaté dans les installations pilotes est étonnamment haut, mais il s'agit encore de procédés manuels et de petits volumes. D'ailleurs, bien des en-

treprises qui se sont intéressées au recyclage haute qualité ont mis fin à cette activité sans avoir dépassé le stade de projet pilote. Seules quelques rares entreprises subsistent sur le marché. La plupart d'entre elles traitent les modules issus des déchets de production, car il y a encore beaucoup trop peu de modules en fin de vie. A ce jour, aucun procédé ne s'est véritablement imposé.

Le recyclage du verre plat, lui, est un recyclage de basse qualité. Il broie tous les modules photovoltaïques selon une approche traditionnelle, visant à créer les fractions les plus petites possible pour que les matières premières soient plus faciles à extraire. Ce procédé ne permet pas de récupérer la plupart des matières de manière économique. Ce «downcycling» empêche de réintégrer la plupart des matières dans la chaîne de valeur.

La condition d'un recyclage réussi

Pour que le recyclage soit économiquement intéressant, la qualité de modules retournés doit augmenter. C'est là le seul moyen de rentabiliser les petites quantités de métaux précieux. Selon une estimation approximative, ce seuil nécessaire ne sera atteint que d'ici à 20 ou 30 ans en Suisse (10 ou 20 ans en Europe). Toutes les entreprises qui s'intéressent aux technologies de recyclage à travers le monde ne recyclent actuellement que des petites quantités, avec des procédures manuelles. A cela s'ajoute le fait que l'amélioration de l'efficacité sur les modules et l'usage plus économe des matières premières à la fabrication sont inversement proportionnels au potentiel de recyclage: moins il y a de matière dans les modules, plus il faut de modules usagés pour compenser les efforts mis à extraire et séparer les substances précieuses. C'est là un véritable défi.

Que dit la législation?

S'agissant des exigences législatives en matière de traitement des déchets photovoltaïques, la Suisse et l'UE se rejoignent. En l'absence de toute réglementation à ce jour, l'explosion des volumes de déchets attendue dans un futur proche va contraindre le législateur à agir. L'UE a fait un premier pas en intégrant les modules photovoltaïques dans la directive européenne sur les déchets électroniques (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE). La Suisse entend également légiférer avec la révision de l'OREA (Ordonnance sur la restitution, la reprise et l'élimination des appareils électriques et électroniques). Malheureusement, aucune des deux directives ne prévoit un recyclage de haute qualité, ni n'empêche le down-cycling. Ainsi, la directive DEEE prescrit uniquement de valoriser selon les bonnes pratiques ou l'état de la technique. L'une et l'autre se rejoignent sur un seul point: la nécessité d'une collecte séparée.

Recyclage des cellules solaires – Et maintenant?

Avec la multiplication des installations photovoltaïques sur les toits, le recyclage des cellules solaires s'imposera tôt ou tard et deviendra suffisamment attractif. D'ici là, il reste encore des étapes à franchir. La Fondation SENS s'est déjà penchée sur le sujet et a contacté des représentants renommés du secteur. La Fondation SENS pourra ainsi peser sur l'avenir et influencer positivement sur le recyclage des matières.



Roman Eppenberger

Roman Eppenberger est ing. él. dipl. EPFZ. Dans le cadre d'une formation professionnelle en cours d'emploi, il a suivi des études postgrades d'Executive MBA à la Haute Ecole Spécialisée de l'est de la Suisse. Il a acquis sa première expérience dans l'industrie comme ingénieur et chef de projet dans le secteur de la «Robotique en médecine et en pharmacie». Au poste de responsable produit, il a rejoint le pôle Contactless de la société LEGIC (KABA), où il était chargé des achats de semi-conducteurs dans le monde entier. Roman Eppenberger est membre de la direction de la Fondation SENS depuis 2012 et dirige le secteur Opérations. A ce poste, il coordonne la Commission technique Swico/SENS aux côtés de Heinz Böni.

Eliminer l'électronique des automobiles

L'automobile moderne illustre à merveille la «technologisation» de notre vie quotidienne. Compte tenu des exigences toujours plus grandes en matière de communication, de sécurité et d'approvisionnement énergétique, de plus en plus de fonctions sont assurées par l'électronique à bord des voitures. Du même coup, le nombre de composants électroniques ou de pièces contrôlées par électronique augmente dans les automobiles. En 2010, on estime que les pièces électroniques représentent 30 % des matériaux d'une voiture. Il est d'autant plus étonnant de constater que l'on n'en tient presque pas compte dans le traitement des véhicules en fin de vie.

La récupération des métaux rares¹⁵ dans les applications électroniques constitue un défi logistique et technologique, notamment en raison des concentrations bien moindres par rapport aux métaux industriels classiques comme l'acier ou l'aluminium. L'une des conditions essentielles pour récupérer les métaux rares de l'électronique automobile est de connaître les concentrations et la répartition des métaux rares dans les pièces correspondantes, ainsi que dans une voiture au total. L'une des rares études de grande ampleur à avoir considéré notamment certains métaux rares dans les systèmes électriques et électroniques automobiles a été menée dans le cadre du projet SEES cofinancé par l'UE (2006)¹⁶. On manque toutefois largement d'informations plus avancées et détaillées sur la nature et la concentration des métaux rares se trouvant dans les pièces des voitures en fin de vie.

Afin d'intensifier les efforts en vue de récupérer les métaux rares dans les systèmes électroniques automobiles, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a lancé le projet «Potentiel de valorisation des métaux rares dans l'électronique automobile» (fig. 1). L'idée qui sous-tend ce projet est de savoir dans quelle mesure il est sensé, d'un point de vue économique et écologique, de récupérer les métaux rares des composants électroniques dans les automobiles en fin de vie.

Le projet implique l'OFEV, l'Office pour les déchets, l'eau, l'énergie et l'air du canton de Zurich

(ODEEA), l'Association des détenteurs de points de collecte des automobiles hors d'usage de Suisse et de la Principauté du Liechtenstein (VASSO), la Fondation Auto-Recycling Suisse (SARS), Automobil- und Motoren AG (AMAG), l'Association importateurs suisses d'automobiles (auto-suisse), le Sustainable Engineering Network Switzerland (SEN) et le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche Empa. Maintenant que les essais de démantèlement et de broyage ont eu lieu, le projet s'achemine vers la fin du module 3 «Analyse et discussion des résultats».

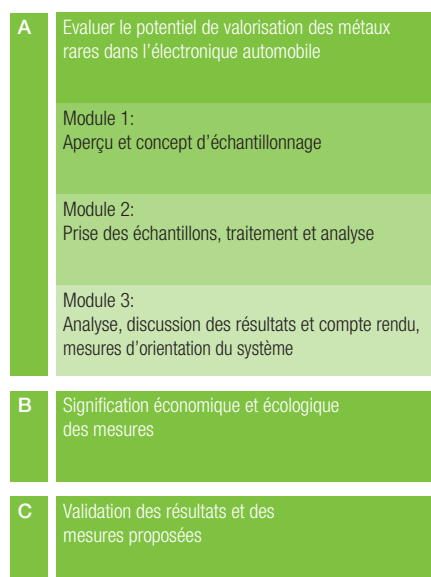


Fig. 1: Composantes du projet «Potentiel de valorisation des métaux rares dans l'électronique automobile»

¹⁵ Les métaux sont jugés «rares» lorsqu'ils sont présents dans la croûte terrestre à des concentrations moyennes inférieures à 0,01% pondéral.

¹⁶ Sustainable Electrical & Electronic System for the Automotive Sector; cf. <http://www.sees-project.net/>

¹⁷ De 2005 à 2009, le nombre de voitures broyées a diminué de façon continue selon SARS (2011), passant de 130 000 à 60 000 (voir fig. 4), avant de remonter à 80 000 voitures en 2010. Le nombre de voitures broyées dépend de la situation du marché (situation économique générale, prix du métal, limites à l'exportation, etc.).

Le marché auto suisse

La figure 2 retrace les flux de matières sur le marché automobile suisse pour l'année 2010. Le nombre de voitures personnelles s'élevait alors à 4,1 millions et le nombre de véhicules neufs ven-

us à presque 300 000. En 2010 toujours, 90 000 véhicules ont été déclarés à l'exportation selon l'Administration fédérale des douanes et 80 000 véhicules ont été détruits dans les broyeurs¹⁷. Entre la première mise en circulation d'une voiture et

l'annulation du permis de circulation, il s'écoule en moyenne 15 ans. Un véhicule en fin de vie mis à sec pèse en moyenne 850 kg en arrivant au broyeur.

Fig. 2: Cycle de vie des voitures particulières, Suisse 2010

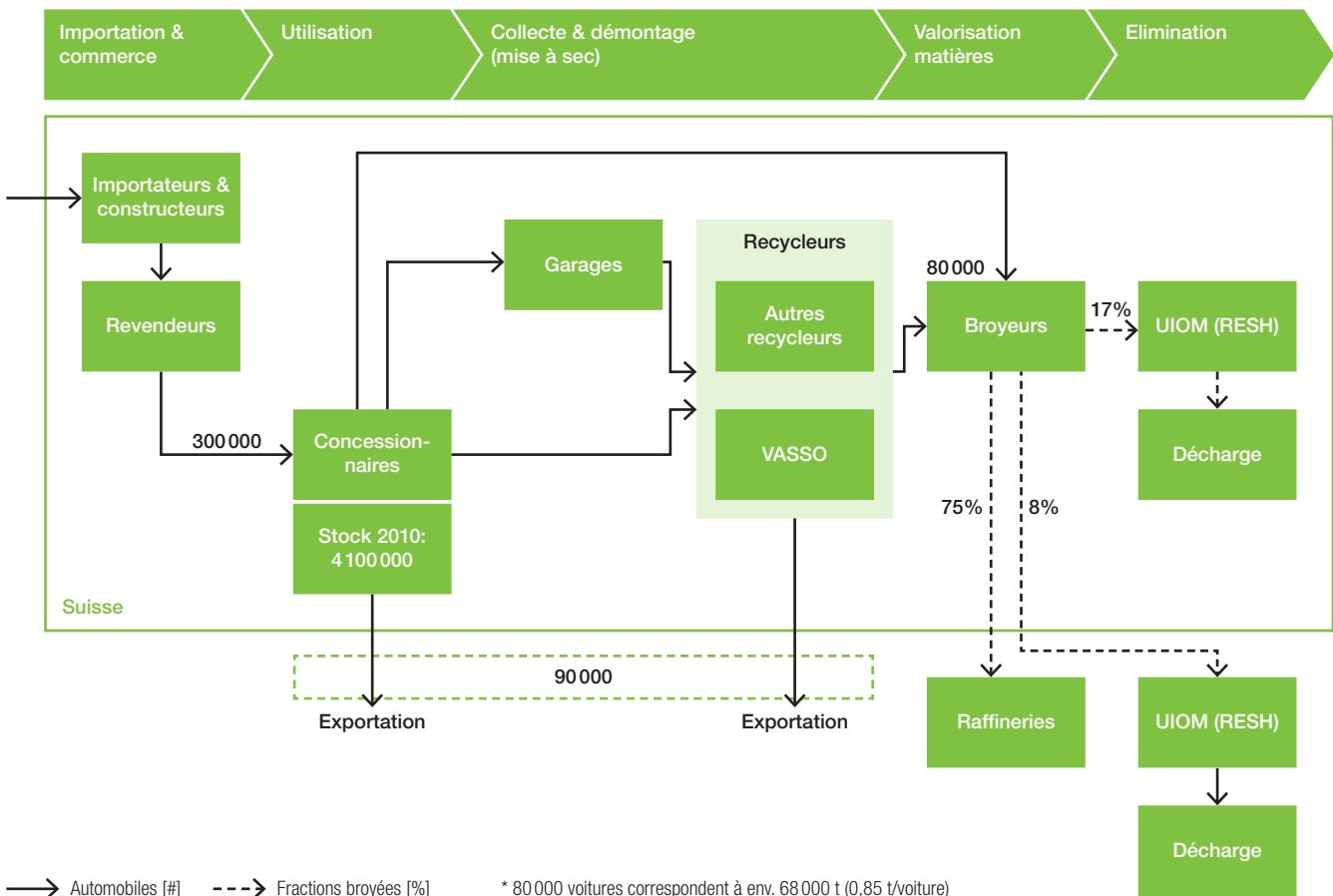
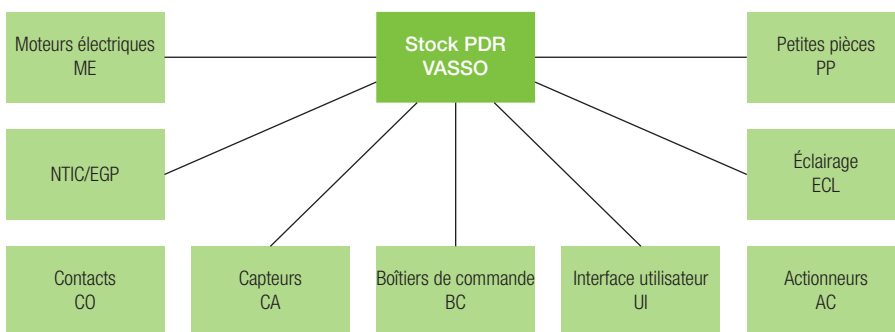


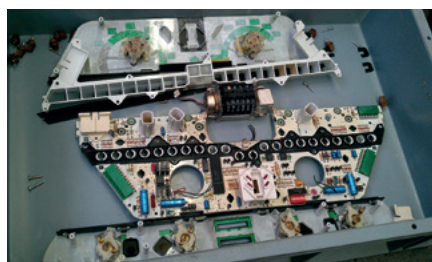
Fig. 3: Groupes de répartition des composants électroniques (NTIC/EGP = technologies de l'information et de la communication & électronique grand public).



Essais de démantèlement

Environ 100 kg de pièces automobiles électriques et électroniques dans les six groupes ME, NTIC/EGP, CO, CA, BC et UI (fig. 3) ont été démantelés chez Dock St-Gall (entreprise Swico/SENS) et à l'Empa (fig. 4). Ces essais de démantèlement avaient pour objet d'estimer la répartition des métaux rares dans les entrants du traitement mécanique.

Fig. 4: Composantes démantelées et échantillons traités de dispositifs électroniques automobiles



Compteurs, démantelés



Console centrale (confort/divertissement), entière & désassemblée

Essai de broyage

Un essai de broyage portant sur 100 voitures (poids total de 95 t) a été mené dans l'installation de Thommen AG, Kaiseraugst (récupérateur SENS) (fig. 5). L'objectif était d'évaluer les charges de métaux rares, ainsi que leur répartition sur les fractions sortantes.

Résultats d'analyse

Pour calculer les concentrations de métaux rares dans les différentes fractions, il a fallu tester et adapter les méthodes existantes. Une première analyse provisoire des fractions sortantes montre que les métaux rares se retrouvent surtout dans les fractions d'aluminium et de fer.

Fig. 5: Entrants broyés et échantillons de fractions sortantes



FLB: fraction légère broyée

Fe clean: fraction fer

Alu gros: aluminium après séparateur à courant de Foucault 1

Alu fin: aluminium après séparateur à courant de Foucault 2

Tamis: fraction tamisée au tambour

Ca Inox: CrNi, caoutchouc, bois, ...

Retour: différentes fractions remises dans le broyeur



Rolf Widmer

Rolf Widmer a terminé ses études d'ingénieur électricien diplômé (MSc EPF EE) et a suivi des études postgrades NADEL (MAS) à l'EPF de Zurich. Il a effectué des recherches durant plusieurs années à l'Institut d'électronique quantique de l'EPF et travaille aujourd'hui au Technology & Society Lab de l'Empa, institut de recherche des matériaux du département de l'EPF. Rolf Widmer dirige actuellement des projets dans le domaine de la gestion des déchets électriques, en particulier en relation avec les cycles fermés de matières de l'électromobilité. Il s'intéresse particulièrement à la récupération des métaux rares qui se concentrent de plus en plus dans les «mines urbaines».



Patrick Wäger

Après des études de chimie à l'EPF Zurich et une thèse à l'Institut de toxicologie de l'EPF et de l'université de Zurich, Patrick Wäger a été conseiller environnement chez Elektrowatt Ingenieurunternehmung Zurich pendant deux ans. Depuis, il a participé comme collaborateur scientifique et chef de projet à l'Empa à de nombreux projets de recherche sur l'élimination des déchets et la récupération des matières premières dans les produits en fin de vie. Il a également travaillé comme expert en contrôle pour SENS et Swico et, à titre provisoire comme Lead Auditor pour les systèmes de gestion environnementale selon ISO 14001. Patrick Wäger est chargé de cours en gestion environnementale et gestion des ressources. Il est notamment membre de la Société Académique Suisse pour la Recherche sur l'Environnement et l'Écologie. Ses travaux actuels portent principalement sur la recherche de stratégies pour un usage plus durable des matières premières non renouvelables, notamment des métaux rares.

Liens internationaux

www.ewasteguide.info

Source d'information et de ressources sur le recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.weee-forum.org

WEEE Forum (Forum for Waste Electrical and Electronic Equipment) est la fédération européenne regroupant 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), qui regroupe non seulement d'importants acteurs dans les domaines de la fabrication, de la valorisation et du recyclage des appareils électriques et électroniques, mais aussi diverses organisations gouvernementales et internationales. Trois autres organisations des Nations Unies sont membres de l'initiative.

www.basel.int

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

Liens nationaux

www.eRecycling.ch

www.swicorecycling.ch

www.srls.ch

www.e-waste.ch

Aperçu des acteurs suisses du recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.swissrecycling.ch

En tant qu'organisation faitière, Swiss Recycling soutient les intérêts de toutes les organisations de recyclage pratiquant le tri sélectif en Suisse.

www.empa.ch

Le laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) est un institut de recherche interdisciplinaire suisse sur les sciences des matériaux et leurs applications technologiques.

www.bafu.admin.ch

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) propose sur son site web, à la rubrique «Déchets», une série d'informations enrichissantes et de nouvelles sur le recyclage des appareils électriques et électroniques.

Cantons avec délégation d'exécution

www.awel.zh.ch

Sur le site web de l'Office pour les déchets, les eaux, l'énergie et l'air (ODEEA), on trouve à la rubrique «Déchets, matières premières & anciennes pollutions» une série d'informations essentielles pour le recyclage des appareils électriques et électroniques.

www.ag.ch/bvu

Le site web du Département Construction, Trafic et Environnement du canton d'Argovie présente à la rubrique «Environnement, nature & paysage» des informations intéressantes qui concernent également les thèmes du recyclage et de la valorisation des matières premières.

www.umwelt.tg.ch

Sur le site web de l'Office de l'environnement du canton de Thurgovie, on trouve à la rubrique «Déchets» les informations régionales pour le recyclage des appareils électriques et électroniques.

Contact

Fondation SENS

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

Organe de contrôle technique SENS

Coordination CT-SENS
Roman Eppenberger
Obstgartenstrasse 28
8006 Zurich
Tél.: + 41 43 255 20 00
Fax: + 41 43 255 20 01
roman.eppenberger@sens.ch

Swico

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

Organe de contrôle technique

Swico Recycling
c/o Empa
Coordination CT Swico Recycling
Heinz Böni
Département Technologie et Société
Lerchenfeldstrasse 5
9014 St-Gall
Tél.: + 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
Tél.: + 41 31 313 88 12
Fax: + 41 43 31 313 88 99
info@srls.ch
www.srls.ch

Réalisation

Editeur

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

Illustrations

Page 11: Ueli Kasser, Büro für Umweltchemie
Page 13: Heinz Böni, Empa
Page 22: Daniel Savi, Büro für Umweltchemie
Pages 29/30: Patrick Wäger, Empa

Imprimé sur papier Amber Graphic Offset, FSC Mixte

Le rapport est publié en allemand, en anglais et en français. Il peut être consulté sur www.eRecycling.ch, www.swicorecycling.ch et www.srls.ch au format PDF.

© 2013 SENS / Swico / SLRS
Reproduction souhaitée sous réserve de mentionner la source et d'envoyer une copie à SENS/Swico/SLRS

