



# Rapport technique 2018

<b>01</b>	Avant-propos	5
<b>02</b>	Portrait – systèmes de recyclage	6
<b>03</b>	Commission technique	8
<b>04</b>	Série de normes CENELEC EN 50625 (SN EN 50625)	10
<b>05</b>	Quantités – SENS/Swico/SLRS	12
<b>06</b>	Appareils de réfrigération	16
<b>07</b>	Prestations de recyclage et de valorisation	20
<b>08</b>	Recyclage du plastique des appareils E+E usagés	24
<b>09</b>	Recyclage des déchets électriques dans les pays en développement	28
<b>10</b>	Sources lumineuses	32
<b>11</b>	Hommages	34
<b>12</b>	Auteurs	36
<b>13</b>	Liens	38
<b>14</b>	Contact et mentions légales	39

## Tôt ou tard, la qualité plutôt que la quantité

Nous savons tous que dans notre branche, nous n'avons jamais le temps de nous ennuyer. Mais 2017 a connu certains temps forts qui ont rendu l'année encore plus captivante: le recyclage des matières plastiques, CENELEC et la conformité à l'ADR étant trois défis parmi d'autres qu'il nous a fallu relever au quotidien. Vous en apprendrez plus dans notre rapport technique. Cette année, nous aimerions mettre en avant une exigence de plus en plus importante dans notre branche, exigence qui nous accompagne depuis des années et dont nous ne nous lassons pourtant jamais de parler: la qualité.

Nous le savons tous: les Suisses sont de bons recycleurs, tout du moins en termes de quantité. Avec 16 kilogrammes de déchets électriques recyclés par personne et par an, nous faisons partie du peloton de tête mondial, tout du moins, et nous insistons sur ce point, en termes de quantité. Mais ces taux de collecte élevés masquent l'aspect de la qualité des matériaux collectés. Comment pouvons-nous assurer, chez SENS eRecycling, Swico et SLRS, que le traitement des déchets électriques dans les règles de l'art, pour lequel nos organisations se portent garantes, soit vraiment respecté? Si les avis divergent quant à la vitesse à laquelle le standard du Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (CENELEC) devrait être introduit, nous sommes toutefois tous d'accord sur un point: le standard CENELEC constitue notre objectif commun et sera établi tôt ou tard.

Notre boucle eRecycling – et il convient ici de le souligner une fois de plus – repose sur un point fondamental: la collaboration avec nos partenaires de collecte. Seule une sélection minutieuse des centres de collecte, des ateliers de démontage et des recycleurs nous permet de nous approcher de cet idéal de haute qualité. En effet, c'est uniquement en nous reposant sur des partenaires fiables et compétents que nous pouvons contrôler et garantir la collecte sélective systématique, le tri propre des appareils contenant des piles lithiumion, ainsi qu'un transport efficace et un traitement dans les règles de l'art en Suisse. Cette haute exigence de qualité est

régulièrement contrôlée, discutée et constamment améliorée par les trois systèmes au sein de la commission technique (CT) commune en vue d'atteindre la qualité de traitement la plus élevée possible et d'exclure les polluants de manière systématique. Vous connaissez certainement l'idée reçue tenace selon laquelle nos déchets électriques sont de toute manière exportés et traités en Afrique? Autant de «fake news» que nous nous efforçons d'étouffer dans l'œuf grâce à la transparence et au professionnalisme de notre coopération.

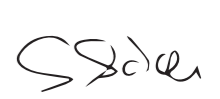
Nous savons tous que la quantité et la qualité sont deux choses différentes, mais notre priorité suprême doit être de récupérer le plus possible de matières premières de qualité. Les objectifs ambitieux et les projets visionnaires de ce rapport technique montrent que nous mettons tout en œuvre à cette fin et que nous sommes sur la bonne voie.



Jean-Marc Hensch  
Swico



Heidi Luck  
SENS



Silvia Schaller  
SLRS

# Fondation SENS, Swico et SLRS: compétence et durabilité

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

En Suisse, il existe trois systèmes de reprise dans le secteur des appareils électriques et électroniques. Cette répartition sur trois systèmes s'explique par des raisons historiques, des systèmes propres à chaque secteur ayant en effet été mis en place aux premières heures du recyclage institutionnalisé. Ces systèmes avaient pour objectif de garantir la proximité avec le secteur concerné afin de pouvoir réagir à ses besoins spécifiques. Il a ainsi été possible de vaincre les réserves par rapport à une participation volontaire à un système de reprise. En fonction du type d'appareil électrique ou électronique concerné, la reprise est aujourd'hui effectuée par Swico, par SENS ou par la Fondation Suisse pour le recyclage des sources lumineuses et lumineuses (SLRS).

En 2017, près de 122 800 tonnes<sup>1</sup> d'appareils électriques et électroniques usagés ont été éliminés par ces trois systèmes. Swico, SENS eRecycling et SLRS ont ainsi fortement contribué à ce que de précieuses ressources puissent repartir dans le circuit économique. L'interconnexion internationale de ces trois organisations au niveau européen, par exemple en tant que membres du WEEE Forum (Forum for Waste Electrical and Electronic Equipment), leur permet de poser des jalons au-delà des frontières en matière de recyclage des appareils électriques et électroniques.

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

## SENS

SENS eRecycling est une fondation à but non lucratif, indépendante et neutre, représentée par sa marque SENS eRecycling. Elle met l'accent sur la reprise, la valorisation durable et l'élimination des appareils électriques et électroniques des secteurs suivants: petits et gros appareils électroménagers, outils et appareils de bricolage, de jardinage et de loisirs et jouets. De plus, la Fondation SENS collabore étroitement avec des réseaux spécialisés dans lesquels sont représentées les parties concernées par le recyclage des appareils électriques et électroniques. En coopération avec ses partenaires, SENS s'engage à ce que le recyclage de ces appareils respecte les principes économiques et écologiques.

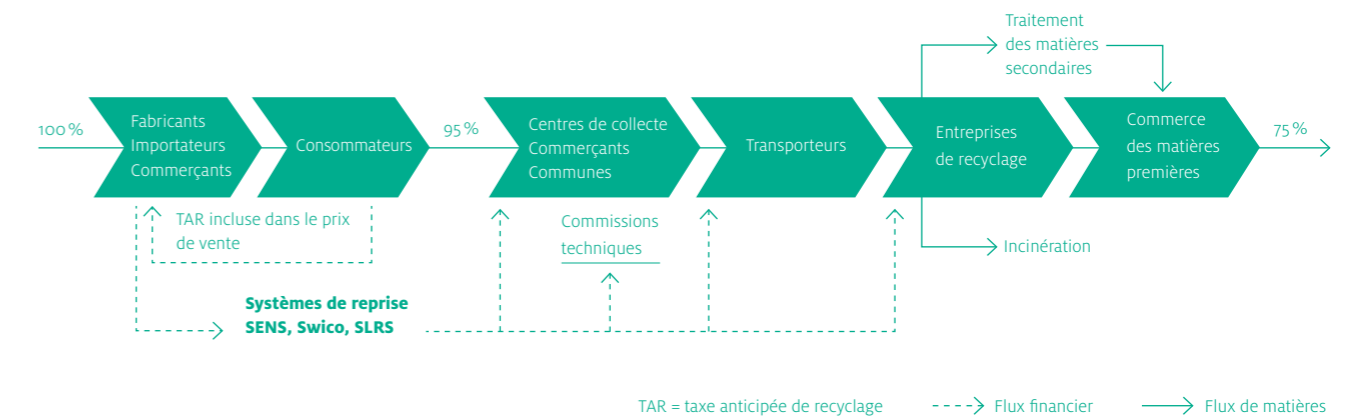
## Swico

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

## SLRS

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

Figure 1: Vue d'ensemble des systèmes de reprise.



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

## Taux de recyclage et condensateurs

Roman Eppenberger et Heinz Böni

Conformément à la décision des systèmes SENS eRecycling et Swico de réaliser l'audit selon deux bases techniques différentes (voir rapport technique 2017), la CT SENS/Swico se sont penchées sur les questions techniques importantes en 2017.

En raison du bas niveau des prix des matières premières, l'économie est tendue et la situation de nombreuses entreprises de recyclage est devenue plus difficile. Pour permettre à SENS eRecycling et à Swico de continuer à fournir une qualité de traitement élevée, on a réalisé pour la première fois, en plus des audits de surveillance annuels annoncés, un audit supplémentaire aléatoire spontané. Celui-ci a montré que les exigences étaient satisfaites dans la pratique, même en dehors des audits organisés sur une journée.

### Approfondissement des sujets techniques

Après l'introduction réussie du protocole d'audit selon la série de normes CENELEC EN 50625 (SN EN 50625), il s'agit maintenant de passer à l'adaptation du manuel des auditeurs. En 2018, ce document fera l'objet d'une révision pour être ensuite également accessible aux entreprises de recyclage et aux autres personnes intéressées. Il est essentiel que les audits effectués par les auditeurs reposent sur les mêmes dispositions d'application que la norme CENELEC. D'autre part, les entreprises auditées devraient savoir comment se préparer à l'audit et comment contrôler les dispositions dans l'entreprise.

Le calcul des taux de recyclage et de valorisation ne cesse d'être sujet à controverses. Et ce, non seulement en Suisse, mais également dans l'UE. Le fait que certains pays européens affichent des taux de recyclage de plus de 100% montre bien qu'on ne parle pas la même langue en Europe, au propre comme au figuré. L'année passée, la CT SENS/Swico a entrepris de traiter cette question dans un groupe de travail et d'établir des comparaisons avec les exigences de la série de normes EN 50625 (voir l'article de Rolf Widmer et Heinz Böni). Avec la reprise des condensateurs contenant des PCB dans les appareils électriques usagés, les systèmes se trouvent de plus

en plus confrontés à la demande des recycleurs de renoncer à l'extraction des condensateurs. La norme EN 50625 exigeant l'extraction des condensateurs contenant des PCB et des condensateurs électrolytiques supérieurs à 25 millimètres contenant des substances préoccupantes, SENS eRecycling et Swico ont initié un projet dont l'objectif est de clarifier si les appareils électriques usagés renferment des condensateurs contenant des PCB et si les condensateurs électrolytiques contiennent des substances préoccupantes. Ce projet s'achèvera courant 2018 et les résultats seront présentés dans le rapport technique 2019. Ces résultats seront probablement d'un grand intérêt également pour les autres pays, car on ignore toujours si les condensateurs électrolytiques contiennent des substances préoccupantes et si oui, de quelles substances préoccupantes il s'agit.

### Commissions techniques

En 2017, les CT ont connu diverses modifications sur le plan du personnel. En raison du décès tragique et inopiné d'Emil Franov (voir hommage séparé), Niklaus Renner d'IPSO ECO AG a rejoint l'équipe d'auditeurs de SENS eRecycling. Avec Niklaus Renner, l'équipe se voit renforcée d'un spécialiste qui, depuis longtemps déjà, assiste en arrière-plan notre auditeur de longue date et spécialiste des appareils de réfrigération Geri Hug. Cette coopération vise à assurer que la haute compétence de Geri Hug en matière de recyclage d'appareils de réfrigération reste dans la CT, même après son départ en retraite. L'équipe d'auditeurs de Swico accueille en son sein deux nouveaux spécialistes expérimentés dans le domaine des matières plastiques. Michael Gasser prend en charge les tâches d'Esther Thiébaud et Arthur Haarman prend la place de Patrick Wäger, qui a accepté une fonction de direction à l'Empa.



## Certificats Swico pour les partenaires de recyclage conformes à CENELEC

Heinz Böni

La norme suisse EN 50625-1:2014, qui a été élaborée par le CENELEC et publiée en tant que norme suisse par Electrosuisse, est entrée en vigueur en janvier 2014. Après une phase pilote de deux ans en 2015/2016, le respect de la série de normes est fixé contractuellement pour les partenaires de recyclage Swico depuis le 1er janvier 2017. Où en sont les partenaires de recyclage un an après?

Ces dernières années, la famille de normes SN EN 50625 s'est agrandie et a été élargie de normes supplémentaires et de spécifications techniques, l'ensemble des normes étant désormais pratiquement complet. Après la phase pilote, SENS eRecycling a tout d'abord renoncé à une introduction, continuant à s'appuyer sur les réglementations techniques de Swico et de SENS de 2012, déclarées comme constituant l'état de la technique en 2012 par l'Office fédéral de l'environnement. Les audits des partenaires de recyclage des deux systèmes continuent toutefois d'être réalisés en commun.

### Bilan intermédiaire

Un an après l'introduction, on peut dresser un bilan intermédiaire positif. Les partenaires de recyclage Swico ont largement mis en œuvre les exigences en partie plus vastes et plus précises en termes de contenu. Cela n'a pas été évident, compte tenu de la stagnation voire de la baisse des prix des métaux, qui entraîne une pression budgétaire sur le traitement. Le maintien d'une qualité de recyclage élevée tout en assurant une extraction des substances polluantes conformément aux réglementations est un défi majeur pour les entreprises de recyclage. S'ajoutent à cela des exigences supplémentaires en matière de logistique de collecte en raison des dangers inhérents aux appareils contenant des piles au lithium. Ainsi, face à l'augmentation de ces dangers potentiels, Swico a, dès 2016, modifié la collecte des appareils en passant des conteneurs aux palettes et aux cadres. Le traitement des appareils Swico contenant des substances polluantes et en particulier la question de savoir dans quelles conditions un transport en conteneur est encore possible sont deux éléments

qui ont été précisés dans la notice portant sur le traitement des appareils E+E usagés Swico contenant des polluants, en s'appuyant sur la série de normes EN 50625. Cette notice apporte également des clarifications sur les composants contenant des substances polluantes qui doivent être retirés des appareils avant leur démontage mécanique. Caractérisés dans la norme comme faisant partie de la catégorie 1, ces composants comprennent entre autres les éléments contenant du mercure, les lampes, les pièces contenant de l'amiante, les cartouches de toner, les écrans à cristaux liquides et les condensateurs contenant des PCB. Sur ce point, les différentes entreprises de recyclage doivent encore faire des efforts.

### Perspectives

Le respect des obligations de documentation stipulées par les normes CENELEC a fait l'objet d'un intérêt renforcé en 2018. Elles concernent en particulier les informations et les justificatifs détaillés sur les fractions générées lors du recyclage (quantités et composition), les informations sur le traitement ultérieur (destinataire suivant, technologies de traitement) et les justificatifs sur l'extraction des substances polluantes effectuées, ou de documentation similaire, au cas où elle n'aurait pas encore été effectuée chez les entreprises de recyclage Swico ou SENS, garantissant du traitement ultérieur. Ces informations vont de pair avec une saisie détaillée des résultats tirés d'essais par lots et avec l'introduction de la saisie des flux de matières plus fortement ventilée prévu pour 2020.



Photo 1: le 23 avril 2018, conformément à la norme suisse EN 50625, Swico remet un certificat à six partenaires de recyclage.

De gauche à droite: Jean-Marc Hensch (directeur de Swico), Robert Grill (Immark AG), Markus Stengele (Solenthaler Recycling AG), Monica Cum Nicastro (Roadstar Recycling SA), Urs Gerig (Ruag Environment SA), Sebastián Piguet (consortium Cablofer Recycling SA/leBird Sàrl), Sacha Moser (Bühlmann Recycling AG) et Heinz Böni (Empa, responsable du contrôle technique chez Swico).

Disponible en été 2018, le manuel CENELEC, qui servira de base aux audits annuels de toutes les parties prenantes, précisera les dispositions CENELEC et portera leur mise en œuvre en Suisse à un état homogène et praticable. Établi en 2018 en coopération avec la CT SENS, ce manuel s'orientera sur l'aide à l'exécution relative à l'état de la technique de l'ordonnance révisée sur la restitution, l'OREA élaborée courant 2018.

Six partenaires de recyclage Swico qui exécutent un premier traitement mécanique et qui, en 2017, ont passé l'audit selon SN EN 50625 avec succès, c'est-à-dire sans que des écarts critiques n'aient été constatés, se sont vus décerner, le 23 avril 2018, un certificat délivré par Swico, valable jusqu'à la prochaine date d'audit et au plus tard jusqu'au 31 décembre 2018. Deux entreprises doivent encore corriger leurs écarts critiques sur justificatifs afin de se voir dotées du certificat. Si elles ne parviennent pas à éliminer ces écarts critiques dans un délai maximum de six mois à compter de la validation du protocole, elles feront l'objet d'une audition menée par Swico et se verront éventuellement octroyer un nouveau délai pour rectifier les écarts en question. Dans le pire des cas, elles devront s'attendre à une résiliation de contrat.

# Composition modifiée et légère baisse des quantités

Michael Gasser

Après plusieurs années affichant des quantités élevées constantes, les quantités traitées d'appareils électriques et électroniques ont baissé cette année de 7%. Cela est essentiellement dû à une baisse des quantités dans les catégories appareils électroniques, gros appareils électriques et petits appareils électriques, les quantités des catégories appareils de réfrigération et surtout photovoltaïque enregistrant en revanche une hausse correspondant à la tendance actuelle.

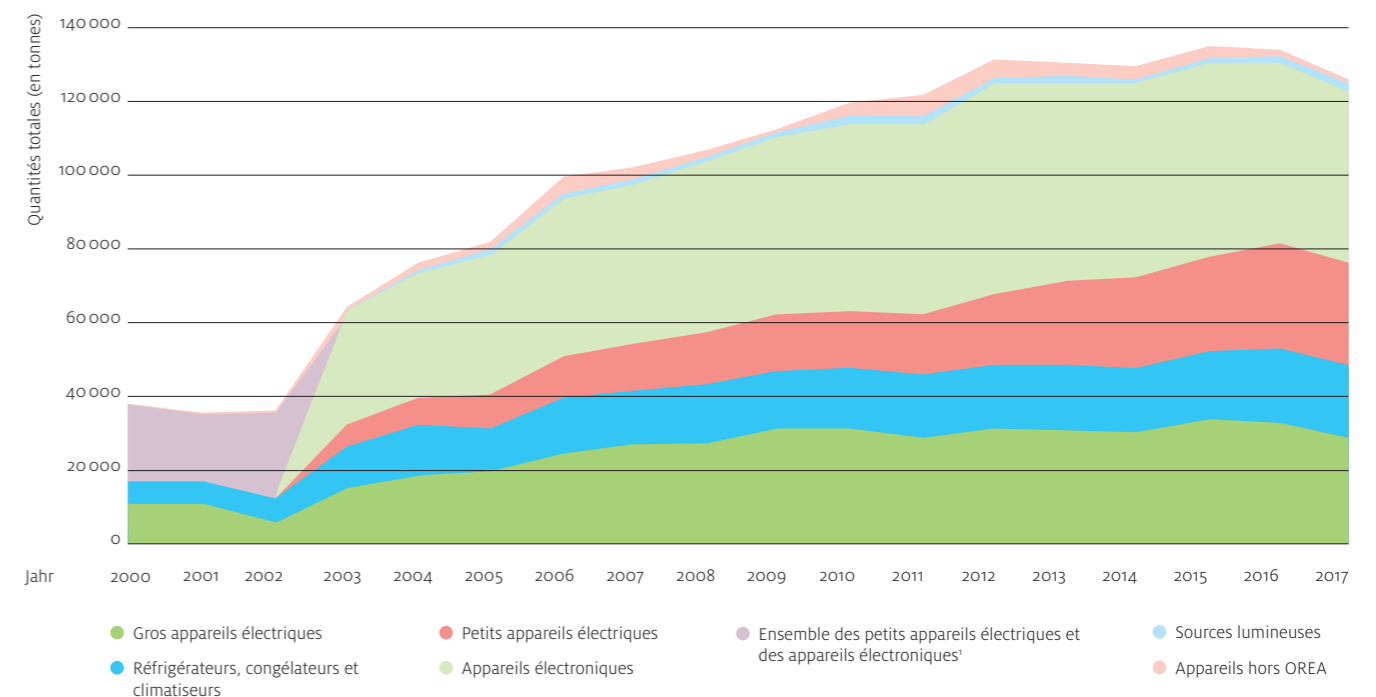
En 2017, les partenaires de recyclage Swico et SENS ont traité près de 122 800 tonnes d'appareils électriques et électroniques (appareils E+E), ce qui correspond, par rapport à l'année précédente, à une baisse de 7% (tableau 1 et figure 1). Le traitement des appareils, qui ne figurent pas dans les listes de l'OREA (appareils hors OREA), a connu la plus forte baisse. En baisse également, la quantité traitée des gros appareils électriques (-14%), des appareils électroniques (-6%) et des petits appareils électriques (-4%). Pour ce qui concerne les gros appareils électriques, la baisse des quantités est due en partie à la modification de la méthode de saisie: à partir de

2017, les gros appareils électroménagers ne sont plus enregistrés par unité avec leur poids standard, mais sont directement pesés. Dans la catégorie des appareils électroniques, on a traité à nouveau moins d'écrans à tubes cathodiques lourds de moniteurs d'ordinateurs et de téléviseurs. En revanche, la quantité d'appareils de réfrigération a encore augmenté, même si cette hausse n'a pas été aussi marquée qu'au cours de ces dernières années. La quantité d'équipement photovoltaïque traité a triplé par rapport à l'année précédente, mais cette catégorie représente toujours une faible part avec un total de 300 tonnes.

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

Année	Gros appareils électriques	Réfrigérateurs, congélateurs et climatiseurs	Petits appareils électriques	Appareils électroniques	Sources lumineuses	Photovoltaïque	Appareils hors OREA	Total tonnes/an
2009	30 400	15 300	14 900	47 300	1100		1200	110 200
2010	30 700	15 900	15 400	50 700	1130		3500	117 400
2011	27 800	16 800	16 300	51 300	1110		5200	118 500
2012	30 300	17 500	18 800	55 500	960		6000	129 100
2013	30 600	16 700	22 300	53 200	1100		4000	127 900
2014	29 400	17 200	23 900	52 000	1100		3000	126 600
2015	32 900	18 100	25 000	51 900	1100	100	3000	132 100
2016	32 500	19 200	27 900	49 000	1100	100	1900	131 800
2017	28 100	19 400	26 700	46 000	970	300	1300	122 800
<b>Variation par rapport à l'année précédente</b>	<b>-14 %</b>	<b>1 %</b>	<b>-4 %</b>	<b>-6 %</b>	<b>-12 %</b>	<b>200 %</b>	<b>-32 %</b>	<b>-7 %</b>

Figure 1: évolution des quantités d'appareils traités en Suisse en tonnes.



## Valorisation des matériaux

Des fractions de matériaux recyclables et de substances polluantes sont récupérées à partir du traitement manuel et mécanique d'appareils électriques usagés (figure 2). La part des métaux, qui s'élève à 62%, constitue la plus grande fraction de matériaux recyclables. L'inversement de la part du mélange matière plastique/métal (17%) et de la part des matières plastiques (10%) s'explique par une modification dans la saisie des mélanges de plastiques à teneur résiduelle en métal. La part de verre issue du traitement des tubes cathodiques a été environ réduite de moitié par rapport à l'année précédente, s'élevant encore à 2%. Les très précieux circuits imprimés constituent seulement 1,3% de la quantité totale. Cependant, il est souvent plus avantageux d'extraire manuellement ces matériaux avant de les soumettre à un traitement mécanique, afin de les récupérer dans un état aussi complet que possible. Les fractions de matériaux recyclables obtenues sont transformées dans des entreprises en aval et, dans la

mesure du possible, recyclées ou soumises à une valorisation thermique. Pour le traitement ultérieur, les partenaires de recyclage Swico et SENS doivent fournir des justificatifs de flux de matières qui décrivent le traitement ultérieur de ces fractions. Les métaux ferreux sont par principe définitivement traités dans des fonderies suisses, et les matériaux non ferreux, dans les fonderies européennes. Les mélanges matière plastique/métal sont encore séparés; selon le procédé de séparation et la composition, les métaux mais aussi les matières plastiques sont ici récupérés. Certaines fractions mélangées continuent à intégrer directement la valorisation énergétique, cette part ayant toutefois fortement baissé ces dernières années du fait des nouvelles possibilités de traitement. Les fractions dédiées aux différents types de verre (verre d'écran, verre plat et verre de recyclage de sources lumineuses) ainsi

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

que les câbles, les cartes de circuits imprimés et les piles font également l'objet de procédures de valorisation particulières.

**Extraction des substances toxiques**

La part de fractions de substances polluantes générées a légèrement augmenté, représentant 1% (figure 2). Cela est dû à une augmentation des appareils à piles ainsi qu'à une collecte de données plus précises concernant l'extraction des substances polluantes (par exemple le rétro-éclairage des écrans plats). Outre le recyclage des matériaux recyclables, l'extraction des substances polluantes fait partie des tâches principales des recycleurs suisses. Les polluants sont pour la plupart éliminés manuellement dans des ateliers de démontage. Il s'agit par exemple d'extraire les condensateurs des gros appareils électroménagers, les piles des appareils électroniques ou de démonter l'éclairage de fond des écrans plats, des scanners et des photocopieurs. Ce faisant, il faut constamment adapter l'extraction et la gestion des substances polluantes aux technologies modifiées et aux nouveaux acquis. Mais les entreprises doivent également continuer à être en mesure d'extraire et d'éliminer dans les règles de l'art les polluants issus des appareils de plus ancienne génération, ce qui constitue des exigences élevées pour les entreprises de recyclage et implique des systèmes d'assurance qualité très performants.

**Reprise et composition d'appareils électroniques**

Swico Recycling examine régulièrement les quantités récupérées et la composition des appareils électroniques. Pour ce faire, Swico Recycling procède à des analyses de paniers types et à des essais de traitement de certains groupes de produits (tableau 2). En 2017, Swico Recycling a repris 48 525 tonnes<sup>1</sup> d'appareils électroniques, soit 7,3% de moins que l'année précédente. Les poids et les unités repris de moniteurs et de téléviseurs CRT continue à baisser, s'inscrivant ainsi dans la tendance à long terme. Pour ce qui concerne les moniteurs et les téléviseurs à écran plat, le nombre d'appareils repris

continue à augmenter, mais le poids total reste à peu près au même niveau en raison de la baisse du poids moyen. Quant aux téléphones portables, le nombre d'unités continue également à augmenter: la baisse continue du poids moyen contribue à une baisse du poids total de -22%. On observe généralement une tendance similaire, quoique un peu moins prononcée, dans la catégorie électronique grand public. La composition des différentes catégories d'appareils est déterminée par des essais de traitement menés auprès des recycleurs Swico et suivis par l'Empa. En l'occurrence, on collecte une quantité d'appareils définie auparavant et on documente les fractions en résultant. Les quantités détaillées d'appareils électroniques repris et leur composition sont listées dans le tableau 2.

**La page droite**

<sup>1</sup> FPD: écrans plats, différentes technologies (LCD, plasma, OLED, etc.).  
<sup>2</sup> Appareils IT, mixtes, sans moniteurs, PC/serveurs, ordinateurs portables, imprimantes, gros photocopieurs/gros appareils.  
<sup>3</sup> Électronique grand public, mixte, sans téléviseurs.  
<sup>4</sup> Extrapolation.  
<sup>5</sup> Emballages et autres déchets, cartouches de toner.  
<sup>6</sup> Ce chiffre est supérieur aux 46 000 tonnes d'appareils électroniques du tableau 1, car il comprend également les appareils que les signataires A ont éliminés via des contrats directs.

Source: Michael Gasser, Empa, sur la base d'analyses de traitement et de paniers types Swico, 21 Mars, Saint-Gall.

Figure 2: composition des fractions générées en % en 2017  
 Les polluants ne représentant que 1% des fractions générées sont représentés séparément.

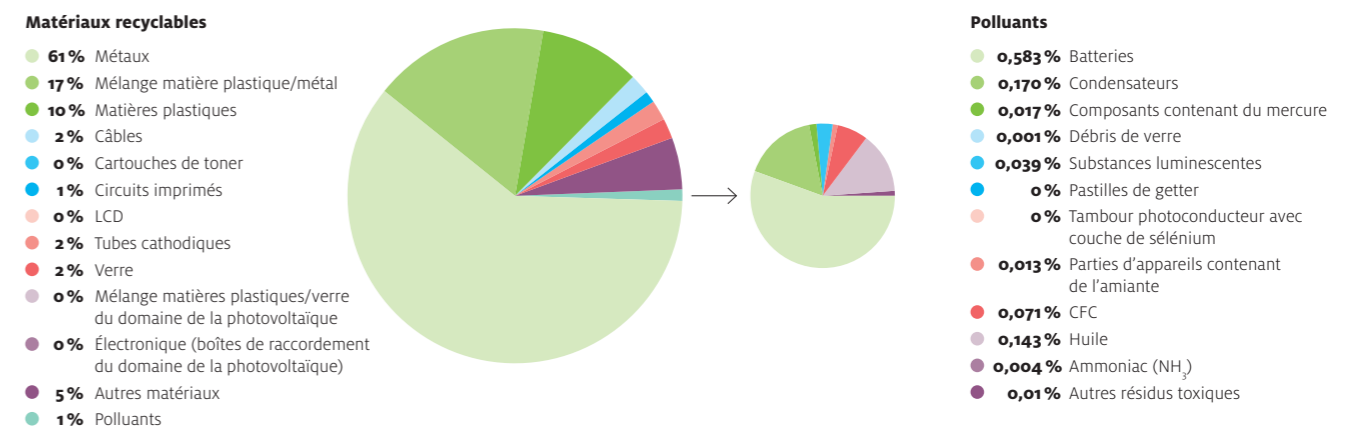


Tableau 2: quantités Swico collectées et composition par type d'appareil.

Type d'appareil	Nombre <sup>1</sup> (en milliers)	Poids moyen (en kg)	Métaux (en tonnes)	Matières plastiques (en tonnes)	Mélanges de métaux/matières plastiques (en tonnes)	Câbles (en tonnes)	Verre et/ou modules LCD (en tonnes)	Circuits imprimés (en tonnes)	Polluants (en tonnes)	Autres <sup>5</sup> (en tonnes)	Total (en tonnes)	Augmentation/diminution par rapport à 2016
Moniteur CRT de PC	52	18	136	185	88	24	406	85	0,1	4	927	-26%
Moniteur FPD de PC <sup>1</sup>	631	5,8	1434	1156	70	45	570	259	33,5	91	3658	-5%
PC/serveurs	413	11	3732	263	12	139		378	14		4538	1%
Ordinateur portable	458	2,8	378	373	131	6,6	113	186	89	5,4	1282	9%
Imprimantes	474	12	2015	3060	350	31	39	99	1,7	92	5688	-10%
Gros photocopieurs/gros appareils	54	132	3914	269	2570	130	4,8	58	62	184	7192	-5%
IT mixte <sup>2</sup>	618	3,2	1076	71	712	36	1,0	15	17	50	1977	-6%
Téléviseurs CRT	242	24	573	1188	193	21	3757	71	5	3,1	5810	-24%
Téléviseurs FPD <sup>1</sup>	215	19	1970	733	430	56	357	342	45	142	4076	8%
UE mixte <sup>3</sup>	3234	3,3	5758	388	3877	195	5,5	84	93	271	10 672	-4%
Téléphone portable	743		18	40			5,8	25	23		111	-22%
Téléphone autres	1463		1273	84	843	42	1,2	18	20	59	2340	-12%
Photo/vidéo	200		87	5,7	58	2,9	0,1	1,3	1,4	4,1	160	-1%
Dentaire											93	0%
<b>Total en tonnes</b>			<b>22 363</b>	<b>7817</b>	<b>9334</b>	<b>726</b>	<b>5260</b>	<b>1621</b>	<b>404</b>	<b>906</b>	<b>48 525<sup>6</sup></b>	<b>-7,3%</b>
<b>Total en pour cent</b>			<b>46%</b>	<b>16%</b>	<b>19%</b>	<b>1%</b>	<b>11%</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>	



# Appareils de réfrigération (année sous revue: 2017)

Geri Hug et Niklaus Renner

En 2017, les quatre entreprises suisses de recyclage d'appareils de réfrigération n'ont traité que légèrement moins d'appareils de réfrigération et de congélation électrodomestiques que l'année précédente. Sur un total de 350 000 appareils (correspondant à environ 17 500 tonnes), les réfrigérants et les gaz propulseurs ont été récupérés des compresseurs et de la mousse d'isolation dans le plus grand respect des exigences techniques. La tendance à la hausse des appareils VHC plus respectueux de l'environnement se poursuit, puisqu'ils représentent désormais une part de 64 % du point de vue des réfrigérants. Si on distingue les types de gaz propulseur dans la mousse PU, cette part s'élève même à 71 % du mix d'appareils.

Un appareil de réfrigération électrodomestique moyen mis au recyclage en Suisse se compose comme suit (valeurs empiriques approximatives):

- Métaux (fer, aluminium, cuivre): 64 %
- Matières plastiques: 22 %
- Mousse de polyuréthane (PU): 10 %
- Mélange de réfrigérants et de gaz propulseurs (VFC et VHC) et huile de compresseur: 2 %
- Autres (compartiments, etc.): 2 %

Alors que près de 88% de la masse d'appareils a pu être considérée comme exemptes de polluants et traitée fondamentalement selon la technique de recyclage habituelle, la part des composants à impact sur le climat et nocifs pour la couche d'ozone (réfrigérants et mousse PU, y compris les gaz propulseurs qui s'y trouvent), s'élevant à environ 12%, nécessite un dispositif d'installation hautement spécialisé. Avant de démonter les appareils en fractions au moyen de cisailles rotatives et de séparateurs magnétiques et à courant de Foucault en aval ainsi que de presses de granulation, etc. (niveau de traitement 2), il faut aspirer les réfrigérants hors des compresseurs sans déperdition (niveau de traitement 1). Le dégazage et la condensation contrôlés des gaz propulseurs au niveau 2 s'effectue via une technique du froid mécanique ainsi qu'en utilisant de l'azote liquide à basse température jusqu'à

-90 °C. Après être passés par divers groupe filtrants, les flux d'échappement d'air des installations sont surveillés en matière de R11 et de R12.

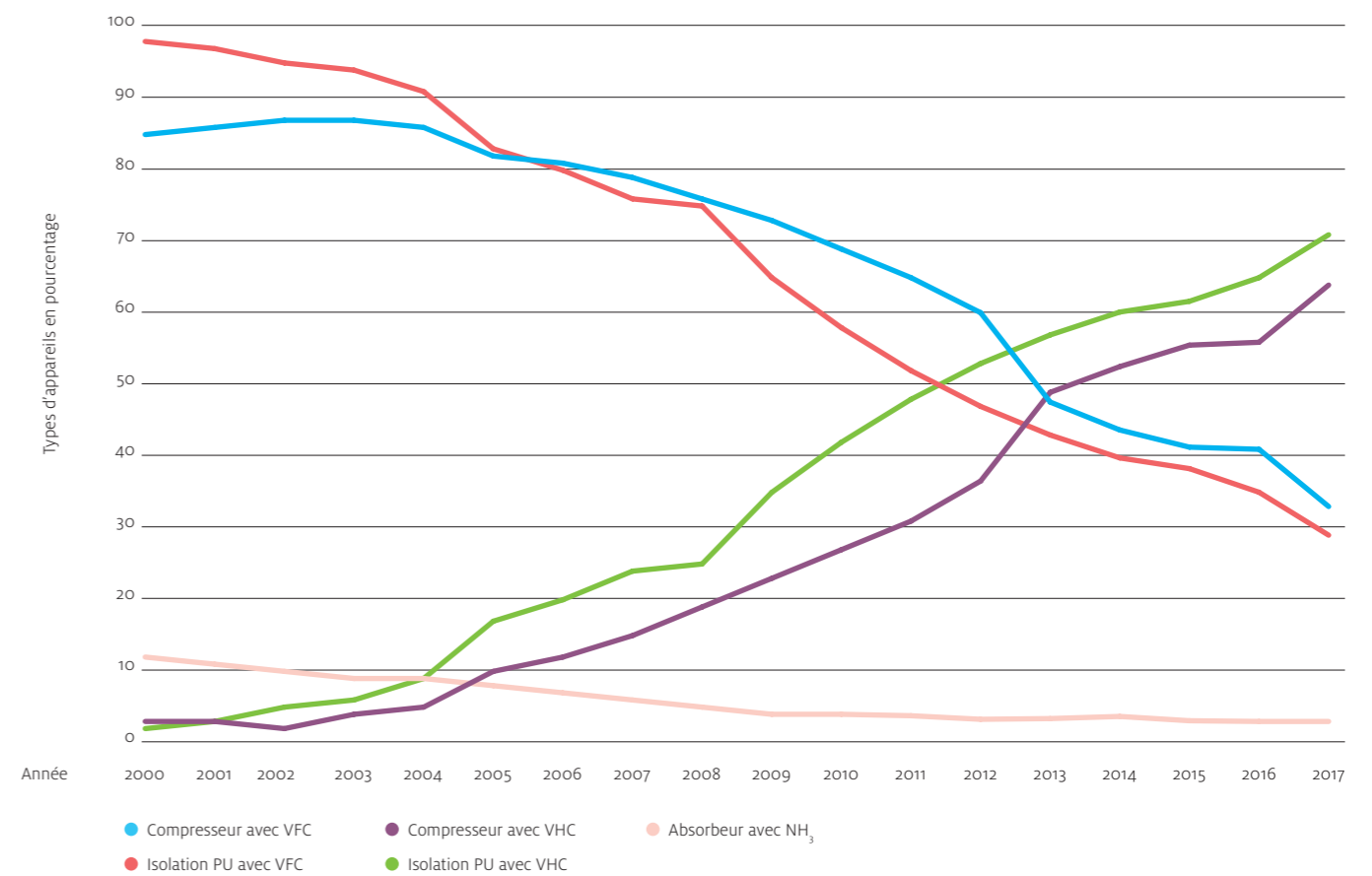
Les installations sont soumises à un audit tous les deux ans et validées à l'aide d'essais par lots, les méthodes de calcul étant appliquées en conformité avec le standard CENELEC EN 50625-2-3 et les spécifications techniques 50625-3-4.

### Progression des appareils VHC plus forte que prévue

Dans l'année sous revue actuelle, les appareils usagés traités au niveau 1 et dont les compresseurs fonctionnaient aux hydrocarbures respectueux de l'environnement (hydrocarbures volatiles, VHC) représentent déjà 64 %, ce qui correspond à une hausse significative de 8 % par rapport à l'année précédente. En revanche, la part des compresseurs VFC (fluorocarbures volatiles) a baissé pour passer à 33 %. Le nombre d'appareils avec systèmes d'absorbeurs contenant de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) n'évolue guère depuis des années et représente environ 3 % (voir figure 1).

Actuellement, 71 % de tous les appareils de réfrigération mis au recyclage comprenaient une isolation en mousse PU contenant des gaz propulseurs VHC, ce qui correspond à une augmentation de la part des appareils respectueux de l'environnement, également au niveau 2, allant au-delà des espérances (+6 %).

Figure 1: évolution des types d'appareils traités au niveau 1 (compresseurs contenant des VFC ou des VHC, systèmes d'absorbeurs contenant de l'ammoniac) et au niveau 2 (mousse d'isolation en PU contenant des VFC ou des VHC).

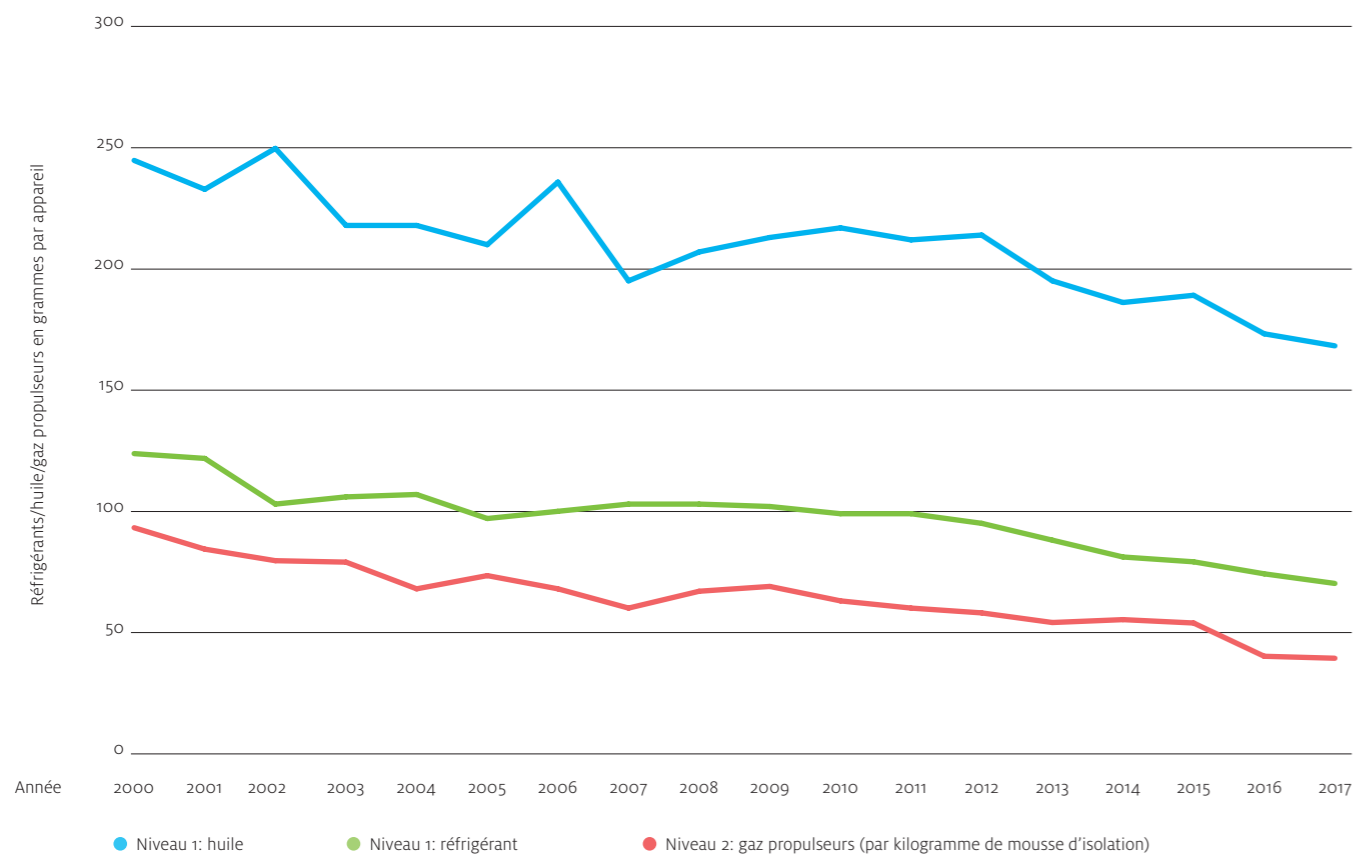


### La tendance dans le mix d'appareils se reflète dans les quantités récupérées

La baisse des appareils VFC entrants, sur les deux niveaux de traitement, se reflète également dans la récupération sous forme de plus faibles quantités récupérées de réfrigérants et de gaz propulseurs. Ceci s'explique par deux facteurs: d'une part, par les poids de remplissage ou les concentrations de VHC bien plus faibles dans l'isolation PU et d'autre part, par la baisse des poids spécifiques d'isobutane ou de cyclopentane

par rapport aux VFC habituels (82 grammes de VFC ou 38 grammes de VHC par kilogramme de mousse PU, conformément aux essais de performance et aux indications des fabricants). En 2015, au niveau de traitement 1, pratiquement 80 grammes de réfrigérant pouvait être aspiré de chaque compresseur. En 2016, ce chiffre s'élevait à 74 grammes, et, en 2017, à 70 grammes. Dans la même période, la quantité d'huile a baissé pour passer de 189 grammes à actuellement 168 grammes. Cela vient renforcer la supposition selon

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



laquelle, sur les compresseurs de type VHC, non seulement le poids de remplissage du réfrigérant, mais également la quantité d'huile sont moindres.

On peut constater la même tendance au niveau 2: au tournant du millénaire, des quantités avoisinant les 80 grammes par kilogramme de PU étaient encore récupérées. Ce chiffre n'a cessé de baisser depuis. En 2015, la valeur moyenne était déjà de pratiquement 54 grammes. En 2016, notamment en raison d'une modification de la méthode de calcul, cette valeur a chuté de manière abrupte pour passer à 40 grammes. Cette valeur n'a guère bougé au cours de l'année sous revue, où elle était de 39 grammes. En 2017, la quantité réelle de gaz

propulseurs récupérés s'élevait à 175 grammes par bâti traité. Les données sont cohérentes, avec une hausse observée au niveau des nombres de bâtis de type VHC et une baisse du poids spécifique du mélange de gaz propulseurs (voir figure 2). Le tracé de la courbe des appareils VFC en fin de vie ne peut pas être prédit avec précision; mais ce qu'on peut prévoir en revanche, c'est qu'il se rapproche du zéro de manière asymptotique. D'ici là, le traitement mixte des appareils VFC et VHC dans les installations suisses de recyclage hautement spécialisées correspond à l'état de la technique.



Photo 1: livraison d'appareils de réfrigération à l'entreprise de recyclage.

Photo 2: appareils de réfrigération avant le traitement de niveau 2 (broyage avec récupération des gaz propulseurs).



#### Une comparaison impressionnante

En 2016, la récupération, suivie de la destruction contrôlée des réfrigérants et des gaz propulseurs, avait permis d'éviter l'émission de 370 000 tonnes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. En 2017, ce chiffre s'élevait à environ 290 000 tonnes de CO<sub>2</sub>, compte tenu de la modification du mix d'appareils. Le recyclage des appareils de réfrigération reste toutefois d'une énorme importance pour l'environnement, ce que montre la comparaison suivante: il faudrait qu'une voiture suisse (émission: 134 g CO<sub>2</sub>/km) parcoure plus de 2 milliards de kilomètres ou fasse plus de 54 000 fois le tour de la terre pour émettre une quantité équivalente de dioxyde de carbone.

# Tour d'horizon des réglementations et des normes

Rolf Widmer et Heinz Böni

Les prestations de recyclage et de valorisation de tous les partenaires de traitement de Swico et de SENS sont déterminées une fois par an. Le procédé est depuis longtemps stipulé dans les prescriptions techniques de Swico et de SENS (TV:2012). L'ensemble de normes suisse SN EN 50625, qui sert pour l'instant de référence contractuelle pour les partenaires de recyclage de Swico, précise et complète les TV:2012 sur ce sujet.

## Contexte

Dans le domaine de la gestion des déchets en Europe, on utilise aujourd'hui les deux chiffres clés que sont le taux de recyclage (TR) et le taux de valorisation (TV) comme justificatif de performance. En principe, le TR correspond à la fraction massique soumise à un recyclage des matériaux, tandis que le TV tient compte en plus de la fraction massique soumise à une valorisation énergétique. Les différents flux de déchets se voient attribuer des objectifs individuels de recyclage et de valorisation (ORV), c'est-à-dire des taux de recyclage et de valorisation (TRV) minimum définis.

Dans le système d'élimination simplifié représenté dans le graphique suivant, il apparaît clairement que même des indicateurs apparemment simples tels que les TRV peuvent prêter à confusion. Les taux doivent être déterminés en tant que fractions massiques, par exemple le TR des appareils E+E usagés pourrait être la part de la masse totale de tous les

matériaux recyclés ( $M_5$ ) sur la masse totale de tous les appareils collectés ( $M_2$ ), à savoir  $TR = M_5/M_2$ . Cela semble évident et plausible, mais la plupart du temps, ce taux n'est pas défini de cette manière. La détermination du TRV de Swico et de SENS se réfère par exemple à  $TR = M_5/M_3$  ou à  $TR = M_4/M_3$ . C'est-à-dire matériaux entrants introduits dans le recyclage, ou matériaux sortants issus du recyclage, divisés par matériaux entrants chez les partenaires de recyclage de Swico et de SENS; certains pays de l'UE utilisent  $TR = M_2/M_5$ , c'est-à-dire appareils E+E usagés collectés divisés par appareils neufs vendus. Au final, on trouve pratiquement toutes les variantes possibles pour diviser les cinq masses  $M_1$  à  $M_5$ , d'où des TRV extrêmement différents. De même, on ignore souvent ce que signifie vraiment la masse totale d'un matériau soumis à un recyclage ou à une valorisation énergétique. Par exemple, dans le cas d'une valorisation thermique d'une matière plastique (MP) dans un incinérateur de déchets avec utilisation de chaleur (R1-KVA), faut-il considérer la masse totale comme

valorisée, ou faut-il soustraire la part (environ 35 %) de chaleur qui s'échappe par la cheminée? Ou encore faut-il considérer par exemple une fraction d'aluminium pure transformée dans une fonderie à 90 % en barres d'aluminium et à 10 % en oxyde d'aluminium non utilisable comme 100 % recyclée? Applicables depuis 2012, les prescriptions techniques TV:2012<sup>1</sup> règlent notamment de telles questions. S'appuyant sur la directive DEEE relative au traitement des appareils E+E usagés, elles indiquent qu'une entreprise doit atteindre preuve à l'appui des TRV déterminés, ce qui est validé avec des essais par lots, ou, si possible, par des bilans annuels de flux de matières.

Pour les fractions générées devant être livrées à des destinataires pour une séparation supplémentaire, il est nécessaire de fournir des justificatifs concernant leur composition ainsi que le TRV dans ces processus de traitement externes. Cela vaut pour toutes les entreprises externes qui reçoivent des fractions et qui les séparent, en tant que destinataires, en fractions supplémentaires par un traitement. Par conséquent, cela implique une documentation de toute la chaîne de traitement jusqu'à ce que chaque fraction, ou plus exactement leurs composants (components), puissent être affectés, dans une technologie de valorisation reconnue finale, à l'une des cinq classes d'utilisation suivantes:

MR	Valorisation des matériaux, recyclage (material recycling)
ER	Valorisation énergétique (energy recovery)
TD	Élimination thermique sans utilisation d'énergie (thermal disposal) <sup>2</sup>
LD	Décharge, élimination (landfill disposal)
RU	Réutilisation de composants (reuse) <sup>3</sup>

Le calcul des TRV est effectué au moyen de reporting RepTool, un logiciel du WEEE Forum ([www.f-reptool.org](http://www.f-reptool.org)). Pour ce faire, le partenaire de recyclage doit documenter ses calculs

et fournir les justificatifs requis, et permettre à la CT de consulter les données, les calculs et les justificatifs nécessaires pour qu'elle puisse effectuer les calculs. Pour certaines fractions dont le traitement ultérieur est connu de la CT, il est possible d'appliquer les TRV standard répertoriés dans TV:2012 sans devoir fournir un justificatif. Les modifications de tous les processus de traitement internes ou externes susceptibles de modifier les TRV doivent être signalés sans délai à la CT. Depuis 2007, les dispositions de la série de normes suisse EN 50625 s'applique pour le traitement des appareils E+E usagés. En termes de TRV, elle précise les différentes prescriptions des TV:2012.

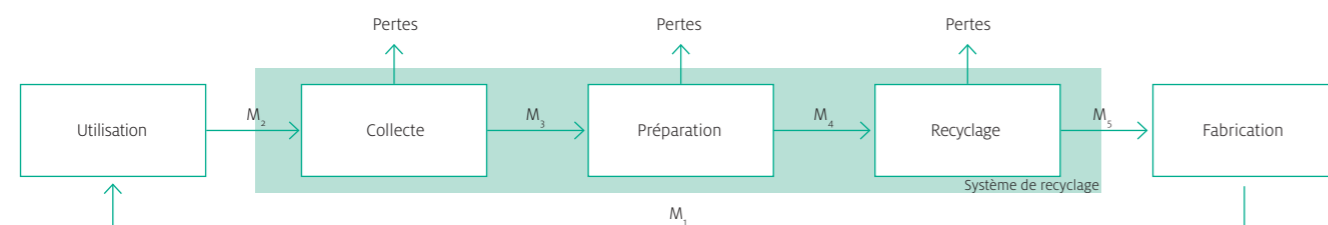
## Méthode actuelle de détermination des TRV

Pour déterminer les TRV, la marche à suivre suivante s'applique par principe:

- Les TRV doivent être définis au moins une fois par an pour chaque flux de traitement. Dans le cas d'un seul flux, éventuellement uniquement sur la base du bilan annuel des masses, et, dans le cas de plusieurs flux mixtes, un essai par lots est requis au moins tous les deux ans.
- Les TRV déterminés par les essais par lots doivent être comparés avec ceux du bilan annuel des masses et, si l'écart est inférieur à 10 %, il convient d'utiliser les valeurs du bilan annuel des masses, ou sinon celles de l'essai par lots, et d'expliquer cet écart.

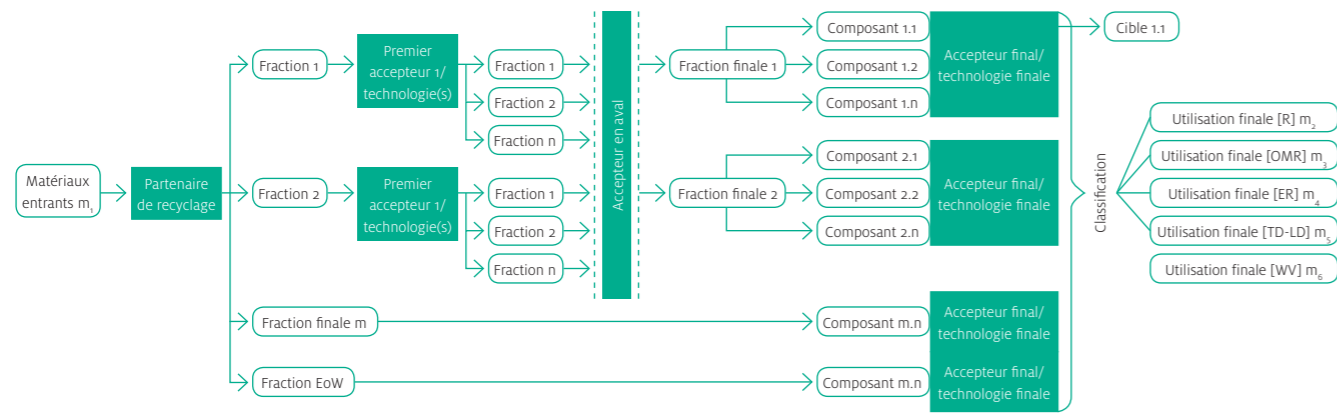
L'infrastructure de calcul des bilans annuels des masses chez Swico et SENS ne permet actuellement pas de déterminer les TRV. Pour ce faire, les outils et en particulier le logiciel Toocy sont en cours de révision. D'ici là, les systèmes prévoient des séries d'essais par lots annuels qui, conjointement avec d'autres collectes de données, permettent de livrer des

Figure 1: système d'élimination simplifié dans lequel  $m_1$  à  $m_5$  représentent l'ensemble des flux de masse à un certain endroit de la chaîne de traitement. «Préparation» correspond à tous les processus de traitement manuels et mécaniques qui génère des fractions finales pour les dernières étapes de traitement, le recyclage.



<sup>1</sup> Voir la rubrique «Documents» dans <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/abfallpolitik-und-massnahmen/vollzugshilfe-ueber-den-verkehr-mit-sonderabfaellen-und-anderen-/umweltvertraegliche-entsorgung-von-sonderabfaellen-und-anderen-k/umweltvertraegliche-entsorgung-von-elektrischen-und-elektronisch.html>  
<sup>2</sup> Cette classification vaut également pour tous les matériaux non combustibles qui arrivent dans une installation d'incinération  
<sup>3</sup> Sans destruction de leur fonction originelle.

Figure 2: modèle de traitement et de calcul selon SN EN 50625. Pour le calcul des TRV, il est nécessaire, dans le dernier traitement (final acceptor/final technology), de classer les composants (components) des dernières fractions (final fractions) dans l'une des quatre utilisations possibles. Cette classification permet d'affecter chaque composant de fraction à l'une des masses  $m_2$  à  $m_5$  (c'est-à-dire que  $m_5 = 0$  car non permis dans le système SENS/Swico).



informations représentatives sur la performance RV. Les explications fournies par la norme montrent le modèle de traitement et de calcul sous-jacent qui est entièrement pris en compte dans RepTool (figure 2).

Selon ce modèle, les fractions sortantes générées d'un traitement ont trois états:

1<sup>er</sup> état: «EoW», l'infraction n'est plus un déchet,

2<sup>e</sup> état: «final», fraction finale qui va vers un dernier destinataire ou

3<sup>e</sup> état: «ni EoW ni final», une fraction qui est à nouveau traitée.

En outre, il y a des fractions «pures» qui contiennent une fraction massique de moins de 2% de substances étrangères. On entend par substance étrangère tout ce qui ne correspond pas au matériau cible à récupérer, par exemple, un transformateur composé d'un noyau en fer et d'un bobinage en cuivre est certes pratiquement exclusivement métallique, mais il n'est pas «pur».

Afin de saisir le traitement propre à l'entreprise d'un partenaire de recyclage (operator) jusqu'à ses fractions sortantes, les processus de traitement internes sont enregistrés dans RepTool selon le même schéma que les processus de traitement externes. On utilise pour ce faire un schéma fonctionnel des procédés simplifiés qui comprend autant de niveaux que d'étapes (par exemple moulin). Les fractions sortantes générées sont affectées au procédé de classification correspondant (par exemple courant de Foucault; par exemple la fraction

«Al pur 2.3.» est générée au niveau 2 dans la classification 3). Chaque niveau interne assume ainsi dans RepTool le même rôle qu'un destinataire externe. Cette structure permet de représenter également les entreprises dont le traitement interne est réparti sur plusieurs sites (figure 3).

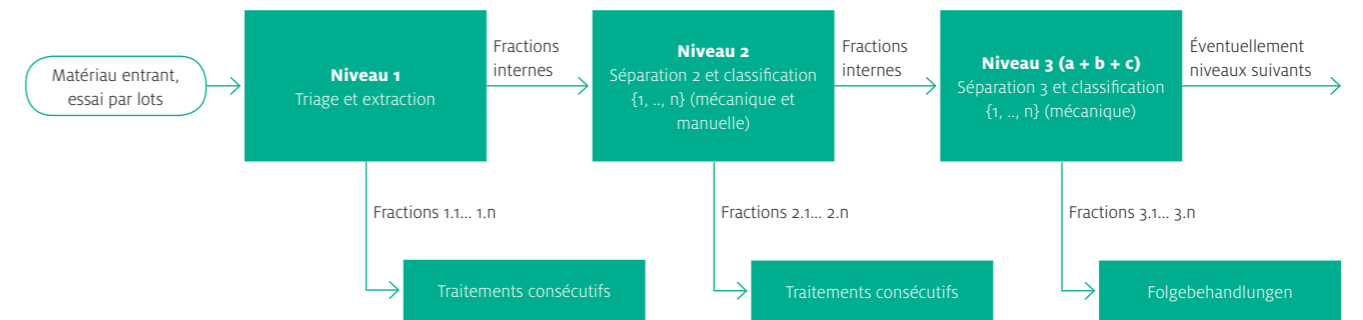
Cette chaîne sans faille permet finalement de calculer les TRV:  
 $TR = m_2 / m_1$   
 $TV = TR + (m_3 + m_4) / m_1$

Pour le calcul des TRV, on a donc besoin uniquement des composants de fraction finale et de la classification de leur utilisation. Par rapport aux TV:2012, la nouvelle classe «autre valorisation des matériaux» (OMR), qui n'est pas prise en compte dans le calcul du TR (par exemple remplissage) est ajoutée, et TD et LD sont regroupés.

Pour certains métaux selon TS 50625-5<sup>1</sup>, il faut, par rapport aux TV:2012, désormais atteindre trois objectifs, et non plus deux: outre les TRV habituels, il faut, dans le «dernier traitement» atteindre, preuve à l'appui, un rendement A (yield) supérieur ou égal à 90% pour Cu, Ag, Au et Pd. Ce rendement est défini comme la fraction massique d'un métal spécifique dans la fraction finale (infeed), qui est transformé lors du dernier traitement dans la fonderie en métal pur ou en alliage pur ou en sel pur (représenté dans la figure 2 par «Composant 1.1» vers «Target 1.1»).

Dans la mesure où une fraction finale est «pure» et que le dernier traitement est conçu pour la récupération de ce matériau, on peut s'attendre à un rendement élevé. Pour simplifier, on suppose ainsi généralement, sans connaître le rendement, un TR de 100%. Le même principe est souvent appliqué pour les fractions finales «non pures», c'est-à-dire

Figure 3: schéma fonctionnel des procédés simplifiés du traitement interne. On indique ici que le traitement de niveau 3 s'effectue sur les trois sites a, b et c.



que chaque fraction finale soumise à un dernier traitement spécialisé est dite recyclée à 100%. Cela peut considérablement édulcorer la performance RV réelle<sup>2</sup>.

Toutes les fractions «EoW» sont par définition considérées comme recyclées ou valorisées, leur composition ainsi que le dernier destinataire/le dernier traitement doit toutefois être connu. Bien qu'aucun des partenaires de recyclage Swico et SENS ne génère de telles fractions actuellement, il se pose également ici la question de savoir si une fraction «non pure» «EoW» doit être considérée comme 100% recyclée. Le groupe de travail TRV, qui a été créé notamment pour clarifier ces questions, fait les recommandations suivantes:

- Pour tenir compte des différentes possibilités de classification, on a recours à deux classes dans RepTool: la classe «National» présente les rapports les plus réels possibles pour les TRV communs de SENS et de Swico; par exemple, les rendements courants (yield) sont pris en compte pour les matériaux/l'énergie cibles.<sup>3</sup> La classe «Modèle» représente les rapports TRV courants en Europe.
- Pour la classe «National», le principe suivant s'applique: si une fraction est caractérisée comme «pure» sans justificatif, on suppose une fraction massique de substances étrangères de 2% qui n'est pas prise en compte dans le calcul du TR. Il faut considérer des pertes supplémentaires de matériau cible dans le traitement final (par exemple rendement < 100%).
- Si la fraction est «pure» preuve à l'appui, elle n'est plus composée, c'est-à-dire qu'elle ne se compose plus que d'un seul matériau cible. Cela ne signifie toutefois pas encore que son rendement dans le traitement final soit égal à 100%.<sup>4</sup>

### Perspectives

Pour l'évaluation des essais par lots de cette année, les données contextuelles suivantes font l'objet d'une révision:

- Le tableau 5.1 «TVR standard pour certaines fractions» issu des TV:2012 est perfectionné conjointement par la CT SENS/Swico.
- Le tableau 6.2 «Types de recyclage et de valorisation reconnus» issu des TV:2012 est remplacé par le tableau actuel correspondant du RepTool.
- La liste de paquets RepTool existants (processus de traitement connus actuels) est consultée, élargie et si nécessaire révisée.

Afin de simplifier la transmission de données depuis les essais par lots des entreprises dans RepTool, les masques électroniques de saisie de données sont en outre améliorés, et la conversion des désignations des fractions internes à l'entreprise vers les codes RepTool va y contribuer en particulier.

<sup>1</sup> TS 50625-5 «Spécification pour le traitement final des fractions d'appareils électriques et électroniques usagés – cuivre et métaux précieux».  
<sup>2</sup> Recycling-Quotenzauber: [https://www.tomm-c.de/fileadmin/pdf/2017/Obermeier\\_Recycling-Quotenzauber\\_20170915\\_final.pdf](https://www.tomm-c.de/fileadmin/pdf/2017/Obermeier_Recycling-Quotenzauber_20170915_final.pdf)  
<sup>3</sup> Par exemple pour MP dans une R1-KVA, seule la fraction massique organique de la fraction pondérée avec un degré d'efficacité minimum de 65% est prise en compte comme EV, c'est-à-dire dans le meilleur des cas TR = 65%; pour la classe «Modèle» on a TV = 100%.  
<sup>4</sup> Par exemple pour Al «pur», on suppose que le rendement Al est de 95%, c'est-à-dire que 5% de la fraction finale Al n'est pas pris en compte dans le TR (sauf si les scories sont également utilisées comme produits). Pour la classe «Modèle», on a un TR = 100%.

## Un parcours semé d'embûches vers une économie circulaire propre

Michael Gasser et Arthur Haarman

Le recyclage des matières plastiques est un sujet important, tant dans le secteur des appareils E+E usagés que dans le discours public. Après les métaux, les matières plastiques représentent la plus forte proportion en poids des appareils E+E usagés. Mais ils ne sont recyclés que dans une faible ampleur car ils posent de véritables défis d'ordre technologique et économique. Les objectifs du taux de recyclage étant de plus en plus élevés, le recyclage des matières plastiques devient de plus en plus une nécessité pour les entreprises. Les récentes évolutions telles que les perturbations du marché et les exigences plus strictes en matière de traitement ne sauraient toutefois mettre en difficulté le recyclage des matières plastiques issues des appareils E+E usagés.

La part des matières plastiques dans les appareils E+E usagés a tendance à augmenter chaque année et se trouve actuellement à un niveau moyen d'environ 25 % en poids. À la fin du cycle de vie d'un produit, les fractions de matières plastiques sont soit soumises à un recyclage du matériau, soit brûlées en vue d'une récupération d'énergie. D'un point de vue écologique, il est souvent plus avantageux de recycler les matières plastiques, en particulier les matières plastiques de qualité qui sont utilisées dans les appareils électriques et électroniques, que de les brûler.

En termes de valorisation des matériaux, les fractions de matières plastiques comptent parmi les fractions les plus complexes des appareils E+E usagés. La difficulté réside dans le tri, au cours duquel il convient d'obtenir des fractions suffisamment pures. Les types de matières plastiques incompatibles doivent être séparés les uns des autres. En outre, il est aujourd'hui nécessaire d'éliminer les additifs de matières plastiques interdits, comme certains retardateurs de flamme, avant de procéder à un recyclage.

Compte tenu de ces défis, les matières plastiques issues des appareils E+E usagés ne représentent qu'une faible part dans le circuit des matériaux. Cependant, nous avons pu observer ces dernières années un important changement dans les flux

de matières plastiques. Les matières plastiques sont de moins en moins brûlées directement et de plus en plus soumises à des étapes de traitement supplémentaires. En 2007, moins de 10 % des matières plastiques issues des appareils E+E usagés étaient intégrés dans les étapes de traitement supplémentaires, pour 30 % en 2011 et 35 % en 2016. Lors du traitement des fractions de matières plastique mixtes issues d'un traitement mécanique, des types de matières plastiques supplémentaires peuvent être soumis à un recyclage grâce à des nouveautés technologiques. De même, on a pu observer une augmentation du prélèvement manuel de matières plastiques. De telles fractions présentent souvent une pureté très élevée et peuvent être, dans certains cas, directement traitées en matières premières de récupération.

Aujourd'hui, le recyclage des matières plastiques fait partie intégrante du recyclage des appareils E+E usagés. Des essais par lots précédemment menés montrent que les partenaires de recyclage ne peuvent atteindre les taux de recyclage actuellement prescrits qu'en recyclant une part de matières plastiques. Ceci vaut essentiellement pour les catégories des appareils des technologies de l'information et de la communication ainsi que pour les petits appareils ménagers dont la part de matières plastiques peut s'élever sensiblement au-dessus de la moyenne (environ 50 % en poids).



Photo 1: réutilisation d'emballages avec étiquette de conformité RoHS dans le secteur informel du recyclage des matières plastiques en Inde (photo: Arthur Haarman).

### Évolutions actuelles: perturbations du marché et exigences plus strictes en matière de traitement

Les différentes fractions de matières plastiques issues des appareils E+E usagés requièrent souvent l'intervention d'entreprises de transformation et d'utilisateurs spécialisés. Cela entraîne des flux de matières complexes, souvent transfrontaliers et donc sensibles. La moindre modification des prescriptions et des normes en matière de traitement et de commerce des déchets de matières plastiques peut ainsi avoir d'énormes répercussions sur les taux de recyclage des matières plastiques issues des appareils E+E usagés. Certaines évolutions actuelles de ce secteur sont présentées ci-après. Dans le cadre de l'initiative «National Sword», la Chine, qui est traditionnellement l'un des principaux importateurs et transformateurs de déchets de matières plastiques, a récemment interdit l'introduction de différents déchets de matières plastiques. Dans l'industrie du recyclage des matières plastiques, cette décision a généralement entraîné un manque de transformateurs et d'utilisateurs de matières plastiques secondaires en aval. On ignore encore quel sera l'impact de cette interdiction sur les matières issues des appareils E+E usagés en particulier. Même si cette évolution représente à court terme un risque considérable pour le recyclage des matières plastiques issues des appareils E+E usagés, elle a

permis de créer des capacités de recyclage supplémentaires à long terme en Europe.

En route vers une économie circulaire, l'industrie du recyclage doit faire face à des objectifs contradictoires, à savoir une augmentation des taux de recyclage et une extraction des substances polluées héritées (legacy substances) dans les circuits des matériaux. Après l'interdiction d'une substance, celle-ci est souvent remplacée par une substance tout aussi douteuse, qui se voit elle aussi interdite quelques années plus tard (substitution regrettable). Ainsi, les flux de déchets comprennent souvent plusieurs générations de substances interdites, chaque substance faisant l'objet de réglementations transitoires différentes. Citons l'exemple des polybromodiphényléthers (PBDE), qui forment un groupe important de retardateurs de flamme bromés (RFB). En mai 2017, le décabromodiphényléther (décaBDE) a été le dernier composé PBDE d'importance économique à être intégré en tant que polluant organique persistant (POP) dans la convention de Stockholm. En Europe et en Suisse, le secteur électronique est bien préparé à ce changement car l'utilisation de tous les PBDE est déjà fortement restreinte par la directive RoHS. Et malgré tout, on peut trouver des quantités significatives de décaBDE et d'autres PBDE dans les appareils E+E usagés.



Photos 2 et 3: échantillonnage de matières plastiques issues de gros appareils électroménagers en vue de déterminer la teneur en polluants (photos: Arthur Haarman).

Pour des raisons pratiques, le recyclage des appareils E+E usagés est soumis à des prescriptions de traitement fixées dans la norme SN EN 50625 qui sont encore plus complètes. Celles-ci requièrent, pour les matières plastiques issues de certains groupes d'appareils, une extraction de toutes les substances bromées en dessous de la limite de concentration de 2000 ppm. Aujourd'hui, l'industrie est donc déjà prête à réagir aux interdictions futures d'autres retardateurs de flamme bromés. Les interdictions d'autres retardateurs de flamme, par exemple ceux contenant du phosphore, aurait toutefois des conséquences importantes.

Pour assurer une extraction de polluants appropriée, il est essentiel que des exigences comparables s'appliquent à tous les flux de matières concernés. La SN EN 50625 exempte actuellement les matières plastiques issues des gros appareils électroménagers d'une extraction de brome. Mais différents résultats de mesure pourraient attester de la présence de BFR dans de telles matières plastiques. Une étude en cours à l'échelle européenne collecte actuellement des données afin de vérifier s'il est possible de continuer à justifier cette exception. Les résultats obtenus jusqu'à présent montrent que les limites de concentration en vigueur en Europe ne sont pas dépassées.

Cependant, les gros appareils électroménagers, en particulier les appareils non réfrigérants, peuvent être malgré tout à l'origine de frets considérables. Les pays dont les exigences sont plus strictes que la norme européenne pourraient abroger cette exception, ce qui entraînerait des obligations de traitement et de documentation supplémentaires.

### Perspectives

Les taux de recyclage prescrits pourraient continuer à augmenter à l'avenir. Les principaux composants des appareils E+E usagés ont déjà, à l'exception des matières plastiques, largement récupérés. Ils ne peuvent donc contribuer que légèrement à une augmentation des taux de recyclage.

La récupération des matières plastiques reste ainsi un défi central également à l'avenir. Ceci vaut non seulement pour le recyclage des appareils E+E usagés, mais aussi pour les autres déchets tels que les emballages et les véhicules. C'est pourquoi la commission européenne a identifié les matières plastiques comme étant un matériau important dans le cadre du plan d'action de l'union européenne visant à une économie circulaire, et a élaboré une stratégie spéciale pour les matières plastiques dans l'économie circulaire. Dans cette stratégie, l'UE s'engage à promouvoir la mise en place d'une nouvelle gestion des matières plastiques.

Le conflit d'intérêts qui existe entre l'élimination des substances chimiques dangereuses et le renforcement de la réutilisation devrait s'amplifier, entraînant ainsi une augmentation de la demande en solutions techniques innovantes.

Dans les pays émergents et en développement, le recyclage des matières plastiques est une source de revenus pour de nombreux ménages à faible revenus, et il existe encore un fort potentiel d'amélioration en la matière. Le traitement des substances polluées dans les matières plastiques représente un problème d'ampleur irrésolu dans ces pays. Ces pays pourraient ainsi bénéficier d'un plus fort engagement de l'UE.

## Les déchets comme ressources pour un développement durable

Heinz Böni, Rolf Widmer, Michael Gasser et Arthur Haarman

En Suisse, les systèmes de reprise et de recyclage des appareils E+E usagés existent depuis plus de 20 ans. Fort de cette longue expérience, le Secrétariat d'État à l'économie (SECO) a décidé, dès 2002, d'encourager les pays émergents et en développement dans leurs efforts de mise en place de systèmes de gestion des déchets électroniques (e-déchets). L'Empa s'est vue confier l'exécution de ces activités, tandis que SENS eRecycling et Swico sont membres de l'organe de suivi consultatif.

Dans les pays en développement, la valorisation des matériaux issus des déchets est généralement prise en charge dans le secteur dit informel. Cette situation recèle de nombreux risques tels que la pollution de l'environnement, les problèmes sanitaires et la propagation des substances dangereuses, dont ces pays n'ont généralement pas conscience. En d'autres termes, ils n'ont pas de standards de qualité et de durabilité réalisables et généralement acceptés. Depuis 2003, le SECO développe des partenariats de la connaissance dans le secteur de la gestion des e-déchets. Dans le cadre du Swiss e-Waste Programme, la Suisse encourage l'Inde, la Chine, l'Afrique du Sud, la Colombie et le Pérou dans leurs efforts d'améliorer leur système de gestion des e-déchets. Aujourd'hui, pratiquement tous ces pays partenaires ont adopté des directives correspondantes.

Ce succès a conduit au développement d'une approche plus complète sous la forme du programme successeur Sustainable Recycling Industries (SRI). L'objectif de développement du SRI est l'intégration et la participation durables des petites et moyennes entreprises des pays émergents et en développement dans le recyclage mondial de ressources secondaires. SRI, qui bénéficie également du financement du SECO, est mis en œuvre conjointement par l'Empa<sup>1</sup>, le WRF<sup>2</sup> et ecoinvent<sup>3</sup> par le biais de trois composantes du programme liées les unes aux autres:

– Écobilans: SRI établit des inventaires régionaux de bilans écologiques (LCI) pour évaluer la performance écologique et

sociale du cycle de vie des activités industrielles et informelles. Pour ce faire, les compétences locales et régionales nécessaires sont développées et mises en place au Brésil, en Inde et en Afrique du Sud.

- Initiatives de recyclage: SRI encourage la Colombie, l'Égypte, le Ghana, l'Inde, le Pérou et l'Afrique du Sud à organiser durablement, conjointement avec les institutions privées et publiques, les capacités existantes de recyclage des e-déchets, et en particulier dans le secteur informel.
- Table ronde SRI: SRI promeut la consultation des parties prenantes afin d'améliorer les systèmes de gestion des e-déchets et en particulier de concevoir des critères de durabilité pour les matières secondaires sous forme d'un document ISO.

### Le recyclage des matières plastiques en Inde

Selon toute estimation, le recyclage des matières plastiques en Inde occupe entre 0,5 et 1 million d'habitants. La majeure partie des activités s'effectue dans le secteur informel sans régulation ni soutien de l'État. Le recyclage des matières plastiques est une importante source de revenus pour les groupes de population en situation de pauvreté, fournit des matières secondaires à l'industrie et contribue à une réduction sensible

<sup>1</sup> www.empa.ch/tsl – Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche/département Technologie et Société.

<sup>2</sup> www.wrforum.org – World Resources Forum.

<sup>3</sup> www.ecoinvent.org – The world's most consistent & transparent life cycle inventory database.



Photo 1: épluchage de câbles et tri par couleurs de fractions dans le secteur informel à Delhi en Inde.

des émissions de CO<sub>2</sub>. Mais il reste encore des enjeux majeurs, comme par exemple les recyclats de moindre qualité, l'extraction insuffisante d'additifs interdits, l'élimination non conforme des polluants ainsi que le manque de sécurité en matière de droit du travail.

Le programme SRI encourage un développement plus durable du secteur indien du recyclage des matériaux plastiques en mettant l'accent sur les matériaux plastiques ignifugés. Cela va de pair avec des prescriptions internationales sur l'extraction des POP (voir également l'article concernant le recyclage des matières plastiques, pp. 24 ss.).

Une extraction effectuée dans les règles de l'art a pour effet d'améliorer les caractéristiques des granulats et donc d'améliorer l'accès aux marchés, tout en créant également la marge de manœuvre nécessaire pour d'autres améliorations sur le plan écologique et social. Le projet évalue différentes technologies d'extraction et d'élimination de fractions de matières plastiques polluées, et assure la formation de différentes parties prenantes. Les résultats sont mis en œuvre dans des projets phares, contribuant ainsi à une formalisation en douceur et à une amélioration du secteur du recyclage.

Le recyclage des matières plastiques, en particulier des matières plastiques issues des appareils électroniques usagés contenant des additifs nocifs, est un problème dans la plupart des pays émergents et en développement. Les expériences et les réussites réalisées en Inde suscitent par conséquent un grand intérêt dans le monde entier et sont mises en œuvre avec succès également dans d'autres pays.

### Audit CENELEC en Colombie et au Pérou

En Colombie et au Pérou, les activités du projet ont démarré il y a environ dix ans. Bénéficiant du soutien du directeur Swico de l'époque, différentes manifestations ont été organisées en étroite collaboration avec le ministère de l'environnement et avec la participation du ministre de l'environnement et des associations industrielles nationales respectives (ANDI en Colombie et SNI au Pérou). Celles-ci avaient pour objectif d'attirer l'attention des fabricants, des importateurs, des grands distributeurs, de l'administration et des associations industrielles sur cette problématique et de les inciter à agir.

Différentes études ont soutenu ce processus et ont conduit aux premières dispositions légales sur la reprise et la valorisation des ordinateurs et de leurs périphériques. Des lois nationales ont été adoptées en 2012 au Pérou et en 2013 en Colombie, décrétant aux fabricants, aux importateurs et aux grands distributeurs une responsabilité du fait des produits élargie. En outre, différentes normes techniques ont été élaborées et arrêtées.

Ces conditions-cadres légales ont fait émerger plusieurs systèmes collectifs de reprise d'appareils électriques et électroniques usagés, aussi bien en Colombie qu'au Pérou. En Colombie, neuf entreprises de recyclage ont fondé en 2017 l'association ACORAE, la première union des recycleurs d'e-déchets d'Amérique latine. En 2016 et 2017, sur initiative des systèmes collectifs de reprise Ecocomputo et Red Verde, dix entreprises ont été auditées pour la première fois par des



Photo 2: audit selon EN 50625 dans une entreprise de recyclage à Lima au Pérou.

Photo 4: les cinq principes et les 17 objectifs correspondants.



**17 objectifs**

- 1.1 Instaurer des lieux de travail garantissant sécurité et santé.
- 1.2 Établir des termes et des conditions de travail décentes et équitables.
- 1.3 Mettre un terme au travail des enfants, au travail forcé et à toutes formes de discrimination.
- 1.4 Assurer la liberté d'association et le droit de négociation collective.
- 1.5 Fournir un des canaux transparents de communication et de dialogue avec les travailleurs.
- 2.1 Respecter et encourager les droits des communautés locales.
- 2.2 Permettre l'inclusion sociale des travailleurs dans la communauté.
- 2.3 Établir des canaux transparents de communication et de dialogue avec les communautés locales.
- 3.1 Conserver et protéger l'eau, l'air et les ressources du sol.
- 3.2 Restaurer les aires gravement endommagées par les opérations de récupération des métaux.
- 3.3 Conserver et protéger la biodiversité, les écosystèmes, et les services écosystémiques.
- 4.1 Promouvoir les technologies et les stratégies afin d'augmenter la récupération des métaux secondaires.
- 5.1 Évaluer les conditions de base existantes des opérations de métaux secondaires.
- 5.2 Atténuer les impacts négatifs et renforcer les impacts positifs au moyen d'un plan de gestion.
- 5.3 Renforcer la capacité organisationnelle des opérateurs économiques.
- 5.4 Assurer la conformité avec les lois et les réglementations locales et nationales.
- 5.5 Éliminer les pots-de-vin, le blanchiment d'argent et la corruption.

experts de l'Empa qui se sont orientés sur le standard international de la série de normes CENELEC EN 50625. Les audits ont également été menés au Pérou. Les résultats sont impressionnants: la plupart des entreprises effectuant des travaux de démontage manuels peuvent s'aligner sur les exigences européennes. Certaines entreprises doivent encore s'améliorer pour ce qui concerne l'extraction des polluants et le traitement dans les règles de l'art des composants dangereux ou contenant des polluants qui sont prélevés des appareils usagés, par exemple les piles au lithium, les rétro-éclairages des écrans plats contenant du mercure et les matières plastiques.

Après pratiquement dix ans de collaboration avec la Colombie et le Pérou, ces deux pays sont aujourd'hui des précurseurs en Amérique du Sud en matière de traitement durable des appareils électriques et électroniques. Les systèmes de reprise de plus grande envergure en Colombie, qui se sont regroupés dans une organisation faîtière en 2017, prévoit cette année de rejoindre le WEEE Forum.

**Principes directeurs pour une gestion durable des métaux secondaires**

Le programme SRI a invité dès 2015 les principales parties prenantes à participer à une table ronde pour promouvoir le développement de principes directeurs pour une gestion durable des métaux secondaires (Guidance Principles ou simplement GP) et pour ensuite publier le résultat comme International Workshop Agreement (IWA) dans le cadre de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Ce processus ISO IWA était un processus consensuel qui comprenait quatre ateliers suivis d'une revue publique, et qui s'est terminé fin 2016 avec la publication de l'IWA. Cette activité a été dirigée par l'Association Suisse de Normalisation (SNV), par ordre de l'ISO et exécutée dans le cadre de la table ronde SRI.

L'objectif des GP est de créer un cadre mondial crédible pour la gestion durable des métaux secondaires. Ils entendent donner des points de repère à ce sujet aux acteurs économiques (par exemple individus, TPE, PME, GE), mais aussi aux gouvernements, aux organismes de standardisation et aux autres parties prenantes.

Les GP formulent 17 objectifs d'une gestion durable des métaux secondaires, regroupés en cinq principes:

**Principe 1:** instaurer des conditions de travail garantissant sécurité, santé et équité

**Principe 2:** construire et renforcer les relations et la résilience des communautés locales

**Principe 3:** préserver et protéger l'environnement et les ressources naturelles

**Principe 4:** améliorer la récupération des métaux secondaires

**Principe 5:** mettre en œuvre une approche de gestion durable

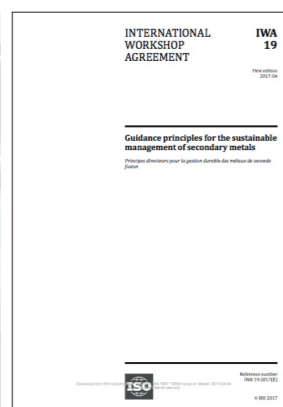
L'application des GP est actuellement testée dans différents projets SRI, l'IWA devant être perfectionné dans les trois ans pour être érigé au rang de norme ISO. L'expérience concrète en matière d'application sur le terrain est nécessaire à cette fin.

**Perspectives**

Selon toute prévision, l'histoire couronnée de succès de SRI et de son prédécesseur, le Swiss e-Waste Programme va se poursuivre. Le SECO est en train de s'entretenir avec les responsables du programme pour voir comment orienter et organiser la poursuite de SRI à partir de 2019. Indépendamment de cela, les acquis de ces programmes en tant que connaissances et savoir-faire nouveaux vont se répandre et se perfectionner dans les pays et les organisations partenaires par l'intermédiaire d'un grand nombre de parties prenantes.

Pour en savoir plus sur SRI:  
[www.sustainable-recycling.org](http://www.sustainable-recycling.org)  
[www.sustainable-recycling.org/e-library/publications](http://www.sustainable-recycling.org/e-library/publications)  
[www.sustainable-recycling.org/wp-content/uploads/2015/06/161230\\_GPVersionDraft3.0.pdf](http://www.sustainable-recycling.org/wp-content/uploads/2015/06/161230_GPVersionDraft3.0.pdf)

Photo 3: groupes de travail dédiés à l'élaboration du concept pour les GP sur le WRF à Davos en 2016 et le résultat, l'IWA19, après 18 mois de travail intense.





# Conformité à l'ADR dans le recyclage des sources lumineuses

Roman Eppenberger

Les sources lumineuses sont des déchets spéciaux qui n'ont longtemps exigé qu'un document de suivi pour déchets spéciaux. Depuis le 1er juillet 2015, les sources lumineuses sont soumises aux prescriptions de l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR). Mais qu'est-ce que cela signifie désormais pour la reprise des sources lumineuses? Par principe, l'ADR relatif aux sources lumineuses n'est pas applicable aux particuliers. Un particulier peut amener les anciennes sources lumineuses de son foyer à un point de vente ou un centre de collecte sans prescriptions particulières.

Mais il en va tout autrement pour les entreprises professionnelles/commerciales. Les prescriptions de l'ADR ne s'appliquent pas à toutes les sources lumineuses mais uniquement aux «sources lumineuses contenant des substances dangereuses». Dans le cas des sources lumineuses, la substance dangereuse est le mercure. Mais cela ne vaut pas non plus pour toutes les sources lumineuses contenant du mercure. Tant que le mercure se trouve en dessous d'un gramme par source lumineuse, la disposition spéciale SV 366 entre en jeu.

La SV 366 prescrit certaines conditions validant cette exemption. Chaque source lumineuse doit contenir au maximum un gramme de mercure, chaque colis doit contenir au maximum 30 grammes de mercure et le mercure doit rester scellé à l'intérieur du colis. Dans le jargon de l'ADR, on appelle cela un emballage complet. L'emballage doit être fermé sur ses six faces (en haut, en bas, sur les côtés). Si cet emballage chute d'une hauteur d'1,20 mètre, le contenu peut certes se briser mais la poudre contenant le mercure ne doit pas pouvoir s'échapper de l'emballage. Les conditions supplémentaires de la SV 366 sont respectées sans problème, un tube fluorescent contenant moins de 0,005 gramme (5 milligrammes) de mercure. Et si une palette à montants chargée au maximum sans paroi comprend un maximum de 1500 tubes fluorescents, nous nous trouvons également en dessous de la limite de 30 grammes de mercure pour le colis.

## Et qu'en est-il maintenant du transport des sources lumineuses?

Dans le cas des sources lumineuses ayant une forme spéciale, aucun changement n'est nécessaire tant qu'elles sont transportées par palettes ou par palox avec sacs intérieurs en PE. Les sacs intérieurs en PE doivent être noués pour que le transport soit conforme à la SV 366 (voir photo 01).

Mais il en va autrement des sources lumineuses rectilignes, car la forme de transport actuellement utilisée, à savoir, les palettes à montants thermorétractées, ne réussit pas l'essai de l'emballage complet (voir photo 2).

SENS a donc fait le tour du marché et est tombée sur une solution déjà utilisée avec succès depuis quelques temps en Allemagne. Cette solution comprend une paroi dans la palette à montants, qui est rétractée par la suite une fois remplie. Sur le site Internet de SENS, vous trouverez à la rubrique «Téléchargements» un film qui décrit comment installer cette paroi (voir photo 3).

Ces parois ont été introduites sur le marché en 2018 à titre d'essai, mais leur introduction complète va toutefois certainement se prolonger jusqu'en 2019. Bien entendu, il est possible de recourir à d'autres variantes d'emballage dans la mesure où elles sont conformes à la prescription

Photos 1 à 3: le transport de sources lumineuses.



Photo 1: cette forme de livraison est conforme.



Photo 2: cette forme de livraison n'est plus conforme.



Photo 3: cette forme de livraison est désormais conforme à l'ADR.

SV 366. À titre d'exemple, il convient de citer les boîtes en matière plastique ou en métal, qui sont déjà pourvues d'un certificat d'essai. SENS/SLRS a opté pour la solution à parois pour continuer à assurer l'utilisation des palettes à montant, encore largement répandue.

## ADR (Wikipedia)

L'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR), fait à Genève le 30 septembre 1957, contient des prescriptions spécifiques relatives au transport par route concernant l'emballage, la sécurité de chargement et le marquage des marchandises dangereuses.

## Hommage à Robert Hediger

### Directeur de la Fondation SENS de 1991 à 2008



Dr. nat. sc. Robert Hediger

En 1990, Robert Hediger a effectué avec succès un séjour en Australie au cours duquel, en qualité de scientifique, il a fait de la recherche en génétique sur des bœufs et des moutons, lui permettant de se hisser à une position de leader dans la recherche. De retour en Suisse, force lui est de constater que les chaires à l'EPF ou à l'université qui lui permettraient de poursuivre une carrière académique dans son domaine sont occupées pour plusieurs années. Il décide donc d'être ouvert à la nouveauté. Je lui ai proposé le poste de directeur de la Stiftung Entsorgung Schweiz (SENS) qui venait d'être créée. Il a accepté mon offre quelques jours plus tard et a pris ses fonctions en janvier 1991.

Peu de temps avant, la Fondation SENS avait été chargée par l'Association Suisse des Fabricants et Fournisseurs d'Appareils électrodomestiques (FEA) d'élaborer un concept pour l'élimination des appareils de réfrigération dans toute la Suisse. Les premiers mois de 1991 ont été consacrés à trouver activement des solutions adaptées et pragmatiques pour les domaines de la technique, de la logistique et du financement. En été 1991, les résultats ont été présentés à la FEA et à la communauté d'intérêt Logistique qu'il avait fondé, et SENS s'en est vue confier l'exécution. Le 1er novembre 1991, la Fondation SENS a lancé la première vignette pour réfrigérateur que le consommateur devait acheter pour éliminer son ancien réfrigérateur. C'est à Robert Hediger que reviennent le mérite et la responsabilité de la réussite du développement de cette vignette, avec le code-barres et l'ensemble du déroulement du processus, mission à laquelle

il s'adonna entièrement. Doté d'un esprit d'équipe remarquable, il s'est fait au fil des années un excellent réseau constitué de personnes hautement compétentes dans son domaine et dans lesquels il pouvait avoir une confiance aveugle. C'est ce que lui a permis de garder un secrétariat exécutif de taille réduite et de former une organisation forte à l'aide de travailleurs indépendants compétents. Après la mutation du secrétariat exécutif d'Aarau à Zurich, où il a travaillé pendant un temps à 50 % pour la société SIGA ASS (organisme prédécesseur de PUSCH L'environnement en pratique), le déménagement et la mise en place du secrétariat exécutif ce sont organisés dans la rue Obstgartenstrasse. La Fondation SENS s'est fixée d'emblée l'objectif primordial d'atteindre une grande transparence des flux de matières et de marchandises et de permettre à ses partenaires de recyclage de remplir les critères qu'ils avaient déterminés comme standards. Un objectif que Robert Hediger a atteint avec la mise en place de la CT SENS, dont la tâche était de contrôler régulièrement les entreprises de recyclage afin de vérifier si elles respectaient les prescriptions de SENS. Il était d'emblée clair qu'il ne s'agissait pas de remplir des tableaux mais plutôt de permettre à l'entreprise de recyclage dans son ensemble d'appréhender correctement la tâche définie dans le contrat de recyclage.

Le passage de la vignette (comme taxe d'élimination directe) à la taxe anticipée de recyclage en 2001/2002 a été rétrospectivement l'un des projets les plus ambitieux, que Robert Hediger a maîtrisé avec bravoure en sa qualité de directeur de la Fondation SENS. En effet, il a fallu non seulement mettre en place un propre système informatique (au lieu de reprendre un système existant, de le transformer à grands efforts puis de verser des taxes annuelles élevées), mais aussi estimer quel allait être le coût financier, surtout dans les six premiers mois. Directeur de l'un des systèmes de reprise leaders en Europe, Robert Hediger a participé à la création du WEEE Forum, où nous avons constitué au fil des années une équipe idéale – lui comme président du projet Waste Electric and Electronic Equipment Label of Excellence (WEEELABEX). La Fondation SENS sera toujours reconnaissante à Robert Hediger pour le travail qu'il a accompli en tant que premier directeur.

Andreas Röthlisberger, Président du Conseil de fondation SENS Zurich, février 2018

## Hommage à Emil Franov

### Emil Franov est décédé le 10 août 2017 à l'âge de 48 ans



Emil Franov

Après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur en environnement à l'EPF de Zurich, Emil Franov a commencé ses activités de conseiller environnemental en 1996. Il est resté cinq ans conseiller environnemental dans une société de services internationale. À partir de 2001, il a travaillé chez Carbotech AG à Bâle en tant que conseiller, chef de projet, responsable de secteur et membre de la direction, ses spécialités étant le conseil environnemental, les écobilans et la conformité. Il était chargé d'établir des écobilans annuels pour différentes entreprises et de saisir des indicateurs d'ordre environnemental selon différents standards internationaux. À partir de 2002, il a été expert de l'organe de contrôle et membre de la commission technique de la Fondation SENS.

Grâce à une coopération de longue date avec SENS, Emil Franov a pu, peu à peu, élargir ses activités et ses connaissances, et se spécialiser dans le recyclage des gros appareils électroménagers et des sources lumineuses. Il était en outre Lead Auditor WEEELABEX qualifié de SENS, ce qui lui valait une excellente connaissance de la situation en Europe. Il était un véritable pilier dans la communication de SENS en matière de durabilité, puisqu'il a réalisé le bilan écologique des 25 années de SENS et communiqué les chiffres environnementaux abstraits en les étayant d'illustrations parlantes. Il a introduit les auditeurs Flora Conte et Silvan Rüttimann dans la CT SENS/Swico les a épaulés avec succès dans leur période d'initiation.

Emil Franov était très apprécié de tous dans la profession. SENS voyait en lui un partenaire compétent, toujours à l'écoute et toujours à la recherche de solutions viables et pragmatiques. C'est aussi l'impression qu'avaient de lui les recycleurs qu'il a audités. Nous nous souviendrons d'Emil Franov comme de quelqu'un d'aimable, d'agréable d'intéressant et de curieux. Il partageait son savoir et ses idées avec tout le monde. Ses réflexions et ses positions restent encore d'actualité aujourd'hui.

Emil Franov avait fait de la protection de l'environnement son cheval de bataille. Il était conscient de l'urgence des problèmes mondiaux et transmettait ses connaissances à ce sujet d'une manière qui montrait à tout un chacun qu'il était possible et faisable d'agir. Emil Franov vivait ses convictions écologiques de manière résolue. Au quotidien, en matière de logement, d'alimentation ou de transport, la préservation de l'environnement guidait chacune de ses décisions. C'était un exemple et un précurseur pour tous ceux qui souhaitent contribuer à un développement durable, mais aussi une motivation pour tous ceux ne s'étaient pas encore préoccupés de l'impact environnemental. Mais Emil Franov témoignait aussi d'un profond respect et d'une grande empathie pour les autres et il respirait la joie de vivre. Autant de qualités qui déteignaient sur sa famille et son environnement de travail, à qui il a beaucoup apporté par son optimisme.

Emil Franov laissera un grand vide derrière lui. Nous sommes tous heureux et reconnaissants d'avoir connu un être aussi engagé dans l'action et au caractère si aimable et chaleureux.

Flora Conte et Roman Eppenberger

**Heinz Böni**

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

**Flora Conte**

Flora Conte est titulaire d'un master en sciences de l'environnement à l'EPF de Zurich (avec une spécialisation en biogéochimie et en dynamique des polluants). Depuis 2013, elle travaille au département de conseil environnemental de l'entreprise Carbotech AG. Elle mène différents projets sur un plan national et international dans les domaines des énergies renouvelables, du recyclage ou de l'entrepreneuriat. Depuis 2015, elle est membre de la CT SENS/Swico et auditrice pour les ateliers de démontage et les centres de collecte de SENS et de Swico. Flora Conte audite les SENS-recycleurs depuis 2016. Outre son activité de conseillère environnementale, elle est également engagée dans la mise en place et dans la direction de petites entreprises à l'étranger et en Suisse.

**Roman Eppenberger**

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

**Niklaus Renner**

Niklaus Renner a suivi des études de sciences de l'environnement à l'EPF de Zurich. Depuis 2007, il est collaborateur scientifique et chef de projet chez IPSO ECO AG à Rothenburg (anciennement Roos + Partner AG, Lucerne). Dans le cadre de différentes études, il s'intéresse à la compatibilité du recyclage des métaux usagés et des appareils usagés avec l'environnement. Pour les fondations SENS et SLRS, il a participé entre autres à une enquête sur la teneur en mercure des fractions du traitement des sources lumineuses. Il se consacre également au suivi du droit environnemental, à la gestion du Legal Compliance Tool LCS ainsi qu'à des activités d'expertise relatives au droit des sols pollués et de la protection des sols.

**Patrick Wäger**

Après avoir suivi des études de chimie à l'EPF de Zurich et écrit sa thèse à l'Institut de toxicologie de l'EPF et à l'Université de Zurich, Patrick Wäger reste deux ans conseiller environnemental chez Elektrowatt Ingenieurunternehmung à Zurich. En tant que collaborateur scientifique et chef de projet à l'Empa, il a participé à de nombreux projets de recherche sur l'élimination des déchets et la récupération des matières premières à partir de produits en fin de vie. Il est expert de l'organe de contrôle pour Swico et a été également provisoirement Lead Auditor pour des systèmes de gestion de l'environnement selon la norme ISO 14001. Patrick Wäger est professeur chargé de cours dans le secteur de la gestion de l'environnement et des ressources, et il est, entre autres, membre du directoire de la Société Académique Suisse pour la Recherche sur l'Environnement et l'Écologie (SAGUF). Depuis 2016, il est également à la tête du département Technologie et Société.

**Daniel Savi**

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

**Michael Gasser**

Michael Gasser est titulaire d'un master en sciences de l'environnement à l'EPF de Zurich. Depuis 2014, il travaille comme collaborateur scientifique au département Technologie et Société de l'Empa, où il assiste et dirige différents projets dans le domaine du recyclage. Son expertise englobe en particulier la mise en place et la surveillance de systèmes de recyclage en Suisse et dans les pays émergents et en développement, ainsi que la valorisation des matières plastiques. Depuis 2017, il est membre de la CT SENS/Swico. Il saisit les flux de matières annuels et audite les recycleurs Swico depuis 2018.

**Dr. Geri Hug**

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

**Arthur Haarman**

Arthur Haarman est titulaire d'un master en écologie industrielle de l'Université de technologie de Delft et de l'Université de Leyde. Depuis 2015, il travaille comme collaborateur scientifique à l'Empa au département Technologie et Société. Son expertise englobe le développement d'instruments quantitatifs tels que l'analyse des flux de matières et le bilan écologique pour l'optimisation des systèmes de gestion des déchets (électroniques), ainsi que la conception et l'évaluation de campagnes de prélèvements d'échantillons de déchets et de campagnes d'essai. Il est membre de la CT SENS/Swico et réalise l'audit des recycleurs Swico depuis 2017.

**Rolf Widmer**

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

**Liens internationaux**[www.weee-forum.org](http://www.weee-forum.org)

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

[www.step-initiative.org](http://www.step-initiative.org)

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

[www.basel.int](http://www.basel.int)

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

[www.weee-europe.com](http://www.weee-europe.com)

WEEE Europe AG, fusion de 15 systèmes de reprise européens, et, depuis janvier 2015 l'interlocuteur privilégié des fabricants et d'autres acteurs du marché quant à l'ensemble de leurs obligations nationales.

**Liens nationaux**[www.eRecycling.ch](http://www.eRecycling.ch)

[www.swicorecycling.ch](http://www.swicorecycling.ch)  
[www.slr.ch](http://www.slr.ch)

[www.swissrecycling.ch](http://www.swissrecycling.ch)

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

[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

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

[www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)

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

**Cantons avec exécution déléguée**[www.awel.zh.ch](http://www.awel.zh.ch)

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

[www.ag.ch/bvu](http://www.ag.ch/bvu)

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

[www.umwelt.tg.ch](http://www.umwelt.tg.ch)

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

[www.afu.sg.ch](http://www.afu.sg.ch)

Le site Internet de l'Office de l'environnement et de l'énergie de Saint-Gall fournit des informations générales et des notices sur différents thèmes et donne, à la rubrique «UmweltInfos» et «Umwelt-Facts», des informations sur des thèmes actuels.

[www.ar.ch/afu](http://www.ar.ch/afu)

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

[www.interkantlab.ch](http://www.interkantlab.ch)

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

[www.umwelt.bl.ch](http://www.umwelt.bl.ch)

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

[www.zg.ch/afu](http://www.zg.ch/afu)

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

**Contact****Fondation SENS**

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

**Commission technique SENS**

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

**Swico**

Josefstrasse 218  
8005 Zurich  
Téléphone +41 44 446 90 94  
Fax +41 44 446 90 91  
info@swicorecycling.ch  
www.swicorecycling.ch

**Commission technique Swico**

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

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

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

**Mentions légales****Éditeur**

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



Couverture: Imprimé sur Cocoon Offset, blanc  
Contenu: Imprimé sur Cocoon Preprint, blanc

Ce rapport technique est publié en allemand, en anglais et en français. Il est disponible sur les sites [www.eRecycling.ch](http://www.eRecycling.ch), [www.swicorecycling.ch](http://www.swicorecycling.ch) et [www.slr.ch](http://www.slr.ch) sous forme de PDF.

© 2018 SENS, Swico, SLRS

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

