

Hensel Recycling : alchimiste du XXI^e siècle

Né en 1998 en Allemagne, le spécialiste du recyclage des métaux précieux Hensel Recycling est aujourd'hui présent sur les cinq continents, où il contribue à la préservation des ressources mais aussi du climat. Historiquement axées autour des catalyseurs, les activités de l'entreprise se sont petit à petit élargies à de nouveaux gisements : composants électroniques issus des DEEE, filtres à particules... et même, demain, piles à combustibles à hydrogène. De nouvelles voies pour lesquelles le groupe ne cesse de développer de nouvelles technologies de traitement.



De gauche à droite : Thomas et Clemens Hensel, propriétaires et gérants, accompagnés d'Oliver Krestin, troisième gérant pour le site d'Aschaffenburg.

Anticiper et innover. Voilà sans doute deux des clés qui ont permis à Hensel Recycling de passer, en l'espace d'un quart de siècle, du statut de petit collecteur de catalyseurs automobiles à celui de grand nom du recyclage des métaux précieux. Et ce, en dépit des remous d'un marché souvent empreint d'incertitude et de variabilité... (Lire la rubrique « Marché » de Mat Environnement n°115.)

Créée en 1998 par Alexandra Duesmann à Aschaffenburg - ville située à une quarantaine de kilomètres au sud-est de Francfort, en Allemagne - l'entreprise qui vient de fêter ses 25 ans d'existence doit en effet en grande partie sa pérennité à ces valeurs d'anticipation et d'innovation qu'ont su lui insuffler ses dirigeants successifs. « Les évolutions du marché ont sans cesse exigé que

nous agissions de manière anticipée et que nos solutions soient innovatrices », confirment en effet, de concert, les actuels sociétaires de l'entreprise familiale - les frères Clemens et Thomas L. Hensel, aux côtés d'Oliver Krestin - dans la brochure de présentation de l'entreprise. Une proactivité illustrée notamment par le virage pris par Hensel Recycling, il y a quelques années, en matière de technologies de traitement, mais aussi par l'élargissement, dans le même temps, de la palette de matériaux que l'entreprise se révèle capable de traiter.

ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET DIVERSIFICATION

« Outre les monolithes en céramique que nous traitons depuis nos origines, l'émergence de nouveaux catalyseurs - métalliques quant à eux, essentiellement associés à des moteurs essence - nous

a amené à développer, en interne, de nouvelles technologies de traitement », retrace celui qui gère depuis dix ans la filiale française de l'entreprise, née en 2009, Philippe Delage. « Nous avons aussi cherché à nous diversifier en ciblant, en plus des catalyseurs automobiles et poids-lourds [ainsi que les sondes lambda qui leurs sont associées, n.d.r.] les catalyseurs industriels », ajoute le responsable de filiale.

Depuis peu - cinq ans environ - c'est aussi vers le traitement des cartes électroniques que s'est tournée Hensel Recycling. Un gisement essentiellement issu des flux de DEEE - équipements informatiques et autres appareils électroménagers... - mais également alimenté par les calculateurs désormais embarqués de manière systématique à bord des véhicules. « Cela nous a permis de nous approvisionner chez les mêmes fournisseurs que ceux qui nous cédaient déjà une bonne partie des catalyseurs que nous traitons : les centres VHU », souligne Philippe Delage. « En plus de démonter les pots catalytiques, ces centres récupèrent aujourd'hui de plus en plus fréquemment les cartes électroniques montées dans les véhicules », ajoute le gérant de la filiale française d'Hensel Recycling. Des calculateurs automobiles auxquels s'ajoute toute l'électronique embarquée à bord d'autres moyens de transport - avions ou trains - mais aussi, dans un autre registre, un ensemble protéiforme de petits circuits imprimés que Philippe Delage réunit sous le terme de « cartes pauvres ».

« Elles ne contiennent certes que quelques grammes, voire milligrammes de métaux - or, argent, cuivre, palladium... - et constituent donc un gisement plus "pauvre" que celui des cartes informatiques, mais les volumes en jeu sont malgré tout importants », justifie le responsable, qui cite, parmi les derniers exemples en date de matériaux de cette catégorie traités par l'entreprise, celui de

cartes électroniques issues de portiques antivols de supermarché... « On trouve aujourd'hui ces petites cartes absolument partout. Une véritable filière est donc en train de s'organiser autour de ce gisement », observe Philippe Delage.

Face à cette large palette de matériaux à traiter, l'entreprise n'en conserve pas moins une seule et même approche globale pour extraire de ces différents gisements le plus de métaux précieux possible, avec la plus grande pureté, tout en optimisant les consommations énergétiques et donc l'impact climatique de l'opération...

DES INGRÉDIENTS VARIÉS, MAIS UNE SEULE ET MÊME RECETTE

« Quelle que soit la nature des matériaux à traiter, nous appliquons le même schéma, la même stratégie », assure Philippe Delage. Un schéma commun qui débute ainsi invariablement, après achat, par un broyage des matériaux à traiter - précédé d'une étape de découpe, dans le cas des pots catalytique - avant leur échantillonnage. « Nous avons mis en place un processus, validé par nos affineurs, qui permet, à partir d'un broyat constitué de particules de l'ordre du micron, d'isoler des échantillons représentatifs de la totalité du lot traité », fait valoir le gérant de la filiale française d'Hensel Recycling. Même dans le cadre d'un travail à flux tendu, l'entreprise est ainsi en mesure de caractériser, à tout moment, la nature du matériau traité.

Pour ce faire, elle fait appel à différentes technologies d'analyse chimique : la spectrométrie par fluorescence X - ou XRF -, mais aussi aux différentes déclinaisons de la technique dite de « spectrométrie à plasma à couplage inductif », en

anglais « ICP », pour Inductively Coupled Plasma. « Ces analyses ICP ont l'avantage d'être beaucoup plus précises. C'est donc sur la base de ces techniques que nous déterminons la valeur du lot, et ce dès sa sortie du broyeur », précise Philippe Delage. Une valeur qui dépend, dans le cas des catalyseurs, essentiellement de la concentration du lot en trois métaux précieux : rhodium, palladium et platine. « Si je me base sur les ratios français, nous récupérons, en moyenne, pour une tonne de monolithe, une centaine de grammes de rhodium, six cents grammes de palladium, ainsi qu'environ un kilo et demi de platine », chiffre le gérant d'Hensel Recycling France. Disposant, en interne, des moyens nécessaires à la mise en œuvre de ces techniques d'analyse, l'entreprise fait toutefois également appel à des laboratoires externes. Objectif : garantir l'impartialité de l'estimation de la valeur du lot. « Si un client le souhaite, nous pouvons ainsi tout à fait réaliser des analyses croisées, en totale transparence », note M. Delage. Une fois analysé, le lot se dirige alors vers l'étape clé du schéma de traitement établi par Hensel Recycling : la fusion.

FUSION AU PLASMA : UN SITE INDUSTRIEL PRÉCURSEUR

En 2014, l'entreprise s'est en effet dotée d'un outil industriel alors unique en Europe continentale : un four de fusion au plasma, implanté à Karlstein, à une trentaine de kilomètres de son siège d'Aschaffenburg. Généré électriquement, le plasma permet de faire fondre la structure alvéolaire en cordiérite synthétique renfermant les métaux précieux des catalyseurs - le monolithe - sans impliquer de combustion. « Et donc avec très peu d'émissions

polluantes », assure Philippe Delage. « Avec ce procédé, le matériau de base est presque totalement recyclé. Tandis que le métal à conserver riche en métaux précieux est transféré pour l'affinage, les scories obtenues trouvent également une nouvelle utilisation », souligne Hensel Recycling dans sa brochure de présentation. Après avoir exploité cette installation pionnière pendant quelques années, l'entreprise a fini par en céder l'exploitation à l'un de ses partenaires affineurs ; « pour des raisons stratégiques », justifie M. Delage.

Présente sur les cinq continents, Hensel Recycling travaille ainsi, aujourd'hui, avec la quasi-totalité des affineurs du monde, qui réalisent pour son compte - outre l'ultime étape du procédé qu'est l'affinage, réalisé quant à lui par extraction chimique - cette étape clé de fusion. Une opération réalisée, certes, grâce à cette technique plasma décrite plus haut, mais aussi désormais par le biais d'une autre technologie, en réponse à l'évolution des gisements.

CLIMAT ET ENVIRONNEMENT : UN BILAN LARGEMENT FAVORABLE

150 000 tonnes de CO₂ par an. Tel est le volume d'émissions qu'Hensel Recycling estime éviter rien que par ses activités de recyclage de catalyseurs, en comparaison avec la filière de fabrication conventionnelle. Visant la neutralité carbone à l'horizon 2030, l'entreprise a également placé la sobriété carbone au cœur du projet de R&D dans lequel elle s'implique depuis fin 2020 : Best4Hy. « Nous utilisons d'ores et déjà un procédé non pas pyrometallurgique, mais hydrometallurgique, qui s'avère très satisfaisant en matière d'empreinte carbone, fait valoir Anna Marchisio, chargée du développement commercial et responsable grands comptes d'Hensel Recycling. Nous développons aussi une nouvelle technologie de récupération du sel de platine via une dissolution alcoolique, qui se révèle vertueuse sur le plan climatique, mais aussi environnemental, grâce au recyclage de l'alcool. »

B.C.



Crédit : Hensel Recycling

Hensel Recycling réalise depuis ses débuts une activité de recyclage des catalyseurs automobiles et poids-lourds.



Disposant de moyens d'analyses des lots en interne, l'entreprise fait également appel à des laboratoires extérieurs dans un objectif d'impartialité.

BEST4HY : INNOVER POUR ANTICIPER UN POSSIBLE AVÈNEMENT DE L'HYDROGÈNE

Fidèle à la volonté d'anticipation et d'innovation qui la caractérise depuis ses débuts, Hensel Recycling s'est lancée fin 2020 - et pour une durée de 36 mois - dans un vaste projet de R&D soutenu par l'UE, mené aux côtés de partenaires privés, mais aussi académiques de renom, tels que l'Université slovène de Ljubljana, l'École polytechnique de Turin, ou encore le CEA Liten de Grenoble, réunis au sein du programme de recherche Horizon 2020. Objectif : anticiper la diversification des activités de l'entreprise vers le recyclage des piles à combustible, en prévision du déclin annoncé du marché des véhicules thermiques, et donc par la même occasion, de celui du recyclage des pots catalytiques et autres FAP dont ils sont dotés.

Le projet vise ainsi à développer, à l'échelle du démonstrateur, des techniques de récupération des terres rares et des métaux précieux contenus dans les systèmes pile à combustible à hydrogène, mais aussi dans les électrolyseurs voués à produire de manière décarbonée ce vecteur énergétique prometteur. Parmi eux, notamment, le cobalt, le nickel et l'iridium - véritable défi en matière de recyclage - mais aussi le platine. « Notre

rôle principal dans ce projet est de parvenir à isoler, à partir d'un stack [élément central des piles à combustibles et électrolyseurs, n.d.r.] des membranes appelées CCM, pour catalyst coated membranes, à partir desquelles nous pourrions alors notamment extraire un sel de platine, via une technologie nouvelle basée sur l'utilisation d'une solution alcoolique, pour laquelle une demande de brevet est en cours », détaille Anna Marchisio, chargée du développement commercial et responsable grands comptes d'Hensel Recycling. Du platine recyclé que le CEA de Grenoble sera quant à lui chargé d'utiliser pour produire de nouvelles membranes, aux qualités en tout point comparables à celles produites à l'aide de platine vierge.

Prévu pour s'achever en cette fin d'année 2023, le projet pourrait ainsi contribuer à faire naître, à terme, une véritable filière industrielle de recyclage des métaux précieux issus de la filière hydrogène. « Le marché pourrait émerger à partir de 2025, et atteindre un optimum d'ici une quinzaine d'années », estime Anna Marchisio, qui l'assure : « Grâce à ce projet, nous serons prêts à temps ».

B.C.

CONCILIER ÉVOLUTION DES GISEMENTS ET TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT

« On retrouve aujourd'hui de plus en plus de plus en plus de lots contenant des filtres à particules (FAP) », observe Philippe Delage. Une évolution qui résulte de l'obligation de l'installation de ces dispositifs sur les véhicules diesel en Europe - c'est le cas en France depuis 2011 - puis également sur les voitures à moteur essence depuis septembre 2017.

« Ces FAP sont basés sur un élément en carbure de silicium, contenant donc du carbone. Or, ce carbone n'est pas éliminé par la fusion plasma, car elle n'implique aucune combustion. Le traitement de ces matériaux nécessite donc une technique adaptée, qui consiste - en substance - à brûler d'abord, avant de faire fondre », résume M. Delage.

« Le carbure de silicium a été choisi, justement, pour ses propriétés de résistance thermique. Ce matériau, certes très performant pour l'utilisation à laquelle il se destine, a donc représenté pour nous, recycleurs, un véritable défi en matière de technologies de traitement », ajoute la correspondante de M. Delage au siège allemand d'Hensel Recycling Anna Marchisio, chargée du développement commercial de l'entreprise et responsable grands comptes, qui plaide ainsi en faveur d'un renforcement de l'intérêt porté à l'éco-conception de ces pièces automobiles devenue incontournable : « Il faut penser leur fin de vie dès leurs premières étapes de conception, et cela ne peut se faire qu'en améliorant la communication entre producteurs et recycleurs ». Comme s'en félicite son collègue Philippe Delage, de grands groupes

Face à la montée en puissance des filtres à particules, Hensel Recycling a su innover pour mettre en œuvre une technologie de fusion adaptée.



commencent toutefois à solliciter l'entreprise pour mener avec elle, dès l'étape de conception, une réflexion sur le recyclage des matériaux constitutifs de ces FAP lorsqu'arrivera leur fin de vie. Pour répondre aux besoins du marché actuel, l'entreprise et ses partenaires affineurs ont néanmoins développé une approche dans laquelle l'opération de fusion est cette fois réalisée en présence d'oxygène. Une combustion se produit ainsi, entraînant la production de dioxyde de carbone et d'oxyde de silicium à partir du carbure de silicium constitutifs des FAP. « Ce n'est qu'après cette étape qu'il est alors possible de récupérer efficacement les métaux précieux », dévoile Hensel Recycling. Une corde supplémentaire est ainsi venue s'ajouter à l'arc de l'entreprise née outre-Rhin.

DE NOUVELLES INNOVATIONS À VENIR...

Grâce à cette palette de solutions de traitement qu'elle a su élargir au fil des années, l'entreprise est ainsi en mesure de traiter une grande variété, mais aussi d'importants volumes de matériaux renfermant des métaux précieux. Rien que pour son activité historique de traitement des pots cataly-

tiques, Hensel Recycling a par exemple abouti au traitement annuel de pas moins de 4 000 tonnes de monolithes, issus de l'équivalent de près de 4 millions de ces catalyseurs.

« Sur la partie DEEE, nous avons dépassé le millier de tonnes l'an dernier, soit une centaine de tonnes traitée chaque mois », ajoute Anna Marchisio.

Et après avoir négocié avec succès les différents virages en matière de diversification des gisements évoqués plus haut - FAP, DEEE... - c'est désormais une nouvelle voie que s'apprête à explorer le groupe allemand, comme le révèle Philippe Delage : « Nous préparons "l'après 2035" et cherchons à anticiper l'arrêt de la production de véhicules thermiques prévu à cette échéance ». Avec une durée de vie d'une vingtaine d'années, les véhicules équipés d'un moteur à combustion interne - et donc de FAP et autres catalyseurs - devrait en effet commencer à se faire rares dans les centres VHU dès le milieu des années 2050... Au profit, sans doute, de véhicules électriques à batteries, certes, mais aussi, pourquoi pas, de véhicules à pile à combustible à hydrogène. « Nous réfléchissons donc d'ores et déjà aux solutions de recyclage de ces éléments.

Cela fait partie des actions prospectives que nous menons », dévoile M. Delage.

Après s'être impliquée dans un projet visant quant à lui à standardiser les procédés de recyclage des panneaux photovoltaïques, Hensel Recycling s'est ainsi lancée de manière plus active encore dans un ambitieux programme de R&D mené à l'échelle européenne aux côtés de plusieurs partenaires privés et académiques : Best4Hy (lire en encadré ci-contre). Objectif : développer dès maintenant les technologies qui permettront, demain, de récupérer de manière optimale les matières premières stratégiques contenues dans les piles à combustibles à hydrogène qui équiperont, sans doute, une partie du parc automobile à l'avenir. Un projet au carrefour des deux valeurs qui animent l'entreprise depuis ses débuts : anticipation et innovation.

Benoît Crépin

1/ Déchets d'équipements électriques et électroniques.
2/ Véhicules hors d'usage.
3/ Céramique composée d'aluminium, de magnésium et de silice.
4/ Chiffres 2021, regroupant les résultats de l'ensemble des filiales du groupe au niveau mondial.



STOP PLOMB

METTEZ KO, LE PLOMB.

LA 1^{RE} SOLUTION* À RECOURIR VOS SURFACES PLOMBÉES !

*professionnelle

Recouvrement à base aqueuse pour les supports pollués aux particules de plomb

- ✓ Étanche et résistant à toutes les **agressions climatiques** (dont les UV)
- ✓ Usage **intérieur / extérieur**
- ✓ **Recouvrable** par tous types de peinture
- ✓ **Garantie décennale**

polyasim