

↳ La réutilisation et la pièce réparée

Les marchés de la pièce d'occasion constituent le socle économique de la valorisation des véhicules en fin de vie, estimés à plus de 600 millions d'euros/an (hors réparation).

Ce marché est organisé par les constructeurs eux-mêmes ou par les démolisseurs qui développent des réseaux permettant une « mutualisation virtuelle » de leurs stocks de pièces détachées. Par exemple, le réseau Multipièces regroupe une soixantaine de démolisseurs sur l'ensemble du territoire, pour la plupart certifiés, et propose par minitel, la recherche de pièces de rechange.

Pour Peugeot par exemple, Les pièces sont collectées dans les concessionnaires du réseau Peugeot. Après expertise et regroupement par famille de produits, les pièces collectées sont expédiées jusqu'à la plate-forme centrale, puis vers chaque réparateur retenu et agréé par Peugeot. Elles sont ensuite nettoyées, répertoriées, réparées et testées selon un cahier des charges strict défini par le constructeur. Des composants neufs sont également réintroduits, dont certains de façon systématique pour les pièces d'usure.

Dans le respect de la directive européenne 1999/44/CE du 25 mai 1999, relative à certains aspects de la vente et des garanties des biens de consommation, les pièces d'occasion sont garanties un an minimum au même titre que des pièces neuves.

↳ Les pneus

À l'aide de diverses hypothèses et des flux de production de pneus neufs, on estime que 400.000 tonnes de pneus sont jetées chaque année en France mais environ un quart de ces flux annuels sont encore non contrôlés. Les principaux détenteurs de pneumatiques usagés sont les négociants spécialisés, les concessionnaires, les centres d'équipements, les stations services et dans une moindre mesure les particuliers.

La valorisation des pneumatiques présente des problèmes techniques, essentiellement dus au fait qu'ils sont constitués d'un mélange de trois matériaux différents (caoutchouc, ferraille, textile) homogénéisés par l'opération de vulcanisation. Mais le pneu suit deux voies de valorisation différente selon s'il est réutilisable ou non. Le Pneum Usagé Réutilisable (P.U.R.) connaîtra une seconde vie. Selon son état, il sera rechapé ou réemployé comme pneu d'occasion sur le marché français ou à l'export. L'opération de rechapage consiste à re-sculpter la bande de roulement du pneu usagé pour lui donner des performances comparables au neuf. Cette pratique, quoique courante dans d'autres pays est très peu développée en France, sauf pour les pneus de camions.

Le pneu usagé devenu P.U.N.R. suivra la voie de la valorisation énergétique ou matière. La **valorisation énergétique** est possible grâce au fort pouvoir calorifique du P.U.N.R. Le caoutchouc possède un haut pouvoir calorifique et la ferraille peut servir de charge au cimentier. Il est en effet équivalent à celui du charbon (avec des rejets atmosphériques bien souvent inférieurs) et peut être utilisé comme combustible. Cette utilisation est notamment développée aux Etats-Unis et au Japon. Cette valorisation énergétique peut se dérouler :

- En centrales thermiques, avec production d'électricité, en substitution de tout ou partie du combustible d'origine.
- En chaudières industrielles, avec production de vapeur, en particulier dans des usines de pâtes à papier,

Dans le processus de valorisation matière, le P.U.N.R. est traité sous différentes formes. Comme pneu entier, il est utilisé dans les applications comme remblais de route, ouvrages de soutènement, murs anti-bruit. L'une des techniques employées est le procédé breveté « pneu-sol », qui consiste à superposer des couches de pneus PL reliés entre eux et remplis de matériaux de remblais. Cette technique permet la réalisation d'ouvrages de soutènement, de remblais légers, d'ouvrages absorbants d'énergie comme protection contre les chutes de blocs...

Citons, comme variante du procédé « pneu-sol », la technique « armapneu-sol » associant pneus, remblais et armature en nappes de treillis soudés, ainsi que la technique « pneu-tex » associant pneus et membrane en géotextile. Une autre technique, brevetée sous le nom « pneu-resil », consiste à empiler des pneus de poids lourds en colonnes et à empêcher le sol courant de remplir les vides créés à l'intérieur et entre les pneus. Cette structure, à la masse volumique très faible, peut être utilisée comme sous-bassement de routes ou comme remblais derrière les culées de pont ou les murs de soutènement. Il est aussi utilisé dans le drainage (l'utilisation de pneus ligaturés entre eux et mis en place sous forme de tube permet le drainage de fossés et parcelles) et la protection des quais (des pneus entiers sont couramment utilisés comme absorbants de chocs le long des quais et jetées). Sous forme de pneus découpés, la bande de roulement peut être utilisée comme tapis support de voie ferrée lorsque les réductions de bruits et de vibrations sont recherchées.

Sous forme de déchiquetât, il est utilisé principalement en sous-couche. Les propriétés drainantes, la compressibilité, la masse volumique faible du produit et l'innocuité du lixiviat permettent au déchiquetât de pneus d'être utilisé, comme remblais léger dans la construction de routes, ou comme sous-couches drainantes de Centres d'enfouissement technique. Finement broyé, en vue d'obtenir du granulats et de la poudre, il entre dans la confection d'objets moulés, mélangés ou non avec des polymères synthétiques ou des thermoplastiques tels que les roulettes de caddies et conteneurs à déchets, les revêtements de sols pour salles de sports et terrains de jeux ou les pièces diverses pour l'industrie automobile (tapis, moulures intérieures...).

Une autre application prometteuse est l'usage de poudrette dans les enrobés de route. Cette application a fait ses preuves en termes de réduction de bruit de roulement. Depuis deux ans une nouvelle technologie de valorisation a fait ses preuves en aciérie à four électrique. Les fours à arc électrique utilisent des produits carbonés comme l'antracite pour réduire la rouille de la ferraille usagée. Or, un pneu est composé de carbone et de fer. Dans une aciérie à arc électrique, les pneus usagés sont utilisés comme substitut de l'antracite, et l'acier présent dans le pneu est directement réemployé et mélangé au reste de la ferraille. Ce procédé fonctionne maintenant avec succès, avec un taux de substitution de 1,7 kg de pneus pour 1 kg d'antracite.

Selon les statistiques 2005 d'Aliapur, 7% des pneus usagés sont réemployés, 10% rechapés, 34% envoyés en filière en valorisation énergétique, 10% utilisés en travaux publics, 37% réduits en granulats et poudrette et 2% valorisés en carbone et aciérie.

↳ Le vitrage

Les vitrages représentent 2 à 3 % du poids d'une automobile neuve. Ils sont de trois types :

- Pare-brise feuilleté avec une feuille de plastique (PVB) : 2 plaques de verre plat sont solidarisées à chaud avec la feuille de plastique.
- Vitres arrière en verre sécurit : verre trempé pour être rendu cassant.

Vitres latérales en verre plat trempé (sécurité) blancs ou teintés.

Le gisement des verres automobiles représente environ 40.000 tonnes par an. La collecte s'effectue auprès des détenteurs de VHU ou de garages automobiles par des sociétés de collecte spécialisée. Le coût de la collecte, qui varie entre 23 et 30 Euros HT par tonne, est pris en charge par les détenteurs des déchets. Actuellement leur taux de collecte est d'environ 15 % selon l'ADEME.

Si les pare-brise non brisés sont revendus pour être réutilisés, les pare-brise détruits sont broyés pour pouvoir séparer le verre de la feuille de plastique même si cette technique génère environ 20% de pertes (morceaux de verre qui restent collés au film plastique). Les fragments sont recyclés en laine de verre, en microbilles ou utilisés dans la fabrication de céramiques. Le coût du recyclage des pare-brise s'élève à environ 76 Euros HT par tonne. Il est pris en charge par les recycleurs qui se rémunèrent avec la revente des matières premières secondaires. Les vitres arrières sont broyées puis les composants métalliques (filaments chauffants du système de dégivrage) sont séparés (magnétiquement ou par courant de Foucault). Les fragments récupérés sont utilisés pour la fabrication de laine de verre.

Les vitres latérales sont recyclées dans l'état ou après broyage. Leur valorisation se fait par incorporation directe dans les fours verriers à hauteur de 5 % environ.

Mais les volumes collectés actuellement sont insuffisants pour amortir les installations de recyclage. Pour pallier ce problème, la collecte des pare-brise des poids lourds et des pare-brise de seconde monte des voitures dans les garages est en cours de développement. Pour atteindre la rentabilité économique, la collecte des verres plats du bâtiment, devra venir compléter celle des vitrages automobiles.

Un autre facteur d'amélioration pour la valorisation des vitrages est la prise en compte du recyclage des vitrages dès la conception des pièces par les constructeurs, un des objectifs de la directive européenne sur les VHU.

↳ Les fauteuils

Le taux de collecte est non déterminé actuellement. Les fauteuils sont constitués d'armatures et de mousse. La mousse en polyuréthane est broyée et réagglomérée. Elle servira à l'industrie de l'ameublement et à l'industrie de l'automobile (renfort de siège, élément insonorisant dans les planches de bords, les tablettes arrière et les dessous de tapis).

↳ Les métaux ferreux et non ferreux

Les métaux ferreux et non ferreux représentent entre 70 % et 75 % du poids total d'un véhicule. La carrosserie, les armatures des fauteuils et les pots d'échappement classiques sont constitués de métaux ferreux et d'aluminium. Les études menées chez les broyeurs, qui acceptent pour la plupart des VHU mais également divers produits en fin de vie ainsi que des vieilles ferrailles, montrent que leur taux réel de valorisation des métaux est d'environ 97% (tous métaux confondus).

Les métaux ferreux représentent entre 60 et 65% du poids d'un véhicule. L'acier est le principal métal ferreux recyclé. L'automobile représente entre 17 % (moyenne Union européenne) et 30 % (France) du marché de l'acier. Une tonne d'acier produite en France contient en moyenne 50 % d'acier recyclé. Le recyclage d'une tonne d'acier permet l'économie d'une tonne de minerai de fer.

L'utilisation des non-ferreux en automobile est en sensible augmentation, à 5 à 7 % du poids du véhicule neuf en moyenne, surtout du fait de l'aluminium. Ce métal est généralement le premier non-ferreux à être isolé des autres constituants du VHU et est le plus recyclé. Il est soit directement récupéré chez le démolisseur quand il dispose

d'une benne spécifique pour les grosses pièces, soit par tri densimétrique après broyage de la carcasse. Plus de 40 % de la production française d'aluminium provient maintenant du recyclage. Il faut également noter que plus de 80 % de l'aluminium secondaire produit approvisionne le marché automobile, très gros consommateur.

↳ Les plastiques

Le poids du plastique dans une automobile n'a cessé de croître : 8 kg en 1960, 115 kg en 1990, 200 kg aujourd'hui, et probablement 400 kg en 2005/2010.

La Smart en est l'illustration puisqu'il s'agit du premier véhicule réalisé essentiellement en plastique sur une armature métallique y compris le capot qui posait encore jusqu'à présent quelques difficultés (chauffage...). Cette substitution acier/plastique ne s'est pas traduite par un allègement du poids total, car dans le même temps, les fonctions se sont multipliées (poids croissant de l'électronique...). En dépit de cette augmentation en volume, les matières plastiques représentent seulement 10 % du poids total d'une voiture. Mais on estime que 100 kg de plastiques remplace en moyenne 200 à 300 kg de matériaux traditionnels, ce qui permet d'économiser 750 litres de carburant sur la durée de vie d'une automobile.

Face à l'augmentation de la part de plastique dans les véhicules hors d'usage, des procédés de récupération et recyclage du plastique ont été mis au point comme l'a fait la société GALLOO par exemple : Le plastique des VHU est récupéré après le broyage. La séparation des plastiques utilise principalement les différences de densité entre matériaux. Les résidus de broyages automobiles passent par un procédé de flottation (séparation gravimétrique par liqueur dense). Tous les matériaux organiques qui ont une densité supérieure à 1,1 sont écartés (se sont les caoutchoucs, les PVC, essentiellement). Au contraire, tout ce qui flotte à densité 1,1 va constituer le concentré de plastiques sur lequel vont s'effectuer les opérations ultérieures de séparation plus fine. Le concentré de plastiques passe de nouveau par un procédé de flottation avec pour objectifs de séparer les plastiques entre eux notamment le polypropylène et le polystyrène. Les deux types de plastiques sont ensuite lavés et séchés séparément.

Les plastiques sont ensuite fondus à 250°C et complétés par des additifs pour assurer l'homogénéisation mécanique, chimique et de couleur de la matière. Ils ressortent sous forme de granulés et font l'objet de test avant d'être transportés en vrac vers les équipementiers.

Du côté des constructeurs, l'utilisation de plastique recyclé se démocratise sans pour autant faire l'objet d'une communication accrue. RENAULT par exemple s'est engagé à utiliser une part croissante de matière plastique recyclée. L'objectif est d'arriver à 50 kg de polypropylène recyclé soit un tonnage prévisionnel de 200.000 tonnes par an. À titre d'exemple pour une MODUS il est de 18 kg par véhicule.

Pour cela le constructeur français a créé un Groupe Stratégie Fonction Amont (GSFA) Polymères composé d'experts matériau, de concepteurs, d'acheteurs transverses et de spécialités recyclage. Le GSFA Polymères décide chaque année de l'entrée ou de la sortie de matières au panel des matières reconnues (PMR). Le PMR est un document qui regroupe la liste des matières répondant au cahier des charges RENAULT pour une pièce en fonction de son application.

Dans les faits, pour tout nouveau véhicule le pilote prestation client recyclage (PPC) fixe un partenariat avec la direction rattaché au véhicule concerné qui fixe les objectifs en matière recyclée. Les objectifs sont déclinés par type de matériau et de fonction gérées par les concepteurs (bouclier, planche de bord ...). Ce travail est réalisé en partenariat avec les fournisseurs.

Plastic Omnium est l'une des sociétés françaises qui a beaucoup investi dans la fabrication de pièces en plastiques recyclés et travaille en partenariat étroit avec les constructeurs, dès la conception de la voiture. Elle réalise des pièces entières, et la valeur ajoutée s'est considérablement accrue. Ainsi, la société ne fabrique plus de « pare-chocs », mais un « module avant » avec réflecteurs, projecteurs intégrés..., ni de « tableau de bord », mais des « modules cockpit », ni de « réservoirs », mais des « systèmes à carburant » incorporant des fonctions complètes (jauge, électronique...). La valeur ajoutée a été multipliée par dix.

↳ La batterie

La batterie fait un poids moyen de 10,5 kg, a une durée de vie de 4 ans et représente au total 7 millions de pièces à traiter par an en France. Elle est composée en moyenne de 25% de sulfate de plomb, 25% d'H₂SO₄, 22% d'alliage de plomb, 16% d'oxyde de plomb, 8% de polypropylène et 4% de PVC.

Tous ces composants sont fortement polluants et nécessitent une prise en charge et un traitement approprié. En France, le particulier qui abandonne des piles ou accumulateurs s'expose à une amende de 457 Euros (décret du 31/12/97).

Des filières agréées de traitement des déchets se chargent de la collecte et du traitement des éléments polluants par l'intermédiaire des déchetteries, des revendeurs, des garages, etc. Le taux de collecte en 2003 semblait atteindre les 90% selon l'ADEME.

Au titre des déchets dangereux, leur collecte nécessite l'utilisation d'un bordereau de suivi. Le stockage doit se faire dans un local spécifique, bien ventilé avec un sol étanche ou dans des bacs spécifiques en matière plastique. Ne pas stocker à proximité d'éléments métalliques et manipuler les batteries avec gants et lunettes pour éviter toute brûlure par projection d'acide. Les principales étapes du traitement chez les affineurs sont les suivantes :

- Vidange de la batterie, l'acide est neutralisé ou réutilisé dans d'autres batteries.
- Broyage primaire.
- Tri par flottaison (séparation solide/liquide) puis par crible classificateur (plastique / métaux / fines).
- Broyage secondaire pour les éléments triés.
- Le plomb est fondu dans un four rotatif.
- Cuve de raffinage : suppression des impuretés contenues dans le plomb en fusion.
- Le plomb est coulé en lingots et sert à la fabrication d'autres batteries.
- Le plastique est récupéré puis réutilisé à :
 - 50% dans la fabrication de pièces pour l'automobile,
 - 30% dans la fabrication de conteneurs horticoles,
 - 10% dans la fabrication de batteries.

En 2003, la France possédait 3 sites effectuant un pré-traitement des batteries au plomb (broyage ou démontage) et 5 sites effectuant un traitement complet.

↳ Les huiles usagées

D'une manière générale, les huiles usagées sont peu biodégradables. Elles ont une densité plus faible que l'eau. C'est pourquoi 1 litre d'huile usagée peut couvrir une surface de 1.000 m² d'eau et réduire l'oxygénation de la faune et de la flore du milieu. Les conséquences d'un rejet direct de l'huile usagée dans le milieu naturel sont donc évidentes. Dans le cas de lubrifiants automobiles, l'huile usagée est produite lors des opérations de vidange et d'entretien des véhicules mais également lors de la fin de vie des équipements automobiles. Les huiles usagées moteurs contiennent un certain nombre de polluants : suies, métaux lourds, acides, chlore, composés aromatiques, phénols, phtalates...

Le taux de collecte des huiles usagées est actuellement de 85 %. Un tiers de ces huiles est régénéré, deux tiers sont utilisés en tant que combustible de substitution en cimenteries.

Ces huiles proviennent en quasi-totalité des démolisseurs (à coût nul pour eux grâce au système de financement de la filière par l'ADEME).

Les filtres à huiles peuvent être valorisés. Ce sont en tout quelque 10.000 tonnes de filtres qui sont ainsi valorisés chaque année (notons que la majorité de ces filtres ne proviennent pas des démolisseurs mais de la rechange).

↳ Filtres à huile et carburants

En 2005, 5 430 000 filtres usagés ont été triés et collectés chez les professionnels de la réparation automobile recensés dans l'Observatoire National des Déchets de l'Automobile. C'est 15% de plus qu'en 2004. Leur taux de collecte est de l'ordre de 13%.

Ces déchets subissent un égouttage, broyage et une centrifugation. L'acier récupéré est utilisé dans la fonderie, le papier plastique subit une valorisation énergétique et les huiles récupérées vont vers la filière huiles usagées.

↳ Pots catalytiques

Le taux de collecte des pots catalytiques est d'environ 40%. L'enveloppe métallique, qui est en acier, est utilisée par les ferrailleurs et l'industrie sidérurgique. L'alumine qui le constitue subit un traitement hydro métallurgique ou pyro métallurgique et sert en tant que coagulant dans le traitement des eaux.

La silice est utilisée en tant que matière première pour la fabrication de ciment. Le palladium, le rhodium et le platine est réutilisé dans la catalyse automobile.

↳ Liquide de refroidissement

À raison d'environ 5 litres par VHU, le gisement national de liquide de refroidissement serait d'environ 9 millions de litres par an. En 2005, plus de 1,5 millions de litres de liquide de refroidissement usagé ont été collectés chez les professionnels de l'automobile selon l'observatoire national des déchets de l'automobile. Mais ces données ne sont pas complètes car le recensement est basé sur une remontée d'information volontaire des entreprises habilitées à traiter ces déchets. C'est pourquoi le taux de collecte et de traitement n'est pas calculable de façon fiable.

Les liquides de refroidissement contiennent de l'éthylène glycol et différents additifs ce qui les classe parmi les déchets dangereux. En cas de déversement, ils peuvent polluer les eaux et entraîner des dysfonctionnements au niveau des stations d'épuration. Ce déchet doit donc faire l'objet de prescriptions particulières quant à son stockage et/ou son traitement. Il est soit traité par évapo-incinération qui permet une distillation de l'eau et l'incinération des éléments polluants, soit par incinération totale en cimenterie ou en centre de traitement de déchets industriels.

Depuis peu, certaines techniques de nanofiltration ou de distillation permettent de régénérer ces produits. Ces solutions permettent d'éviter l'incinération coûteuse de ce déchet et de remettre sur le marché un mélange eau-glycol pouvant être réutilisé dans différentes activités.

↳ Les déchets d'équipement électriques et électroniques (DEEE)

C'est un nouveau marché en émergence. Il y a encore trois ans, il n'existait rien sur ce sujet. Les postes de télévisions, caméscopes et ordinateurs étaient éliminés en décharge, pour la plupart d'entre eux.

Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) comprennent l'ensemble des appareils électroménagers (réfrigérateurs...), les produits de l'électronique (TV...) et les produits d'information et de communication (ordinateurs, fax...).

Avec la prise de conscience des nécessités du recyclage et du danger des matériaux fortement chargés en métaux lourds (écrans chargés en plomb...), le contexte s'est durci. La France a transposé la réglementation européenne en la matière et une filière de collecte et de traitement dédiée aux DEEE est en train de se mettre en place. Les DEEE sont démontés des véhicules, démantelés et dépollués. Les plastiques, ferrailles sont ensuite dirigés vers des filières de recyclage.

↳ Les résidus de broyage automobile (RBA)

Les résidus de broyage automobile (RBA) désignent la partie non métallique des VHU difficilement valorisable car ils sont hétérogènes (verre, plastique, caoutchouc, lubrifiants). Ils contiennent des fluides dangereux pour l'environnement (huile moteur, liquide de freins, antigel, CFC (chloro-fluoro-carbones) ou PCB (biphényl-polychloré), et parfois quelques substances explosives liées au dispositif d'éjection des airbags.

Sur ces gisements bruts qui se trouvent à la fois chez les broyeurs et dans les unités de flottation, différents traitements peuvent être appliqués. Différents opérateurs commencent par ailleurs à proposer des solutions de tri post-broyage avec la perspective d'un recyclage matière de certains matériaux comme par exemple SALYP avec la récupération des plastiques et des mousses.

Rappelons que les RBA sont considérés comme déchets dangereux et donc interdits pour l'enfouissement en CSDU II. Pour favoriser la valorisation de ces résidus, la dépollution des VHU et le désassemblage des pièces non métalliques se sont développées.

Les RBA peuvent être utilisés, en cimenterie par exemple, comme combustible de substitution. Mais la valorisation énergétique des RBA est encore très peu développée en France. Elle permettrait pourtant d'éviter qu'une bonne partie de leur fraction organique ne finisse en décharge, comme c'est encore le cas pour plus de 90% des résidus de broyage. La valorisation énergétique des RBA concerne presque exclusivement les cimenteries, après préparation et sélection des fractions les plus énergétiques. La problématique « valorisation » pour ces résidus est essentiellement d'ordre économique car à part dans des pays comme le Japon, l'enfouissement en CSDU I des RBA coûte actuellement moins cher que toute solution de valorisation. Il n'y a donc qu'en Europe, dans des pays où existent des systèmes de financement du recyclage comme la Suisse et la Hollande que l'on voit émerger des solutions de valorisation pour les résidus de broyage.

Des solutions comme VALERCO filiale commune de CFF Recycling et du cimentier VICAT demeurent encore à l'état de pilote industriel sans rentabilité. Toutefois les deux actionnaires ont décidé de maintenir financièrement cette filière qui permet la valorisation d'environ 10.000 tonnes de résidus de broyage par an. De fait cette voie cimentière reste techniquement une solution performante associant même une part de valorisation matière, les matériaux imbrûlés se retrouvant intégrés au ciment. On sait par ailleurs que les cimenteries assurent la valorisation de nombreux déchets pour lesquels ils sont rémunérés à des hauteurs ne laissant pas de place pour l'instant aux résidus de broyage qui nécessitent de plus une préparation et des dispositifs spécifiques d'introduction dans les fours.

Afin de développer la filière cimentière, plusieurs industriels se sont regroupés dans un projet de reconnaissance et extraction des éléments chlorés des RBA. Ce projet, aidé par l'ADEME, devait permettre de proposer un combustible issu des RBA présentant un taux de chlore compatible avec les exigences des fours de cimenterie. Le projet n'a pu aboutir à son terme devant la complexité de gestion du caractère hétérogène des RBA et les divers problèmes mécaniques que soulevait une telle installation.

Les résidus de broyage non métalliques se décomposent grossièrement en deux flux principaux :

- Les « fluff », fraction légère issue de l'aspiration avec une majorité de mousses, textiles, plastiques, bois.
- Une fraction « lourde » mélangée avec les métaux non-ferreux, composée majoritairement de caoutchouc et de matières plastiques.