

Analyse des cycles de vie de différentes voies de valorisation des pneus usagés non réutilisables (PUNR)

Le point de vue du commanditaire : retour d'expérience et valeur ajoutée des travaux

Par Catherine CLAUZADE*, Charlotte HUGREL**, Magali PALLUAU** et Philippe OSSET***

Le principe de responsabilité élargie du producteur (REP) institue la prise en charge financière et/ou opérationnelle de tout ou partie de la gestion des produits en fin de vie par les acteurs économiques responsables de leur mise sur le marché. Principal organisme collectif chargé de mettre en œuvre les obligations incombant aux producteurs de pneus, Aliapur s'attache depuis sa création à favoriser l'émergence d'une économie industrielle créatrice de valeur environnementale, économique et sociétale, une économie structurée autour des multiples potentialités offertes par la valorisation des pneus usagés « non réutilisables » (PUNR). Une préoccupation qui revêt une importance accrue dans un contexte de raréfaction des matières premières.

La filière française de gestion des pneumatiques usagés est née en 2004 de l'application du principe de responsabilité élargie du producteur (REP). Ce principe institue la prise en charge financière et/ou opérationnelle de tout ou partie de la gestion des produits en fin de vie par les acteurs économiques responsables de leur mise sur le marché.

Aliapur, qui est le principal organisme collectif chargé de mettre en œuvre les obligations incombant aux producteurs de pneumatiques, collecte et valorise plus de 75 % du gisement actuel de pneus usagés (soit 300 000 tonnes par an, environ).

Au-delà de la bonne exécution des obligations réglementaires de ses clients, Aliapur s'attache, depuis sa création, à favoriser l'émergence d'une économie industrielle structurée et créatrice de valeur environnementale, économique et sociétale autour des multiples potentialités offertes par les pneus usagés « non réutilisables » (PUNR).

Dans cette perspective, le service R&D d'Aliapur a commandité en 2008 une analyse du cycle de vie des voies de valorisation des PUNR. Cette évaluation visait trois objectifs principaux :

✓ évaluer de manière comparative l'intérêt environnemental global des différentes voies de valorisation étudiées ;

✓ identifier les principaux avantages et/ou impacts environnementaux associés à chacune des voies de valorisation en vue de mieux positionner leur image et de pouvoir communiquer des éléments d'appréciation objectifs à un large public ;

✓ identifier les points d'amélioration de l'ensemble de la gestion des pneumatiques usagés afin d'en optimiser les performances environnementales.

Neuf voies de valorisation (valorisations matière, énergétique et travaux publics – valorisations destructives ou non destructives – valorisations matures ou valorisations émergentes) ont ainsi été étudiées.

Les travaux ont été réalisés par le département Développement durable de PricewaterhouseCoopers en conformité avec les préconisations des normes ISO 14040 (2006) et ISO 14044 (2006). Ils ont fait l'objet d'une revue critique par un large panel composé d'experts internationaux ès-ACV, d'une ONG et de parties prenantes représentant les différentes voies de valorisation des PUNR.

Cet article a pour objectif principal de faire partager le retour d'expérience d'Aliapur par rapport à cette étude. Y seront ainsi successivement abordés :

✓ les travaux préparatoires réalisés avant l'engagement de l'étude ACV en tant que telle ;

- ✓ les différentes facettes du rôle joué par le commanditaire au cours de l'avancée des travaux ;
- ✓ enfin, les enseignements qu'Aliapur a tirés de cette étude.

Les travaux préparatoires et pré-requis à l'engagement d'une ACV

C'est au cours de l'année 2006 qu'Aliapur a pour la première fois envisagé de commanditer une analyse de cycle de vie de différentes voies de valorisation des pneus usagés non réutilisables (PUNR). Dès 2007, Aliapur a ainsi contacté et rencontré plusieurs prestataires potentiels afin d'échanger avec eux de manière plus approfondie sur la méthodologie et sur les informations nécessaires à la mise en œuvre de cette analyse.

Très vite, il est ressorti de ces échanges que la qualité et la robustesse des résultats de l'étude seraient étroitement liées à la disponibilité de données pertinentes et robustes tant en ce qui concerne les données portant sur les activités des différentes étapes de la filière (collecte des pneumatiques auprès des détenteurs, broyage des PUNR, etc.) que les valeurs caractéristiques des gisements de PUNR (pouvoir calorifique, taux de carbone biomasse), ou encore la mise en œuvre de produits à base de PUNR par les recycleurs-valorisateurs ou celle de produits n'en contenant pas par des fabricants de produits traditionnels (voir la photo 1 ci-dessous).

C'est ainsi qu'Aliapur a pris la décision de repousser le lancement de l'étude d'une année afin de terminer un certain nombre de travaux dont les résultats étaient nécessaires à la conduite de l'ACV et de disposer d'un état des lieux stabilisé de l'organisation de la collecte (voir l'encadré 1).

Organiser la disponibilité de données pertinentes et robustes

L'importance de travailler sur une année d'activité stabilisée et représentative de l'organisation de la filière s'est rapidement imposée.

Il s'agissait en effet non seulement d'être en mesure de tenir compte des importants efforts d'optimisation logistique et technique réalisés au sein de la filière depuis sa création, mais aussi d'établir des résultats et des conclusions valides pour les prochaines années d'activité d'Aliapur (voir l'encadré 2).

Aliapur a également fait le choix de privilégier l'utilisation de données issues du terrain établies par ses soins ou par les industriels concernés, par rapport à l'exploitation de sources bibliographiques dont les informations se révèlent parfois éparpillées et trop souvent peu représentatives de la réalité du terrain.

Ainsi, la modélisation des étapes de transport a été réalisée à partir des données d'activités issues du système



Photo 1 : Déchargement de pneumatiques usagés avant réalisation des opérations de tri.

© Aliapur / photo M. Djaoui

Encadré 1**La méthodologie de l'ACV en quelques mots**

Pour chacune des voies de valorisation des PUNR, deux solutions techniques s'offrant à un valorisateur ont été comparées : *une solution traditionnelle et une solution alternative à base de PUNR*. Les PUNR permettent en effet d'assurer de manière alternative un service dont l'offre nécessite habituellement la consommation de ressources traditionnelles.

Un panel d'indicateurs reconnus en matière d'évaluation environnementale a été analysé : émissions de gaz à effet de serre d'origine fossile, consommation d'énergie primaire totale, consommation de ressources non renouvelables, émissions de gaz acidifiants, consommation d'eau, etc.

Pour l'ensemble des voies de valorisation étudiées, les impacts environnementaux ont été calculés pour un même service rendu, à savoir « valoriser une tonne de pneus usagés non réutilisables à partir de leur point de collecte ».

Dans cette perspective, le bilan environnemental de chacune des voies de valorisation des PUNR a été établi à partir d'une évaluation :

- ✓ des impacts directs générés par les étapes nécessaires à la valorisation des pneus (collecte, préparation des PUNR et étape de valorisation proprement dite) ;
- ✓ des impacts évités du fait de la substitution de PUNR à des produits « traditionnels ».

informatisé de traçabilité mis en place par Aliapur (bons de collecte relatifs à une année d'activité stabilisée, soit environ 140 000 bons).

L'évaluation des étapes de broyage et de granulation s'est appuyée sur les données d'activité établies par Aliapur et les données techniques de plusieurs sites de transformation en tenant compte des différentes technologies utilisées à ce jour en France. Les données collectées auprès des industriels ont par exemple porté sur les consommations des procédés (énergies et utilités, consommables, eau), sur les rendements et les coproduits de fabrication (natures, quantités et types de valorisation, ou d'élimination).

Le recours à des données de terrain a permis d'établir avec une bonne précision les impacts environnementaux

des étapes, préalables à la valorisation, placées sous le contrôle ou sous l'influence notable d'Aliapur. Ce travail a également permis d'appréhender l'influence des types de technologie sur leur bilan environnemental et de s'interroger quant aux possibles améliorations de nature à limiter les impacts environnementaux de ces différentes étapes.

Le retour d'expérience des valorisateurs sollicités durant l'étude a permis d'établir des hypothèses réalistes, gages de résultats robustes pour différents paramètres sensibles, tels que :

- ✓ la durée de vie des produits à base de PUNR comparativement aux produits traditionnels substitués (cas des voies de valorisation matière) ;

Encadré 2**Les années 2005-2006-2007 : une montée en puissance de la filière**

Les premières années d'existence de la filière ont été consacrées à sa professionnalisation et notamment à l'optimisation des étapes préalables à la valorisation des pneumatiques usagés : la collecte auprès des détenteurs (des garagistes, le plus souvent), le tri entre les pneus destinés à la réutilisation et les pneus non réutilisables, les étapes de transformation (broyage, granulation) nécessaires à certains modes de valorisation (voir la photo 2 de la page suivante).

Sur le plan logistique, par exemple, les circuits de collecte auprès des détenteurs de pneus usagés ont été optimisés (tournées multi-détenteurs et multi-catégories de pneumatiques), d'importants progrès ont également été réalisés dans l'optimisation du transport aval grâce au regroupement de certaines étapes (site de tri des pneumatiques usagés et site de transformation) et de l'émergence de solutions de valorisation de proximité.

Dès sa création, Aliapur s'est également attachée à diversifier les voies de valorisation des PUNR, qu'il s'agisse de valorisation matière ou de valorisation énergétique. Son service Recherche et Développement a également exploré les diverses propriétés des produits issus de PUNR et établi des valeurs de référence permettant d'appréhender leurs qualités techniques effectives.



© Aliapur / photo M. Djaoui

Photo 2 : Broyage des pneumatiques usagés.

- ✓ les quantités de produits à base de PUNR utilisées comparativement aux quantités de produits traditionnels substitués ;
- ✓ les différences à prendre en compte entre la solution traditionnelle et la solution à base de PUNR lors des étapes de mise en œuvre et de vie.

Les connaissances acquises par Aliapur depuis 2004 sur les propriétés des différents produits issus des PUNR ont également été d'une importance capitale pour la robustesse de l'étude. En effet, la connaissance fine des propriétés des différentes catégories de pneumatiques et du gisement valorisé dans chaque débouché a permis de prendre en compte des valeurs représentatives de la réalité de la filière pour des paramètres influençant sensiblement les résultats, tels que :

- ✓ le pouvoir calorifique des différents types de pneumatiques (pneumatiques équipant les véhicules légers versus pneumatiques destinés aux poids lourds) ;
- ✓ les proportions relatives de pneumatiques « véhicules légers » et de pneumatiques « poids lourds » selon les voies de valorisation ;
- ✓ la composition des pneumatiques, notamment les teneurs en élastomère, en acier et en textile ;
- ✓ la teneur en carbone d'origine biomasse des différents types de pneumatiques, une partie de l'élastomère pouvant provenir du caoutchouc naturel issu de la culture de l'Hévéa 51°. A noter que, dans ce dernier cas, Aliapur a dû élaborer un processus sur mesure permettant

d'évaluer le taux de carbone biomasse des pneus usagés.

L'ACV : un outil complémentaire aux études d'évaluation des risques

De par son approche multicritère et sa prise en compte sur la totalité du cycle de vie d'un produit, l'analyse du cycle de vie permet d'obtenir une évaluation globale consolidée (dans l'espace et dans le temps) des impacts environnementaux potentiels d'un produit :

- ✓ le rejet d'un kilogramme d'une substance contribuant à l'acidification atmosphérique lors de la phase de production d'une matière première entrant dans sa fabrication et le rejet d'un kilogramme de cette même substance lors de la fin de vie du produit, cent ans après sa fabrication, sont considérés de la même façon ;
- ✓ ces mêmes rejets peuvent survenir dans des zones géographiques très différentes (par exemple, l'Asie pour la production de la matière première et l'Europe pour la fin de vie du produit), mais ils sont pris en compte de la même façon.

Si plusieurs problématiques environnementales (telles que les émissions de gaz à effet de serre, l'épuisement des ressources non renouvelables ou encore l'eutrophisation) sont appréhendées grâce à des méthodes d'évaluation des impacts et à des bases de données jugées robustes, d'autres probléma-



© Aliapur / photo M. Djaoui



© Aliapur / photo M. Djaoui

Photos 3 et 4 : Deux usages des granulats : (à gauche) une aire de jeux en granulats résinés et (à droite) des bandages de roues fabriqués avec de la poudrette de pneus.

tiques (telles que la biodiversité, la toxicité ou l'écotoxicité) restent à ce jour peu (ou mal) appréhendées par les outils ACV.

Aussi la méthodologie de l'analyse du cycle de vie doit-elle être considérée comme complémentaire à d'autres approches d'évaluation environnementale ou sanitaire.

C'est la raison pour laquelle Aliapur réalise systématiquement des études évaluant les risques environnementaux et sanitaires (y compris toxiques et écotoxiques) qui pourraient être associés à l'utilisation de pneus usagés entiers, de broyats ou de granulats (voir les photos 2 et 3 ci-dessus) pour la voie de valorisation considérée (utilisation dans les revêtements de sols sportifs, étanchéification de bassins de rétention, etc.).

Ces études permettent d'évaluer ces risques à l'échelle locale d'une application grâce à des dispositifs expérimentaux visant à reproduire les conditions réelles de la mise en œuvre des produits à base de PUNR.

Les différents rôles joués par le commanditaire au cours du déroulement de l'étude

S'intéresser à l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un produit nécessite, le plus souvent, au-delà de l'implication des équipes du commanditaire elles-mêmes, de solliciter différents acteurs intervenant tout au long de la chaîne de valeur : fournisseurs, clients, etc.

La bonne conduite d'une étude, tout comme sa robustesse, sont donc le plus souvent étroitement liées à la coopération de ces tierces parties, à leur capacité et à leur motivation pour comprendre les besoins des personnes en charge de l'étude et à répondre à ceux-ci.

Étant donné ce contexte, le rôle du commanditaire est essentiel, que ce soit lors de l'étape de collecte des données ou lors de l'analyse critique de celles-ci.

Faciliter le recueil des données

Dans le cas de l'étude menée pour Aliapur, la modélisation de nombreuses étapes a nécessité la collaboration de transformateurs (des sites de broyage et de granulation) et de valorisateurs qui utilisent les produits issus des PUNR (ainsi que les produits traditionnels).

Le service Recherche et Développement (en charge de la gestion du projet au sein d'Aliapur) a ainsi joué un rôle clé dans l'identification des tierces parties devant être sollicitées. En amont du travail de collecte du prestataire ACV, Aliapur s'est attaché à informer celles-ci et à leur expliquer la démarche entreprise.

Notons que ce travail a été facilité par le mode de fonctionnement de la société, les travaux de Recherche et Développement conduits par Aliapur étant systématiquement fondés sur une approche partenariale conduite au travers de *consortiums* regroupant (notamment) les experts d'Aliapur et des leaders du domaine applicatif visé.

Ce mode de fonctionnement (dont les modalités de collaboration sont encadrées) a également permis de gérer en amont les questions de confidentialité qui constituent un enjeu récurrent dans la réalisation d'ACV.

Enfin, Aliapur a également été attentif à donner la parole aux valorisateurs en les associant étroitement aux conférences qu'elle a organisées pour présenter les résultats de l'étude.

Porter un regard d'expert sur les données

Le prestataire ACV, tout comme le commanditaire, a un rôle important à jouer dans la revue des données collectées.

La valeur ajoutée du commanditaire réside dans sa capacité à porter un regard d'expert métier sur les informations transmises par les tierces parties sollicitées.

Dans le cas d'Aliapur, c'est l'expertise acquise à l'occasion des nombreuses collaborations menées avec des secteurs d'activité potentiellement intéressés par les produits à base de PUNR qui a ainsi été mobilisée.

Le travail de revue mené par les équipes d'Aliapur (qu'il s'agisse des sites de transformation ou des entreprises utilisant des produits à base de PUNR) leur a permis de s'assurer de la vraisemblance et de la fiabilité des données d'activités (telles que les quantités des matériaux mis en œuvre, la durée de vie des différents produits ou encore les taux de substitution de produits à base de PUNR aux matériaux classiques (établis à service équivalent et à durée de vie identique)).

Encadré 3**Les différentes étapes de transport prises en compte :**

- ✓ Transport par route des pneus depuis leurs 40 000 points de collecte (garages automobiles) maillant le territoire national et ce, jusqu'aux 90 centres de tri ;
- ✓ Transport par route des PUNR des centres de tri vers les sites de transformation (broyage/granulation) ;
- ✓ Transports depuis les centres de tri ou de transformation vers les valorisateurs sis en France (par route) et à l'étranger (par bateau et par camions).

S'assurer de l'adéquation entre les travaux réalisés et les objectifs de l'ACV

L'implication d'Aliapur, tenant le rôle d'un commanditaire impliqué tout au long de l'étude, a permis au praticien d'ACV de remplir au mieux sa mission. A cette fin, Aliapur s'est assuré notamment que les modélisations d'ACV proposées par le praticien prenaient bien en compte les spécificités des métiers de ses différentes filières. Ce rôle est complémentaire des deux rôles qui précèdent.

Les dialogues entre le praticien et le commanditaire ont permis d'échanger les compétences nécessaires à une compréhension réciproque, et donc à l'atteinte optimale des objectifs du commanditaire. Ces échanges ont joué un rôle fondamental dans le succès de l'étude.

Enseignements et aide à la décision

Le transport : un poste important dans la chaîne des coûts, mais secondaire dans le bilan environnemental

La gestion des pneumatiques nécessite une organisation logistique importante, en particulier pour la collecte des quelque 300 000 tonnes de pneumatiques usagés recueillies chaque année par les 40 000 points de collecte maillant le territoire national. Il s'agit d'un poste important de dépense pour Aliapur, le transport contribuant pour moitié au coût total de la gestion des pneumatiques usagés.

Par ailleurs, de nombreuses parties prenantes accordent un intérêt certain aux impacts environnementaux des transports (en particulier à leur contribution à l'effet de serre).

Pour ces différentes raisons, s'est posée la question de la contribution cumulée de l'ensemble des étapes de transport des PUNR au bilan environnemental global de chacune des voies de valorisation étudiées (voir l'encadré ci-contre et la figure 1 ci-dessous).

Exception faite du cas du bassin infiltrant, les résultats illustrés ci-dessous montrent que les étapes de transport ont une contribution environnementale secondaire par rapport aux impacts générés par les voies de valorisation et que leurs impacts sont très inférieurs aux bénéfices générés par la substitution de pneus usagés à des produits traditionnels.

Ainsi, si les étapes de transport représentent un réel enjeu économique pour la filière, elles ne constituent pas un enjeu environnemental majeur.

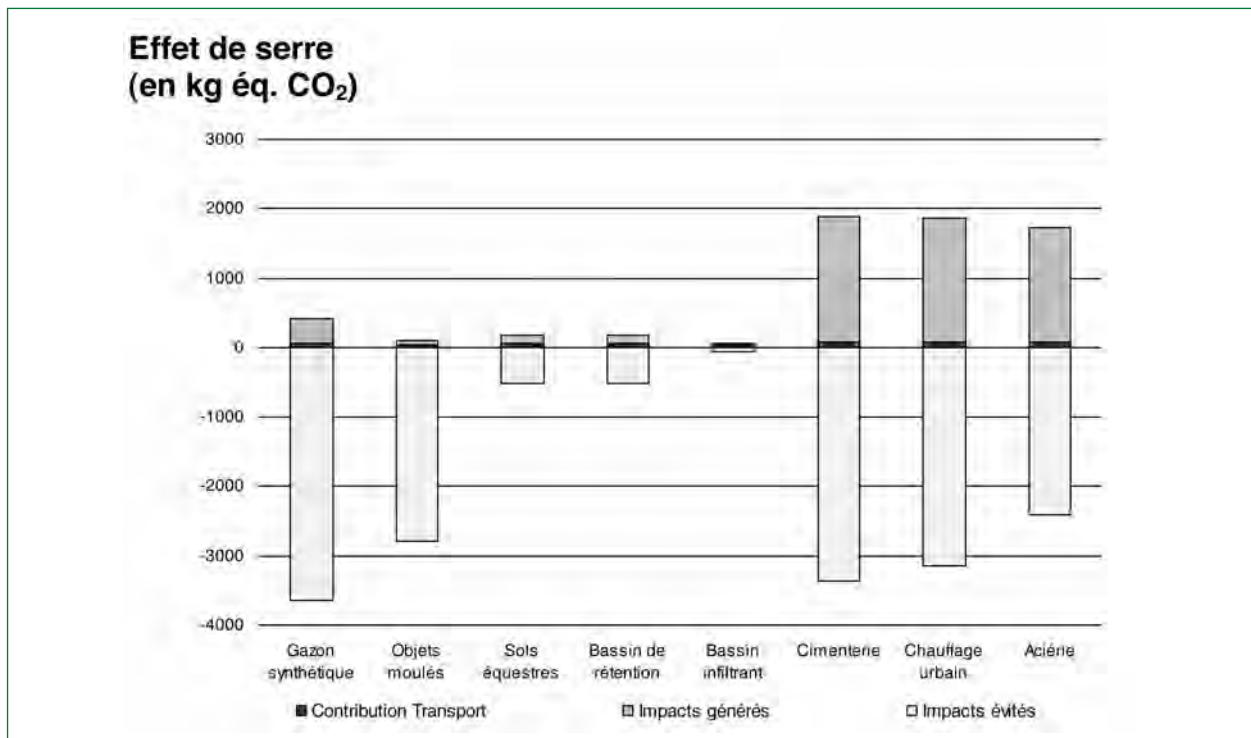


Figure 1 : Indicateurs gaz à effet de serre - Impacts générés : contribution des étapes de transport et impacts évités pour les différentes voies de valorisation étudiées.

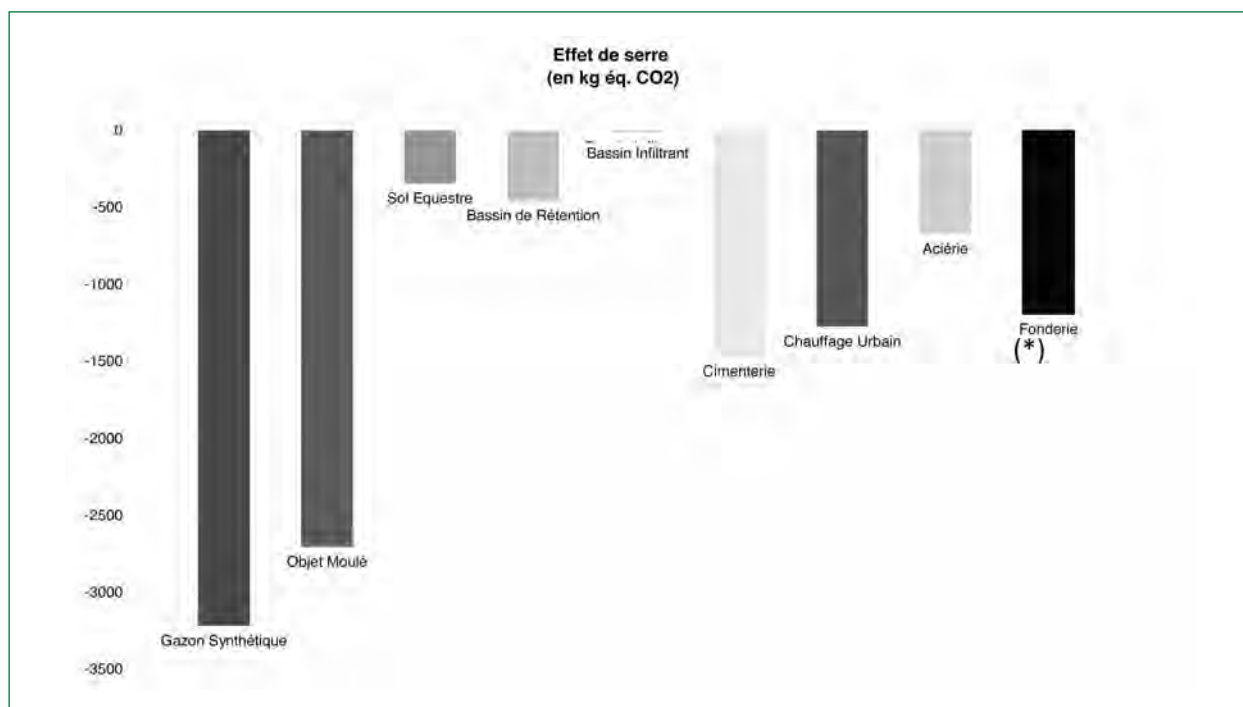


Figure 2 : Bilan environnemental pour les émissions de gaz à effet de serre (kg éq. CO₂/tonne de PUNR).

(*) Ecart non significatif (car inférieur à 10 % du total des impacts générés par la valorisation ou des impacts évités).

Un autre regard sur la hiérarchie européenne des voies de valorisation des déchets

L'étude a mis en évidence le fait que les voies de valorisation matière ne présentent pas de manière systématique des bilans environnementaux plus intéressants que ceux des voies de valorisation énergétique.

Les figures 2 (ci-dessus), 3 (ci-dessous) et 4 (de la page suivante) illustrent ainsi que les bénéfices engendrés par une valorisation en cimenterie, en aciérie ou en chauffage urbain sont très sensiblement supérieurs à ceux qu'offrent les valorisations dans les ouvrages de travaux publics (bassins de rétention et bassins infiltrants).

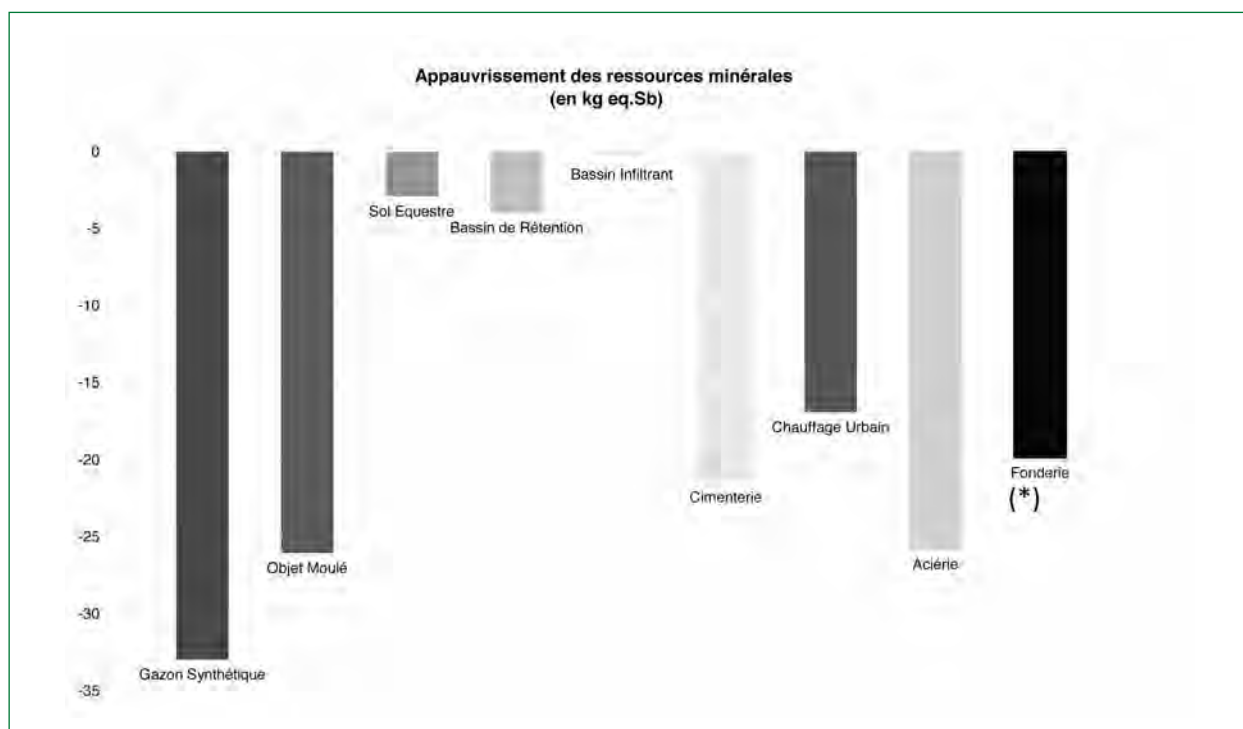


Figure 3 : Bilan environnemental pour la consommation de ressources non renouvelables (kg éq. antimoine / tonne de PUNR traité).

(*) Ecart non significatif (car inférieur à 10 % du total des impacts générés par la valorisation ou des impacts évités).

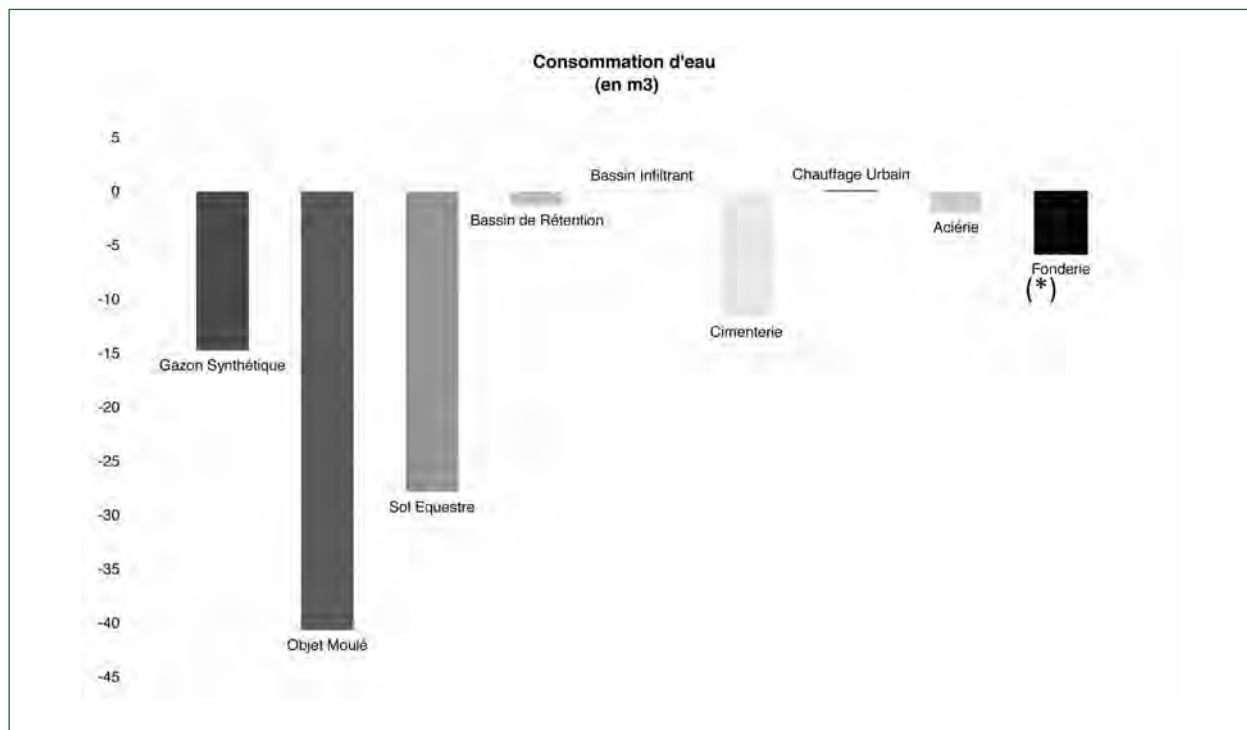


Figure 4 : Bilan environnemental pour la consommation d'eau (m³ / tonne de PUNR traité).

Cet enseignement permet de relativiser de manière argumentée la hiérarchie des déchets mentionnée dans la directive 2008/98/CE relative aux déchets, celle-ci considérant *a priori* la valorisation matière préférable à la valorisation énergétique.

Ce qui a changé dans la stratégie de l'entreprise

Un premier enseignement important pour Aliapur a été de constater que la quasi-totalité des voies de valorisation étudiées engendrent des bénéfices environnementaux comparativement aux solutions traditionnelles auxquelles elles se substituent.

Cela a permis de conforter Aliapur et ses actionnaires dans leur volonté de poursuivre les efforts engagés pour exploiter au mieux le potentiel de valorisation des pneus usagés, les résultats démontrant qu'il est toujours intéressant d'investir dans les étapes amont (que constituent la collecte, le tri et le broyage/granulation) pour contribuer à valoriser ce potentiel.

Par ailleurs, la forte implication du service R&D d'Aliapur tout au long de l'étude lui a certes permis d'acquérir le réflexe de « penser cycle de vie », mais aussi de partager largement cet angle d'analyse avec les autres fonctionnalités de l'entreprise.

Aliapur considère aujourd'hui qu'un enjeu fort pour cette filière est d'être en capacité de tirer le meilleur parti des qualités des matières premières secondaires issues des PUNR tout en optimisant leur plus-value environnementale globale.

Dans un contexte de raréfaction des matières premières, il ne s'agit plus, seulement, d'assurer « proprement » la gestion d'un produit en fin de vie, mais bel et bien de réussir à exploiter les ressources potentielles du pneu usagé en vue de créer une économie industrielle structurée et créatrice du maximum de valeur environnementale, économique et sociale autour de cette matière première secondaire.

Concrètement, dans un contexte où l'offre des débouchés est supérieure au volume des PUNR à traiter, Aliapur a d'ores et déjà pris la décision de donner la priorité aux voies de valorisation offrant les meilleurs bilans. Ainsi, la valorisation des PUNR dans les travaux publics est désormais limitée aux seuls pneus usagés non broyables (ou de très grand diamètre), en raison de son intérêt moindre, en comparaison de toutes les autres voies de valorisation.

Aliapur a également pris la décision d'inclure dans ses programmes de Recherche et Développement (qu'ils concernent de nouvelles voies de valorisation ou des voies émergentes) une évaluation de leur intérêt.

Notes

* Directeur du Développement d'Aliapur.

** Experts en ACV, co-fondatrice de Bleu Safran.

*** Expert en ACV, Président co-fondateur de Solinnen.

(1) Les émissions de CO₂ associées à la combustion de cette fraction biomasse sont considérées comme ne contribuant pas à l'effet de serre dans le cadre des règles actuelles de comptabilisation de ces émissions.