



Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <https://sam.ensam.eu>
Handle ID: <http://hdl.handle.net/10985/26721>

To cite this version :

Madeline LAIRE-LEVRIER, Carole CHARBUILLET, Carola GUYOT-PHUNG, PERRY NICOLAS - Contribution à la mise en œuvre de l'économie circulaire pour les Matières Plastiques (MP) pour la REP ASL - In: 19 eme colloque national, France, 2025-05 - Smart 2025 : Recherche et développement agiles pour une industrie soutenable. - 2025

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : scienceouverte@ensam.eu





Contribution à la mise en œuvre de l'économie circulaire pour les Matières Plastiques (MP) pour la REP ASL

M. LAIRE-LEVRIER ^{a,b*}, C. CHARBUILLET ^a, C. GUYOT-PHUNG ^b, N. PERRY ^c

^a Arts et Metiers Institute of Technology, Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, I2M, UMR 5295, LE Bourget du Lac, Fr

^b Univ. Bordeaux, Arts et Metiers Institute of Technology, CNRS, Bordeaux INP, I2M, UMR 5295, Talence, Fr

^c Arts et Metiers Institute of Technology, Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, I2M, UMR 5295, Talence, Fr

* e-mail : madeline.laire-levrier@ensam.eu

1. INTRODUCTION

La Responsabilité Elargie des Producteurs (REP) pour les Articles de Sport et de Loisirs (ASL) a été instaurée en France depuis le 1er janvier 2022. Cela implique l'obligation de la collecte et de la gestion de fin de vie des ASL donc par conséquent la mise en place d'une organisation adéquate. Les ASL sont majoritairement composés de multi-matériaux (29% des MP des ASL contre 5% de plastiques mono-résine). [1] Les compétences techniques nécessaires aux équipements des sports imposent des innovations matérielles dont les plastiques et résines techniques sont souvent la réponse. Les ASL représentent moins de 3,8% de la consommation de plastique en France (en 2021). [2] Cependant, les diversités et les complexités de matières posent un réel problème lorsque le matériel sportif arrive en fin de vie. La valorisation des plastiques utilisés dans le matériel d'activités sportives reste rare (moins de 1%)[3]. Pour cause, le manque de moyens technologiques et logistiques disponible est un frein d'après l'étude de préfiguration de la REP ASL de l'ADEME 2022.

Pour trouver des solutions à ces freins et définir une organisation efficiente de la filière, il est essentiel d'identifier les tenants et aboutissants de la circularité des matières plastiques. C'est l'objectif du projet de recherche présenté dans cet article.

2. CONTEXTE

Les matières plastiques utilisées dans le domaine des ASL présentent plusieurs enjeux.

- Enjeux techniques
- Enjeux économiques
- Enjeux environnementaux
- Enjeux sanitaires
- Enjeux sociétaux

Tout d'abord, il y a les enjeux techniques lié à la recherche de performances, d'efficacité ainsi qu'à la sécurité pour les utilisateurs. Ces exigences pour les produits de sport et loisirs freinent considérablement l'utilisation de matière recyclée dans leur production (2,6% contre une moyenne de 8,5% pour toutes les filières confondues) [3]. Même si le réemploi et la réutilisation restent à favoriser par rapport au recyclage, il reste difficile à de les opérationnaliser car ce flux reste entre particuliers – consumer to consumer (C2C). En effet, à hauteur des 2/3 du réemploi se fait en C2C (soit environ 35.6kt/an). [4]

Le prix de la matière plastique (MP) technique et des procédés de fabrication amènent des enjeux économiques. Les MP utilisées pour la production d'équipements sportifs et de loisirs sont des MP (composites, plastiques chargés) qui nécessitent plus de process que le MP plus classiques (polyoléfinés, ...).

Les ASL se confrontent à des enjeux environnementaux forts, notamment via l'impact des déchets des équipements sportifs. Les matériaux (entre autres polymères) utilisés provoquent un épuisement des ressources.[5] Les produits sont peu démontables, et le tri reste difficile en fin de vie, ce qui empêche leur bonne revalorisation.[1] De plus, l'utilisation en extérieur amène à des rejets de microplastiques. Ce dernier point pose ainsi des enjeux sanitaires. Aussi, les équipements sportifs peuvent rejeter des composés organiques volatils (COV) dans l'air ce qui peut être problématique, notamment pendant la pratique pour les sports en intérieurs mais aussi lors du stockage du matériel dans les domiciles.

L'enjeu sociétal est aussi présent de par la recherche de la diminution de l'utilisation des MP avec différentes lois comme la loi AGECE.

2.1. Contexte réglementaire - scientifique

Les réglementations sur la Responsabilité Élargie du Producteur (REP) reposent sur le principe de pollueur payeur. Ces REP découlent de la loi AGEC (Anti-Gaspillage pour une Économie Circulaire). Cette loi vise à réduire la quantité de déchets produits en France. Elle réglemente l'utilisation de matières premières et matières premières recyclées notamment pour les matières plastiques.

Elles sont réparties par secteur d'activité appelée filières. Il en existe de nombreuses déployées au niveau local, national (REP Produits et Matériaux de Construction et du Bâtiment) ou même européen (REP Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques). Ces REP peuvent être réglementaires et imposées par la loi (REP emballages ménagers) ou bien volontaires à l'initiative des acteurs du secteur (REP mobile-home).[6]

De plus en plus de REP sont mises en place en France (imposées par la loi AGEC). C'est le cas de l'entrée en vigueur de la REP ASL instaurée en janvier 2022 sur le territoire français. Cette REP est la première et unique sur ce secteur dans le monde. Car à ce stade seules des initiatives volontaires privées ou universitaires ont été recensées ; mais il n'existe à l'heure actuelle pas d'équivalent de la REP ASL française. [7]

Cette REP a pour avantage de contribuer à l'amélioration de la collecte des déchets de diverses provenances. Par exemple, pour les ASL le taux de collecte donné en objectif par la REP est de 25% pour les cycles et 35% pour les autres ASL pour 2027. Cependant, les lacunes en termes de technologie sur la gestion de déchets plastiques engendrent régulièrement que ces déchets soient voués à l'incinération avec ou sans valorisation énergétique. Au cours de leur production, les ASL représentent 3,8% de la consommation de plastique en UE27+3 (UE + UK, Norvège et Suisse). [3] En y ajoutant les produits importés, les plastiques des ASL représentent 4,9% des plastiques utilisés et consommés en UE27+3. [3].

Cette REP ASL apparaît car la pratique de sport et de loisir peut avoir d'importants impacts environnementaux. Cela dépend premièrement de la récurrence d'entraînement et de compétitions, des déplacements qu'engendre la pratique ainsi que la production de déchets générés par les équipements sportifs usés. Certains sports se révèlent plus impactants sur l'environnement que d'autres et cela peut être relié à la sensibilité environnementale des pratiquants d'un même sport. En effet, une étude allemande a démontré que les sports d'équipe et de raquette étaient composés des pratiquants avec la moins bonne conscience écologique par rapport aux autres sportifs sondés. Cependant, bien que les sports en outdoor (randonnée, trail, ski, ...) qui étaient représentés par les pratiquants avec la plus forte conscience environnementale l'étude n'a pas démontré un comportement moins impactant environnementalement (empreinte carbone) en comparaison aux autres sports. Cela serait dû au fait que les sports outdoor se pratiquent principalement en montagne et nécessitent donc de plus grands

déplacements, souvent en voiture.[8] Cette étude permet de poser un contexte global de la pratique des sports et loisirs et leurs impacts sur l'environnement. Les déchets d'ASL composent un levier intéressant pour diminuer l'impact environnemental mais la sensibilisation des pratiquants (utilisateurs des ASL) sur leur comportement ne doit pas être marginalisée (déplacements, utilisation des installations et du matériel, cession du matériel usagé). Il y a donc un fort intérêt à travailler et mettre en relation tous les acteurs de la chaîne pour pallier les problèmes de gestion de fin de vie notamment.

En un second temps, la pratique sportive peut aussi avoir un impact de par les matériaux utilisés dans les équipements. Certains plastiques, selon leur famille ou leur application, peuvent freiner leur recyclage (composites, plastiques techniques ou en mélange, ...). Les pollutions possibles lors de l'usage (terre, sel, ...), la collecte ou le tri (autres plastiques) représentent de fortes entraves au recyclage.[9] En effet, la voie classique, tri puis recyclage mécanique peut ne pas être adaptée aux résines utilisées (thermoset, composites). Se diriger vers de nouvelles voies de recyclages avancés peut être la solution, sans déprécier la valeur ajoutée des matières. Il faut alors identifier leurs possibilités de recyclage disponibles actuellement ou en cours de développement qui pourront être appliquées.

Un point notable dans la filière ASL, c'est la faible part de plastique noir. Cela ouvre des possibilités de recyclage avec des MP recyclées claires ou colorées sans ajout de noir de carbone.

En effet, les questions des boucles fermées et ouvertes doivent être questionnées. [10] Une boucle fermée définit une utilisation de la matière première de recyclage (MPR) à destination et usage identiques. Tandis qu'une boucle ouverte définit une utilisation de la MPR vers une destination différente, en substitution d'une matière première vierge. Une boucle semi-ouverte peut définir une utilisation de la matière pour produire un produit différent que le produit initial mais dans le même domaine. La matière recyclée n'a souvent pas les mêmes caractéristiques que la matière vierge. Cela est un réel frein pour la réintégration de matière recyclée notamment en boucle fermée. Mais cette matière recyclée peut être utilisée comme une matière à part entière et donc être utilisée d'une manière différente pour répondre à d'autres besoins que la matière vierge. C'est ce que l'équipementier sportif Scott a commencé à tester. La fibre de carbone des vélos cadre carbone est extraite de la résine. Cette fibre présente des caractéristiques moins bonnes en résistance aux chocs mais meilleures en absorption des vibrations. Elle peut donc être réintégrée dans la composition des skis qui nécessitent de très bonnes absorptions des vibrations. [11]

2.2. Contexte industriel

La recherche sur la circularité du plastique a déjà avancé dans certaines REP. Notamment la REP emballages ménagers mais aussi la REP DEEE. Des thèses ont déjà été écrites sur les sujets des REP sur la partie sciences de

gestion [12] ou droit [13], mais également sur les VHU et DEEE sous l'angle métaux critiques ou conception mais rarement axés matières plastiques ou ASL. De plus, de nombreuses REP déjà en place sont efficaces pour plusieurs matériaux, en particulier des métaux. [14] mais le plastique relève souvent des difficultés (logistique, impuretés, ...) à être traité de manière circulaire. Les REP, par le biais des éco-organismes, visent à sourcer les détenteurs de chacun des déchets dont ils sont responsables afin de pouvoir gérer leur traitement. Les études de préfiguration de la filière mettent en évidence le problème du traitement des déchets plastiques provenant de la filière des ASL [Etude interne du gisement ASL par Ecologic et [2]] mais aucune étude à ce jour n'a été portée pour apporter des solutions. Pour pallier ces soucis (trouver un scénario fin de vie pour les plastiques en fonction de la typologie d'ASL) pour la REP ASL, mais aussi pour prévenir ces problèmes pour les REP à venir, il faut déterminer quelles sont les solutions (notamment techniques, environnementales et sanitaires) à apporter.

De plus, la recherche de technicité pour les produits de sport et loisirs freine considérablement l'utilisation de matière recyclée dans leur production (2,6%) [3]. En effet, la technique de recyclage la plus répandue mondialement est le recyclage mécanique. Cette méthode consiste à refaire fondre la matière plastique pour lui redonner une nouvelle forme. Cette technique reste la plus répandue et souvent la moins impactante environnementalement. [15][16] Cependant, cette méthode engendre une dégradation des propriétés des polymères ce qui ne permet pas de retrouver la technicité nécessaire pour la production d'articles de sport et de loisirs et oblige, par ailleurs, à reformuler quel que soit le futur débouché.[9] D'autres voies de traitement ou d'autres solutions de matières doivent donc être recherchées pour résoudre ce problème (comme le tri triboélectrique). Les voies de traitement des déchets plastiques sont très complexes et

résultent d'une multiplicité d'étapes et de paramètres souvent décuplés par la technicité des matières. En effet, plus une matière sera technique et spécifique, plus il y aura d'étapes de traitement avant de pouvoir procéder à un recyclage.

2.3. Organisation de la filière

L'analyse de la filière montre qu'il y a besoin de mettre en place un suivi du cycle de vie de plusieurs équipements sportifs et d'anticiper les prochains cycles. L'analyse des fins de vie déjà existantes et des possibilités actuelles pourra permettre d'identifier des stratégies de conception prises par les équipementiers et qui empêche la circularité des produits. Cela donnera lieu à des discussions avec les producteurs pour travailler sur l'écoconception de leurs produits.

La stratégie a donc été de trouver des acteurs à chaque étape de la chaîne de vie afin d'avoir des retours réguliers sur les avancées de la recherche. Ces retours pourront permettre d'obtenir des résultats opérationnellement viables. Les acteurs identifiés sont répertoriés sur la *Figure 1*.

Tout d'abord, la filière est gérée par un seul éco-organisme, ECOLOGIC France. Cette entité à but non lucratif a pour but d'organiser la collecte ainsi que la gestion de fin de vie des ASL. Pour cela, ils sous-traitent des collecteurs et des gestionnaires de déchets (tri, recycleurs). Ainsi, ils font le lien entre tous les acteurs de la fin de vie des produits de ce secteur.

Des discussions entre les fournisseurs de matières premières régénérées et les producteurs et assembleurs d'équipements sportifs sont importantes afin de débloquent des freins qui permettent la réintégration de cette matière dans le cycle. En effet, beaucoup de matières recyclées sont souvent difficilement réintégrées dans le cycle.

Quelques marques réalisent des actions individuelles en interne mais très peu de coalitions sont créées. Des

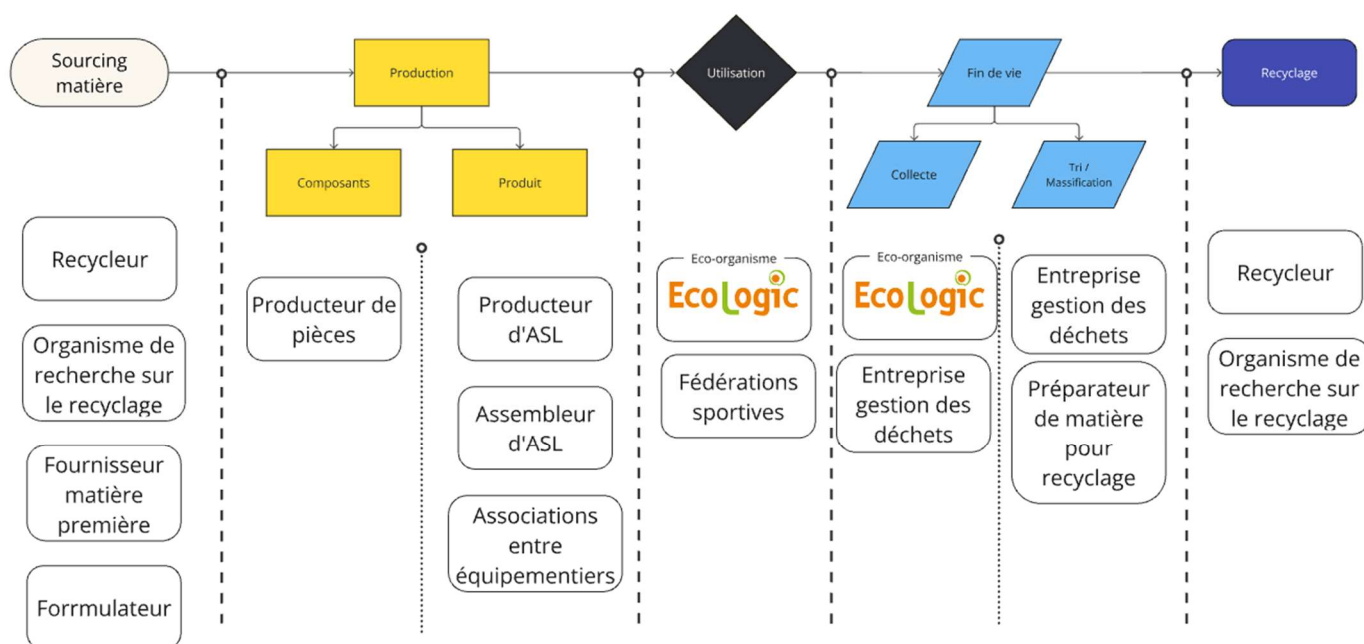


Figure 1 : Schéma des acteurs pour les plastiques des équipements sportifs selon leur positionnement dans le cycle de vie d'un ASL

coalitions autour de produits spécifiques existent tout comme des coalitions d'acteurs utilisant une même matière. C'est le cas de la Carbon Fibre Alliance qui rassemble des acteurs de différents sport (surf, tennis, vélo, biathlon) pour travailler sur la circularité des composites fibres carbone. [11]

Des fédérations nationales et internationales (tennis, surf) réalisent quelques actions. C'est le cas de la Fédération Française de Tennis qui a engagé la mise en place de la collecte des balles de tennis en plaçant des bacs dans les clubs de tennis.[17] Les pratiquants peuvent ainsi déposer leurs balles usées et plus utilisables directement sur leur lieu de pratique. Cette solution est applicable car la pratique du tennis ne se fait exclusivement que sur des terrains de tennis, c'est-à-dire des lieux spécifiquement dédiés à la pratique de ce sport.

Certains événements peuvent être catalyseurs d'initiatives. C'est le cas des JO Paris 24 qui ont été l'incubateur de plusieurs initiatives de la gestion de fin de vie des équipements sportifs. L'économie de la fonctionnalité et la location ont représenté 75% du système économique de l'événement. Pousser les gros équipementiers (gymnastique, escalade, ...) à revoir leur schéma pour rejoindre une démarche de circularité a été un des objectifs du COJO (Comité Organisationnel des Jeux Olympiques) de Paris 2024.[18]

Les JO bénéficient de leur caractéristique de grand événement de renommée internationale. Cela permet de challenger les différents acteurs du domaine sportif et ainsi pouvoir donner une impulsion à des projets qui seront pérennes même après l'événement.

C'est dans ce contexte que se pose le sujet de la circularité des plastiques des articles de sports et de loisir. Quelles stratégies peuvent être employées pour la mise en place de plus de circularité pour les matériaux plastiques des équipements sportifs ?

3. DEMARCHE

Pour répondre à cette problématique le projet a pour but de : - caractériser les produits, éléments et matières plastiques présents dans les ASL - identifier les technologies disponibles pour leur valorisation (réemploi, recyclage mécanique ou avancé, ... - modéliser des stratégies de traitement de la fin de vie des ASL par rapport à leurs indicateurs de performance.

Il faut, dans un premier temps, définir la filière et ses caractéristiques actuelles et attendues. Le but est de modéliser plusieurs scénarii efficaces et opérationnellement viables pour la circularité sur plusieurs boucles des matières plastiques qui constituent plusieurs ASL. Chaque scénario fera l'objet d'une évaluation multicritère [19] ainsi que de calculs et d'analyses environnementales (ACV, MFA).

3.1. Démarche globale

La démarche du projet consiste en un premier temps en l'identification de tous les défis et enjeux qui se heurtent à ce sujet. Les défis tel que la diversité des matériaux, la complexité des produits, les limites technologiques, le manque de volume ainsi que la dispersion géographique semblent être des critères importants à prendre en compte lors de la problématique.

En parallèle, un état des lieux des méthodes de recyclage et de valorisation disponibles sur le territoire (France et Europe) permettra d'évaluer des exutoires pour la matière plastique tels que la réutilisation, le réemploi ou bien le recyclage mécanique ou avancé. En complément, des comparaisons de stratégies de traitement de la matière permettront d'arbitrer entre différentes voies de traitement (en tenant compte de la collecte, désassemblage, préparation de matière et de la compatibilité des plastiques). Toutes ces données pourront supporter la modélisation de scénarii de modèles circulaires sur plusieurs cycles de vie pour des ASL définit.

Ces ASL spécifiques seront choisis selon plusieurs critères permettant la représentation d'une majorité de cas possibles (matières, volume de gisement, moyen de collecte, ...). Une campagne de caractérisation sera faite sur plusieurs gisements d'ASL (différents points de collecte, territoires, ...) afin d'appuyer les choix concernant les matériaux étudiés. La caractérisation physico-chimique des plastiques utilisés dans ces équipements permettra d'identifier des résines plastiques ou composites des ASL. Les méthodes considérées sont : Infrarouge, FTIR, traction, températures de transition, TGA, DSC, HPLC, ... Elles permettent d'adapter et d'affiner l'appréciation des différents plastiques utilisés. Cette étape permettra d'identifier les plastiques qui nécessitent une étude plus détaillée pour leur valorisation. Les résines plastiques sélectionnées feront l'étude d'analyses plus avancées pour repérer les possibles prolongements de durée de vie et de valorisation (réutilisation sous d'autres formes, recyclage, ...).

Le but est de trouver des technologies de traitement et de valorisation disponibles (déjà industriellement déployées ou en cours de recherche) sur le territoire français ou européen. Les études envisagées sur la collecte et la massification sont le compactage, déchiquetage, broyage, En effet, le traitement de la matière plastique en amont du recyclage a une forte influence sur le choix de l'exutoire final et sur la qualité de la matière recyclée. Les différentes technologies de recyclage ne sont pas adaptées au traitement de tous les plastiques. Afin d'optimiser le taux de recyclage il faut identifier une méthode de recyclage compatible avec le plastique étudié et définir les méthodes de préparation adaptées. L'expertise de la chimie de la matière couplée à des indicateurs de performance environnementale et sanitaire permet de déterminer les scénarii les plus efficaces pour la valorisation ; le but étant de faire des produits en fin de vie, une nouvelle ressource matérielle.

Le sujet de recherche a pour but d'identifier les défis, les opportunités et les perspectives de gestion des déchets plastiques des ASL afin d'élaborer des stratégies d'économie circulaire en favorisant la réutilisation, le recyclage, la régénération et la réduction des déchets plastiques. Cette démarche a pour but de modéliser et développer un outil d'aide à la décision pour le choix des stratégies de traitement des plastiques issus des ASL en prenant en compte les moyens de collecte, de traitement, de préparation, de recyclage et de valorisation à disposition ainsi que les impacts environnementaux.

3.2. Typologie et indicateurs des ASL

Typologies : Le choix des ASL et des matériaux étudiés doit se faire de manière à avoir des cas différents et complémentaires. Une matière peut être utilisée dans différents ASL qui présentent des usages très différents. Les terrains d'utilisations peuvent aussi avoir une forte influence sur le vieillissement des matériaux (terre, sel d'eau de mer, ...). Les équipements sportifs d'extérieur sont susceptibles d'être vieillis par les UV et pollués par les sols et poussières extérieures, plus que les équipements d'intérieur. Un même matériau peut donc être intéressant à étudier pour plusieurs ASL.

Aussi, il serait intéressant d'oser l'impact des collectes sur l'efficacité de la valorisation des ASL. Ainsi, étudier des ASL avec des périodes de cessions (tous les automnes ou tout au long de l'année par exemple) différentes peut aussi être envisagé. Pour cela, il est important de définir la typologie des ASL.

En effet, chaque sport possède sa propre typologie selon différents aspects (utilisation, cession, taille, volume, matière, ...). Pouvoir déterminer la typologie des produits d'équipement sportif permet d'établir un choix pour les études de cas avec des axes différents ou conjoints.

Tableau 1: Proposition de typologie de différents sports

		Ski	Vélo (Carbone)	Kayak	Raquette tennis	
Espace	Territoire	Alpes-Pyrénées	National	National	National	
	Lieu de pratique	Montagne		Aquatique	Terrains (clubs ou publics)	
	Utilisation	Extérieur	Extérieur	Extérieur	Extérieur/Intérieur	
Temps	Saisonnalité usage	Hiver	Printemps-été	Printemps-été		
	Saisonnalité collecte	Printemps	Été - Année	Automne - Année	Année	
Durée de vie	Distance	2000km			-	
	Nombre utilisation	200 (20-25km par sortie)			100 (séance de 2h)	
	Temps	3-4ans	10ans	5ans	5ans	
Volume	Taille cm	170*10	150*100	267*77	68*30	
	Masse (kg)		2	7	25	0,3
	Gisement (t/an)		800	1000	1500	200
	Densité apparente	Facile		Difficile	Difficile	Facile
Composition	Matière	Composite	Composite	Polyoléfines ou Composite GF	Composite CF	
	Complexité	Multicouche	Assemblage	Simple	Assemblage, colle	
	Diversité	Haute	Haute	Faible	Moyen	
Facteur extérieur	Polluants	rouille	poussière	sel, poussières	poussières	
	Vieillessement	UV, froid, glace	UV, poussière	UV, eau, sel	UV, poussière	

Ainsi, plusieurs études pourront être menées au sujet d'une matière précise qui peut être appliquée sur plusieurs ASL ou bien par rapport à des utilisations différentes. Le *Tableau 1* permet de distinguer les différents aspects qui définissent un ASL. Ce tableau est une proposition qui découle des données réunies par Ecologic depuis le début de la mise en place de la filière.

Un ASL peut être défini par son utilisation dans le temps et l'espace. L'utilisation peut être saisonnière, comme le ski ou/et cantonnée à des espaces sportifs définis, comme le tennis ou territoriaux comme le ski alpin (montagnes). Ce qui peut impliquer la mise en place de filières spécifiques.

Le produit peut aussi être défini par sa composition, c'est-à-dire sa matière (matière, composite, multicouche) ou ses éléments (démontables, collés, ...).

Le volume et poids d'un produit peuvent être des caractéristiques importantes à prendre en compte, notamment pour l'étape de la collecte. Le volume de gisement cédé est aussi un point clef pour permettre d'organiser une filière de circularité. Si le gisement cédé n'est pas assez gros, la filière a peu de chance d'être viable économiquement et opérationnellement.

La dernière caractéristique identifiée est la durée de vie. Cette dernière peut être évaluée, selon l'ASL, en km d'utilisation, nombre d'utilisation ou heure d'utilisation. Cela permet d'anticiper la gestion de fin de vie en connaissant le nombre de produits vendus x temps plus tôt. Par exemple, la durée de vie moyenne pour une raquette de tennis (temps entre achat et cession) est de 4,7 ans [données interne Ecologic].

En connaissant le nombre de raquettes de tennis vendues une année, il est donc possible de connaître approximativement le volume de raquettes à traiter en fin de vie sur les années suivantes.

En combinant toutes ces caractéristiques, il apparaît une typologie d'un ASL.

Indicateurs : Les ASL peuvent aussi être caractérisés par des indicateurs techniques, environnementaux, économiques et industriels.

Les indicateurs sont définis comme « *Outil d'évaluation d'un état ou d'une évolution. Cette notion sous-entend donc une relation causale entre la grandeur mesurée (autrement dit, indiquée) et l'indicateur. Il exprime ainsi une synthèse d'informations de natures potentiellement différentes. Il offre alors une possibilité de dialogue entre différents acteurs (spécialistes des matériaux, du recyclage, etc.)* » dans la thèse de N.NEVE. [20] Les travaux de R.Horta-Arduin étudient les différents indicateurs pour les produits DEEE (Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques). Ces indicateurs comme le taux de collecte ou bien le nombre de produit de la filière mis sur le marché par habitant par exemple permettent d'améliorer la visibilité sur les produits de ce secteur. Ces indicateurs peuvent être utilisés ou adaptés aux produits ASL. [21]

Ce sujet pourra mener à plusieurs utilisations des données pour compléter les travaux déjà menés tel que :

- Compléter des travaux de modélisations de filières de traitement des plastiques type MFA (Analyse du Flux de Matières). (autres REP : travaux de la chaire Mines Urbaines)
- Compléter les travaux précédemment menés sur les VHU et DEEE (Thèse Rachel Horta Arduin-ADEME/Ecologic)
- Mettre en place une filière de traitement des déchets plastiques provenant des ASL
- Appliquer des méthodes de démontage robotisés sur les produits de sports et de loisirs
- Identifier des polymères et des produits pour lesquels les recherches en technologies de traitement des déchets doivent être boostées pour être le plus efficaces.
- Apporter des axes d'amélioration en termes d'éco-conception des équipements contenant les plastiques étudiés à destination des éco-organismes et producteurs
- Déterminer la provenance de certains microplastiques retrouvés dans les sols de montagne

4. CONCLUSION

Ainsi, le principal résultat du projet se traduira par la modélisation de différentes filières de traitement pour chacun des plastiques sélectionnés qui proviennent du flux ASL. Ces filières pourront être opérationnellement applicables dans l'industrie du traitement des déchets plastiques. La création d'un outil d'aide à la décision sera utile pour tous les acteurs de la filière des ASL (producteurs, gestionnaires de déchets et recycleurs).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les financeurs de cette recherche : l'ADEME et ECOLOGIC France.

REFERENCES

- [1] V.FRANCOIS, Les enjeux du recyclage des plastiques de la Filière à responsabilité élargie du producteur des Articles de sport et de loisirs, ECOLOGIC France, 09/2024
- [2] Étude préalable à la mise en place de la filière REP Articles de Sport et Loisirs, ADEME, 12/2020
- [3] The Circular Economy for Plastics – A European Overview 2022 • Plastics Europe, 2022
- [4] ETUDE SUR LE REEMPLOI ET LA REUTILISATION DES ARTICLES DE SPORTS ET DE LOISIRS RAPPORT DE PHASE 1, ECOLOGIC France, 30/07/2024
- [5] P. Villarrubi, B. Carney Almroth, Plastics pollution exacerbates the impacts of all planetary boundaries, One Earth, Review, 11/2024
- [6] Les filières à Responsabilité Élargie du Producteur, <https://filières-rep.ademe.fr/>, ADEME
- [7] A.Hadigheh, Y.Wei, Sport produces mountains of high-tech waste. We are finding new ways to recycle it, The Conversation, 12/2024
- [8] P.WICKER, The carbon footprint of active sport participants, Sport Management Review, 08/2019
- [9] B. Waszczyłko-Miłkowska, Assessment of the Quantities of Non-Targeted Materials (Impurities) in Recycled Plastic Packaging Waste to Comply with EU Regulations and Sustainable Waste Management, Sustainability, 06/2024
- [10] Nicolas Nève, Carole Charbuillet, Stéphane Pompidou, Nicolas Perry. CIRCULARITY OF PLASTICS THROUGH ECODESIGN: THE CASE OF FRENCH WEEE. International Conference on Engineering Design (ICED23), Jul 2023, Bordeaux, France
- [11] Victoria Low, IF SUSTAINABILITY PROJECT CARBON FIBRE CIRCULAR ALLIANCE, Presentation Colloque, World Sailing Trust, 2022
- [12] Helen Micheaux, Le retour du commun au cœur de l'action collective : le cas de la Responsabilité Élargie du Producteur comme processus de responsabilisation et de co-régulation, Thèse, 2017
- [13] Emmanuelle Parola, La régulation des éco-organismes pour une meilleure protection de l'environnement, Thèse, 2017
- [14] Anne-Sophie Mérot, Gouvernance et développement durable : le cas de la responsabilité élargie du producteur dans la filière de gestion des déchets des équipements électriques et électroniques, Thèse, 2014
- [15] ICV des MPR Impacts procédés et produits des 9 MPR Plastiques, Syndicat des Régénérateurs de matières Plastiques (SRP), 2019 et
- [16] Life Cycle Assessment of Chemical Recycling for Food Grade Film, Sphera, 2022
- [17] <https://www.fft.fr/actualites/operation-balle-jaune>, Fédération Française de Tennis, 18/03/2024
- [18] Rapport durabilité & héritage post-jeux, Jeux Olympiques Paris 2024, 12/2024
- [19] J.MARTINEZ-LEAL, C.CHARBUILLET, Développement d'outils d'aide à la décision en conception pilotés par l'analyse multicritère de la valorisabilité du produit et l'outillage des lignes directrices d'écoconception pour la fin de vie, PhD Thesis, Arts et Métiers - Campus de Bordeaux-Talence I2M Bordeaux UMR 5295 - Equipe IMC, 19/12/2019
- [20] N.NEVE, Proposition d'une démarche d'écoconception des équipements électriques et électroniques centrée sur l'intégration de matières plastiques recyclées issues de DEEE dans le cadre d'une économie circulaire, PhD Thesis, Arts et Métiers - Campus de Bordeaux-Talence I2M Bordeaux UMR 5295 - Equipe IMC, 08/08/2024
- [21] R.HORTA-ARDUIN, From waste management to supplier of secondary raw materials: development of indicators to support WEEE chain management - focus on the French system, PhD Thesis, Arts et

