

Juillet 2024

DEVELOPPEMENT D'INDICATEURS DE CIRCULARITE

Zoom sur la réparabilité des chaussures
Groupe de travail Eco Conception



CHAIRE BALI
Disruptive materials & processes

GROUPE ERAM



La chaire BALI est un programme d'enseignement et de recherche sur les innovations technologiques appliquées aux textiles pour permettre une circularité concrète.

La Chaire base ses travaux sur 3 axes de réflexion:

- **Une mode circulaire** - Réinventer les modèles de fabrication de la matière et des vêtements pour répondre aux nouvelles contraintes réglementaires de la loi contre le gaspillage et pour l'économie circulaire.
- **Une mode agile, raisonnée et rapprochée** - Produire autrement, à la demande, localement et de manière automatisée, pour développer le Made in France.
- **Une mode transparente** - Maîtriser la supply chain textile de A à Z pour mieux informer un consommateur averti et engagé.

La chaire est composée de 6 acteurs de l'industrie textile, deux partenaires académiques et d'un acteur institutionnel :



Pour mener ses travaux, les membres de la chaire se sont engagés à travers des thèses et des groupes de travail élargis. Le groupe de travail fabrication conception circulaire mène une réflexion sur l'intégration d'indicateurs de circularité dans les phases amont de la conception de produits. L'objectif étant de prédire le potentiel de circularité d'articles d'habillement et chaussures avant même la production d'un prototype.





GAUTHIER BEDEK // Footwear Research Leader - Groupe ERAM

Gauthier, Responsable R&D chaussures du groupe ERAM, accompagne les enseignes du groupe dans leurs stratégies d'innovations. Après un diplôme d'ingénieur textile et un Doctorat en énergétique, il est aujourd'hui rattaché au pôle industriel du groupe. Son implication dans le projet de transformation interne "Change for Good", et son attachement à l'outil industriel lui permettent d'être associé pleinement aux nouveaux enjeux d'innovations.



JADE SAGNARD // Chargée de projet GT Eco-conception - Chaire BALI

Jade anime le groupe de travail Eco-conception au sein de la Chaire BALI et consacre ses travaux de fin d'études au développement d'indicateurs de circularité. Diplômée de l'ITECH, elle accompagne les enseignes du groupe à la construction d'un indice de réparabilité des produits textiles et chaussures.

Le GT Eco-conception

POURQUOI ?

« être capable de **prédire le potentiel de circularité de nos produits en amont de leur production** au service des **futurs modèles économiques** nécessaires à nos **transformations vers une mode durable.** »

Gauthier Bedek – Groupe ERAM

COMMENT ?

Mettre au point un **indicateur de circularité** axé sur la **durabilité**, la **réparabilité** et la **recyclabilité** des produits d'habillement et des chaussures

QUOI ?

Groupe de travail **Eco-conception**

GROUPE ERAM

 **DECATHLON**



SOMMAIRE

Livrable I : Etat de l'art

1. Introduction
2. Les indicateurs de circularité dans la chaîne de valeur
3. Etat de l'art des méthodes actuelles



INTRODUCTION

01

1. La chaîne de valeur chaussure

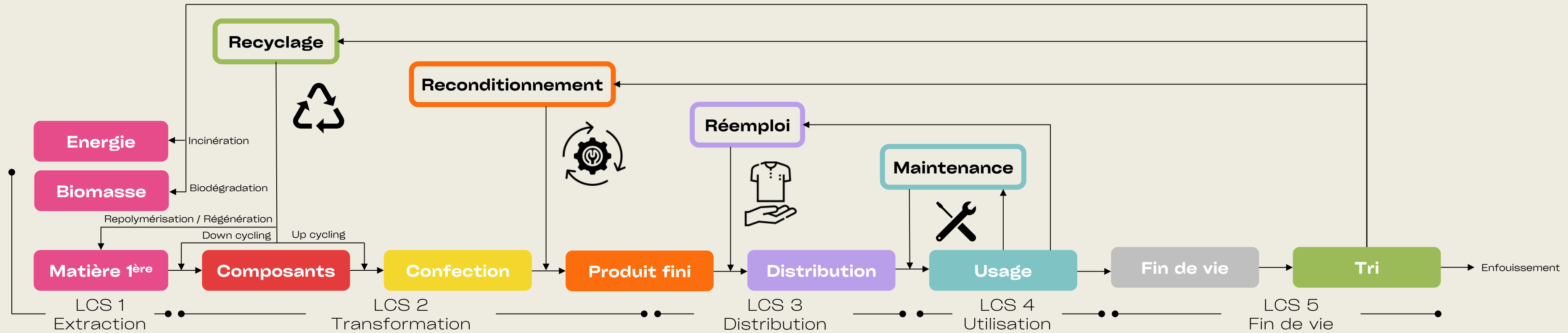
Le but de l'économie circulaire est de s'éloigner du modèle linéaire classique qui consiste à extraire, transformer, distribuer, consommer puis jeter après usage.

Ce nouveau modèle économique et industriel vise à maintenir les produits, leurs composants et leurs matériaux en circulation le plus longtemps possible, tout en veillant à garantir la qualité de leur utilisation.

Pour y parvenir, des actions d'entretien, de réparation, de reconditionnement ou bien de recyclage peuvent par exemple avoir lieu de façon à prolonger la durée de vie du produit.



1. La chaine de valeur chaussure



Maintenance

Ensemble des opérations permettant de maintenir ou de rétablir un produit dans un état donné, ou de lui restituer des caractéristiques de fonctionnement spécifiées.

Source: Larousse

Réemploi

Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.

Source: Article L541-1 - Code de l'environnement - Légifrance

Reconditionnement

Actions menées pour préparer, nettoyer, tester, entretenir et réparer un produit mis au rebut en vue de rétablir ses performances ou ses fonctionnalités dans le respect de l'utilisation et de la fourchette de niveaux de performance initialement prévues lors de la mise du produit sur le marché.

Source: ESPR

Recyclage

Toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ne sont pas qualifiées d'opérations de recyclage.

Source: Norme EN45554

2. La durée de vie d'un produit

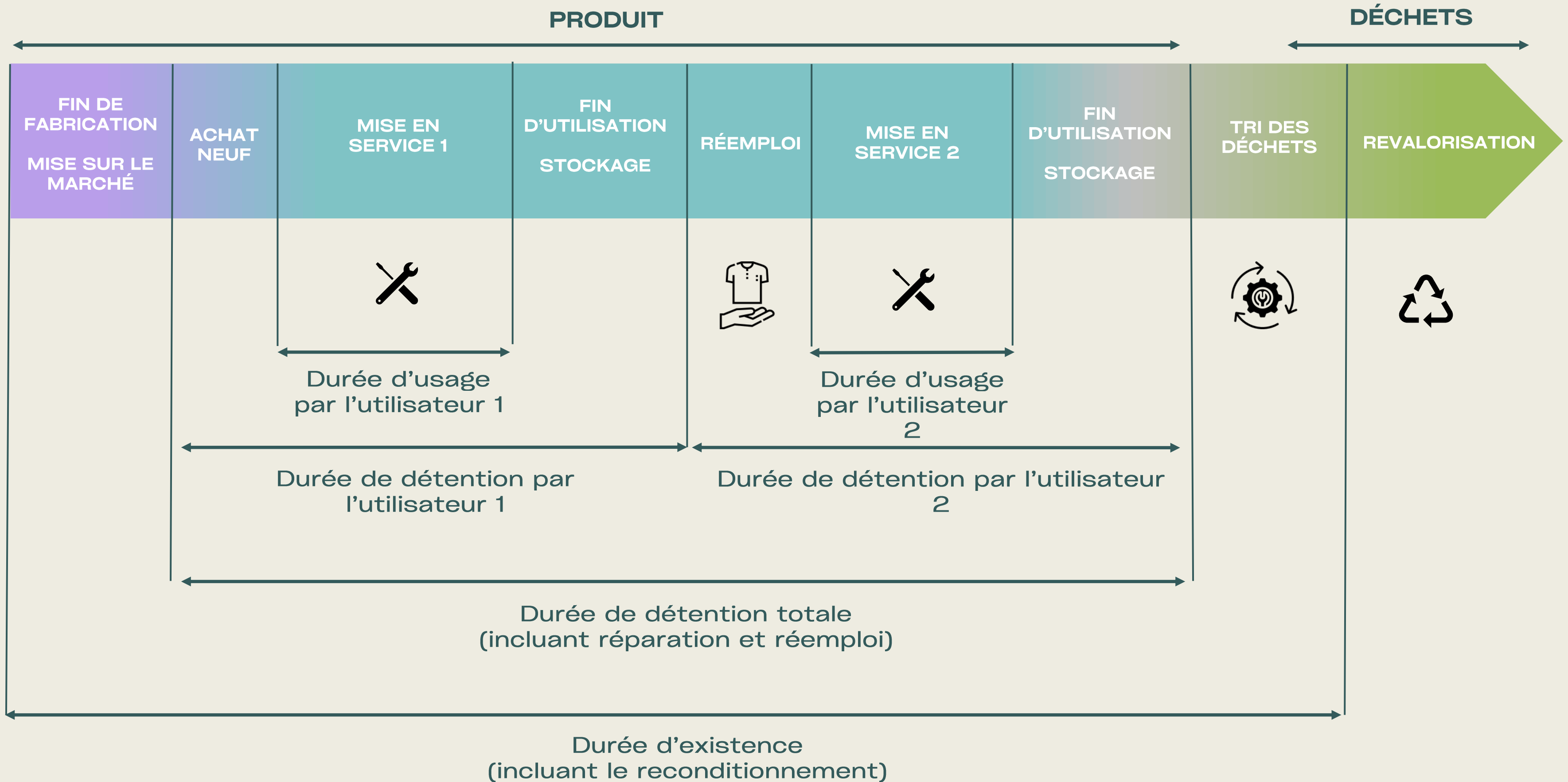


Le concept de durée de vie du produit comprend 4 notions clés, définies par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) selon :

- **Durée de vie normative** : durée de fonctionnement moyenne, mesurée dans des conditions spécifiques de tests ;
- **Durée d'usage** : durée pendant laquelle le produit est utilisé, en état de marche et prêt à l'emploi ;
- **Durée de détention totale** : somme des durées de détention par les utilisateurs ;
- **Durée d'existence** : temps écoulé entre la fin de fabrication du produit et son élimination, sa valorisation énergétique ou son recyclage.

Source: ADEME (2012)

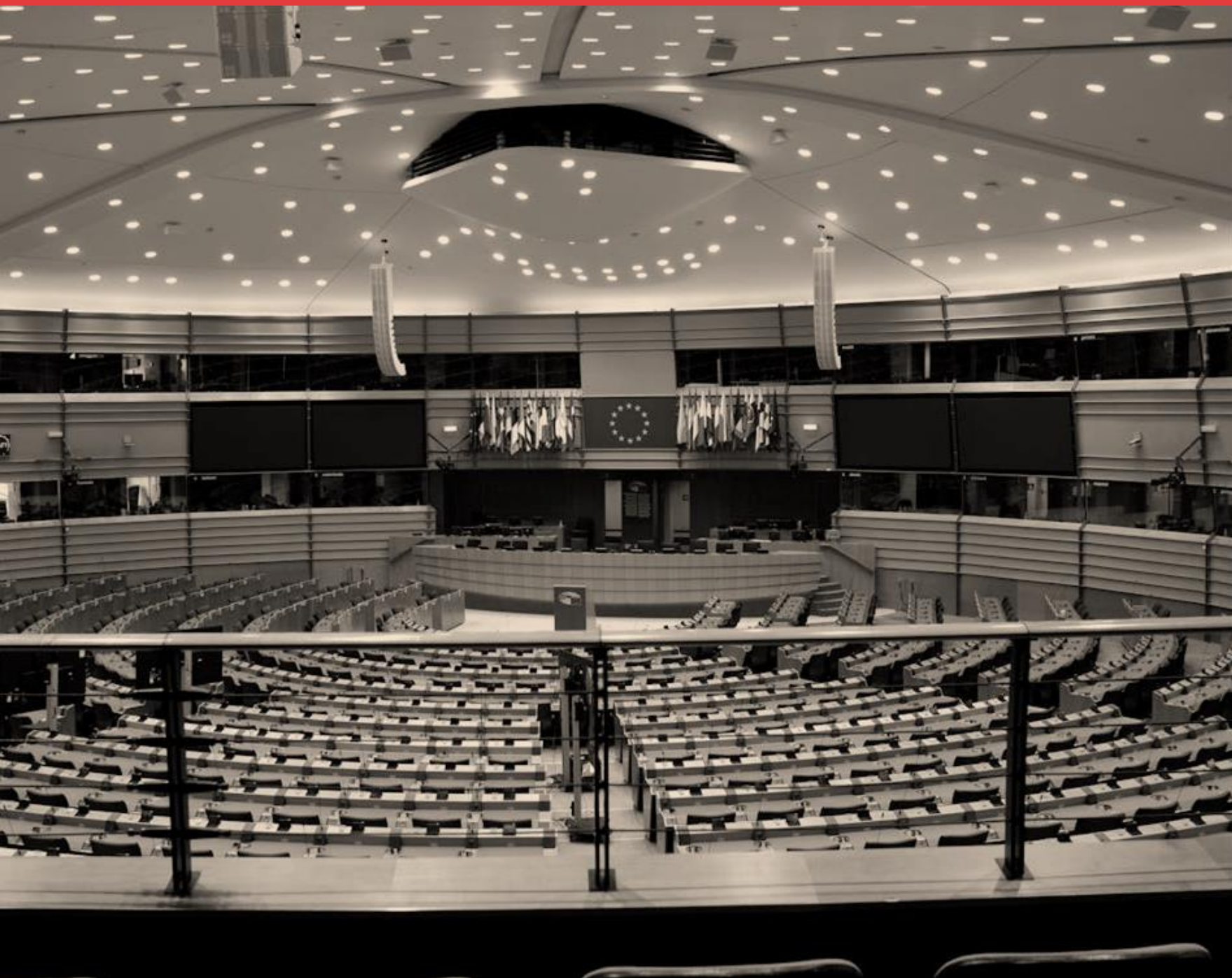
2. La durée de vie d'un produit



**CONTEXTE
ENJEUX &
OBJECTIFS**

OR2

1. Stratégie RSE pour l'industrie du textile sur l'éco-conception



Depuis près de 10 ans, la stratégie RSE pour l'industrie du textile, établie par l'Union européenne, vise en partie à promouvoir le développement de l'économie circulaire.

Cette même stratégie, présentée à travers le [Green Deal](#), également appelé Pacte vert européen, n'est pas un texte contraignant mais a pour but d'orienter les politiques communautaires et nationales dans le développement d'actions concrètes sur le sujet.

En France, la loi AGECE est le premier texte en vigueur sur ce sujet. À l'échelle européenne, l'ESPR (Ecodesign for sustainable product regulation) est un texte récemment approuvé par le Parlement, qui entrera en vigueur à la fin du mois de juillet 2024. Il propose des mesures spécifiques en matière d'éco-conception pour les produits prochainement mis sur le marché européen.

Ressources:



AGECE

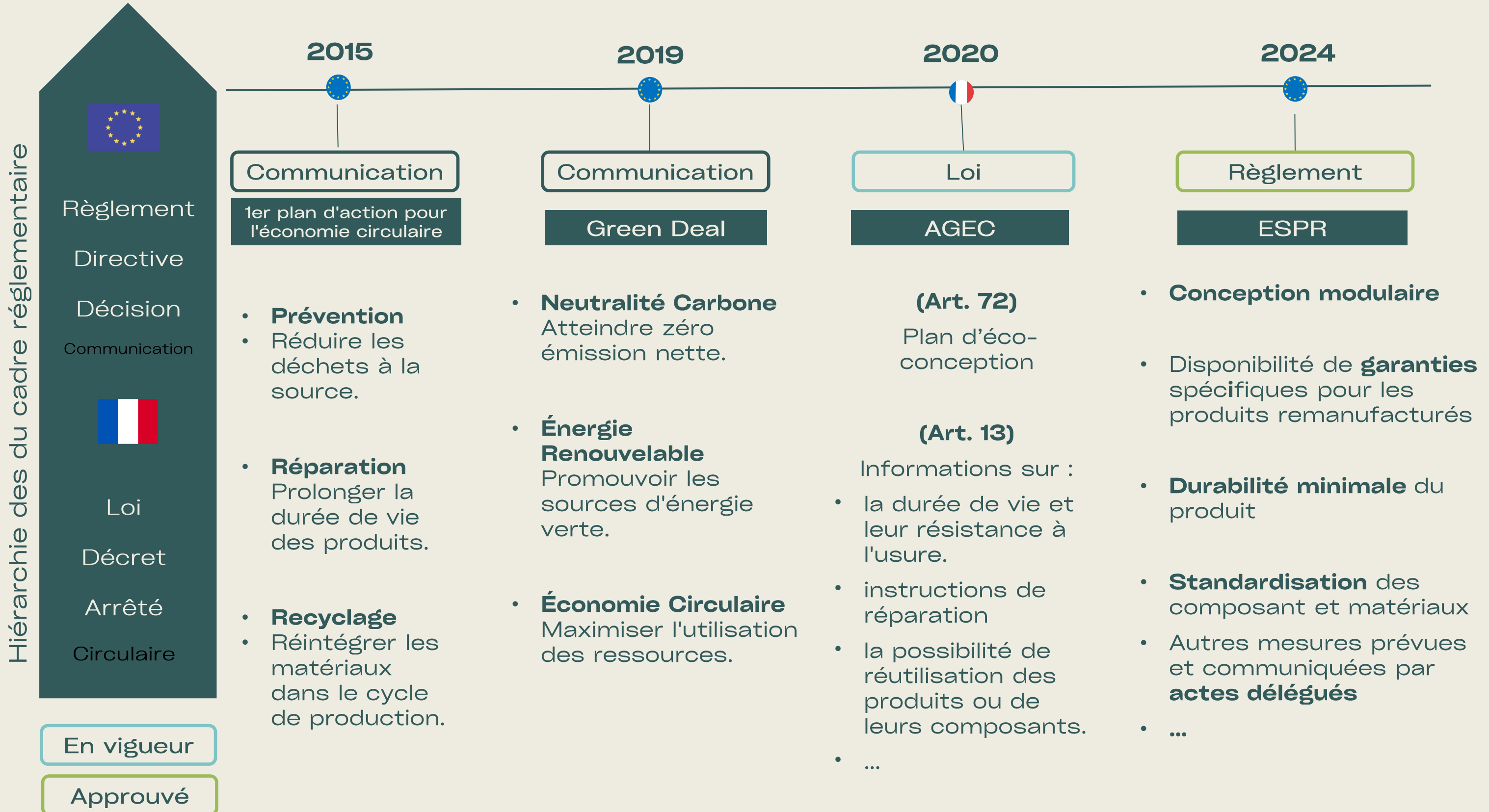


ESPR



« Trace for good »

1. Stratégie RSE pour l'industrie du textile en matière d'éco-conception



2. Objectifs clés de la stratégie pour des textiles circulaires au global



Établir des exigences de conception pour les textiles



Donner des informations plus claires avec le passport numérique des produits



Lutter contre le greenwashing



Encourager les modèles d'affaires circulaires (ex: réutilisation et de la réparation)



Renverser la surproduction et Interdire la destruction des textiles invendus ou retournés.



Introduire des régimes de REP obligatoires et harmonisés pour les textiles avec des frais d'éco-modulation

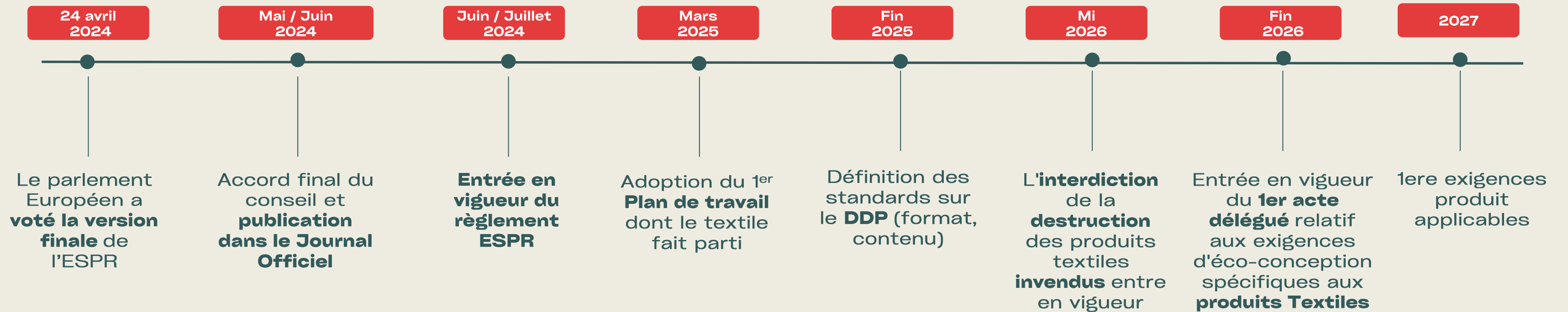


Traiter les rejets involontaires de microplastiques provenant des textiles synthétiques



Restreindre l'exportation de déchets textiles hors Europe

3. Ecodesign for Sustainable Product Regulation (ESPR)



Quoi ?

- Règlement s'appliquant aux biens de consommation mis sur le marché Européen indépendamment de leur origine.
- Abroge la directive de 2009 sur l'éco-conception des produits électriques, la modernise en y intégrant les lignes directrices d'écoconception pour un ensemble de groupes de produits dont les textiles et chaussures.

Comment ?

- Des exigences horizontales, commune à plusieurs groupes de produits.
- Des exigences spécifiques aux textiles et chaussures établis par des Plans de travail rédigé et discuté par un groupe d'experts.
- Mesures spécifiques promulguées à travers des actes délégués

Les docs



[Le règlement \(avril 2024\) et son résumé](#)



[Replay WEBINAR \(Mai 2024\) et sa présentation](#)

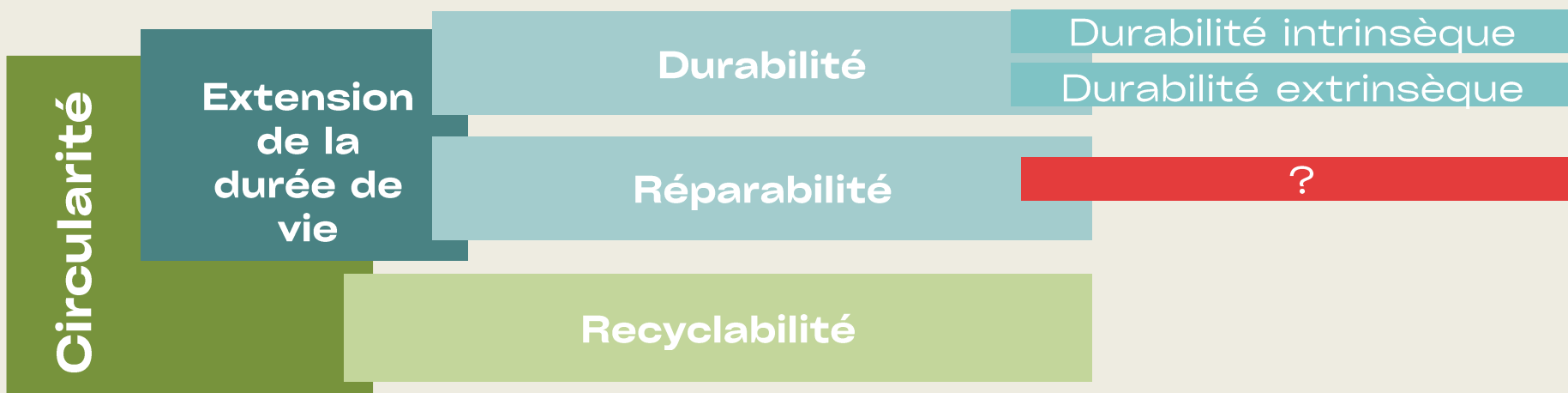


[Draft Plan de travail \(2023\)](#)

4. L'indice de circularité

Aujourd'hui, il est encore très difficile, voire impossible, de rendre un produit entièrement circulaire. Nous définissons le potentiel de circularité d'un produit en fonction de son aptitude à durer, à être réparé et recyclé.

La durabilité et la réparabilité du produit font référence à sa capacité à étendre la durée de vie du produit pour la fonction initiale à laquelle il est destiné



OBJECTIFS

Définir quels sont les critères pertinents à évaluer pour définir le potentiel de réparabilité du produit qui sera intégré dans l'indicateur général de circularité.

Durabilité intrinsèque

Propriétés physico-chimiques pouvant être évaluée par des tests sur les matières, les composants et le produit. Les seuils des tests laboratoire normés pour la chaussure sont présentés en Annexe 5 du PEFCR Apparel & Footwear.

Source : PEFCR

Durabilité extrinsèque

Fait référence aux critères subjectifs d'un produit permettant de « prédire » sa capacité à durer dans le temps vis-à-vis des consommateurs (ex : intemporalité esthétique, nombre et durée de commercialisation des collections, etc.).

Source : PEFCR

Réparabilité

Capacité de rétablissement d'un produit défectueux en un état lui permettant de satisfaire sa fonction initiale après une défaillance, dans un délai et pour un prix raisonnable sans avoir à remplacer l'ensemble du produit.

Source: « Repairability criteria for energy related products »

Recyclabilité

Caractéristique d'un produit, d'un d'un composant qui peut être détourné du flux de déchets par des procédés et des programmes disponibles, et qui peut être collecté, traité et remis en usage sous la forme de matières premières ou de produits.

Source : Norme ISO 14021

ETAT DE L'ART

03

1. Méthodes actuelles

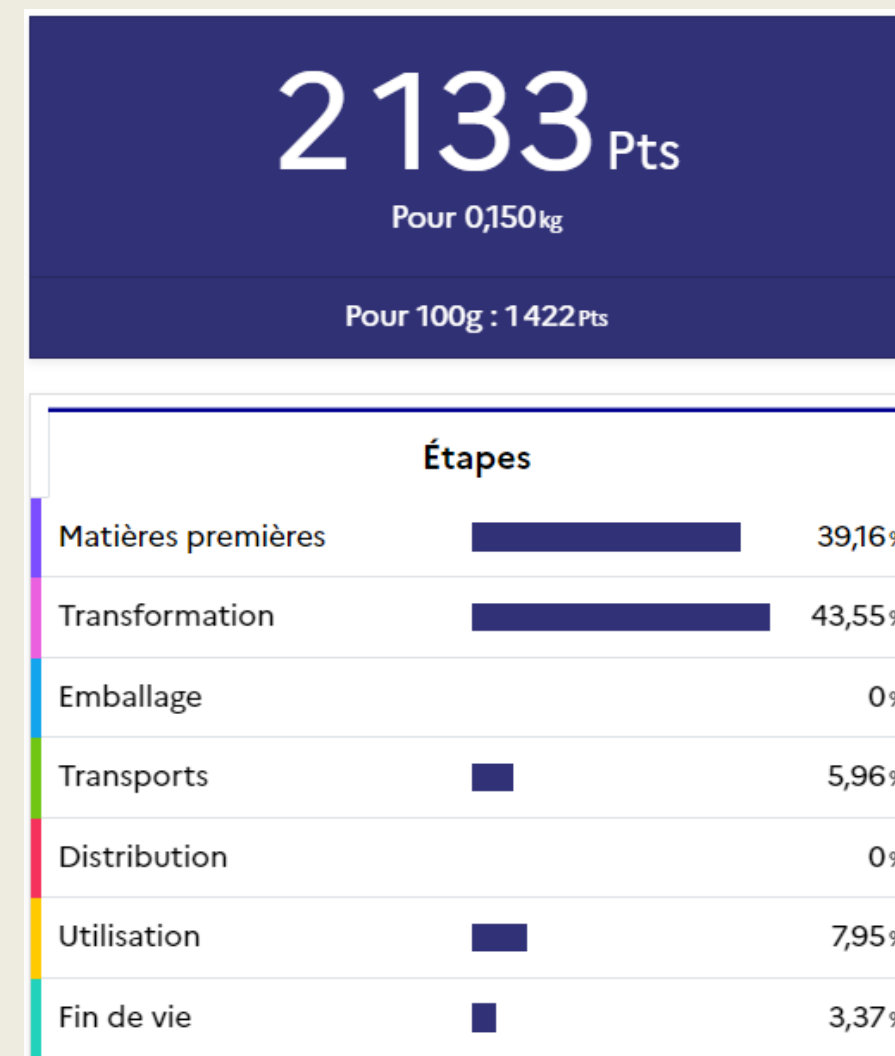
Aujourd'hui, il existe deux méthodes principales pour évaluer la réparabilité d'un produit Textile, Habillement et Chaussure (TLC).

PEFCR (Product Environmental Footprint Category Rules for Apparel and Footwear) :

- Initié par la Commission Européenne.
- Cet outil mesure l'impact environnemental sur 16 indicateurs, en se basant sur une Analyse du Cycle de Vie (ACV) complète.

Ecobalyse :

- Projet de référentiel technique pour le calcul du coût environnemental des produits, mis en place par le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.
- Cet outil utilise les mêmes bases de données que le PEF, mais y ajoute d'autres critères jugés non négligeables, tels que l'exportation hors Europe ou encore la durabilité extrinsèque des produits TLC.



Ressources :



PEFCR



Ecobalyse

1. Méthodes actuelles

Quoi

Par qui

Comment

Critère réparabilité



Outils de mesure de l'impact environnementale des produits

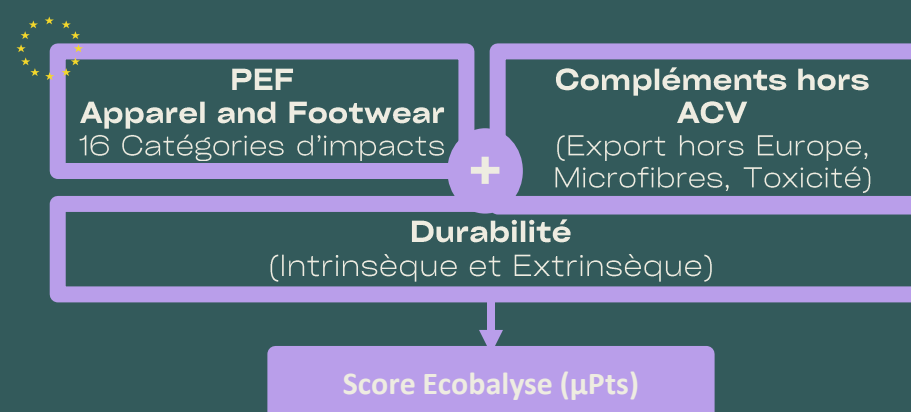


ACV produit et leur impact sur 16 indicateurs environnementaux

Communication	Service de réparation
Ratio coût de réparation au prix d'achat	Pièces de rechange



Projet de référentiel technique pour le calcul du coût environnemental des produits



Service de réparation
Ratio coût de réparation au prix d'achat

2. Critique des modèles

Après avoir modélisé les formules de calculs des méthodes précédentes selon l'évaluation de leur critères respectifs à savoir:

PEFCR:

If $RC > 33\%$ then $RM = 0$

If $33\% \geq RC > 10\%$ then $RM = 1 + (RC * (0,5 * RS + 0,3 * RRC + 0,2 * SP)) * 0.15$

If $RC < 10\%$ then $RM = 1 + (1 * (0,5 * RS + 0,3 * RRC + 0,2 * SP)) * 0.15$

Source: (3.3.4.5 calculation of the repairability multiplier – PEFCR v2.0, p.60)

RM : coefficient de réparabilité

RC : Le coût de réparation

RS : L'existence d'un service après-vente pour la réparation

RRC : Les moyens de communication appelé « Right to repair »

SP : Les pièces de rechange

Ecobalyse:

Formule résultante, lorsqu'un vêtement est commercialisé par une grande entreprise :

$$I_{\text{incitationréparation}} = 0,66 * I_{1/2} + 0,33 * I_{2/2}$$

Source: Durabilité – Ecobalyse

Incitation à la réparation (1/2) : rapport entre le coût moyen de réparation et un prix de vente de référence.

Incitation à la réparation (2/2) : mise à disposition de services de réparation ou de garantie

Il est apparu que l'indice de réparabilité qui en ressort ne reflète pas objectivement le potentiel de réparabilité du produit.

Le PEF bien que prenant en compte davantage de critères donne un indice trop influencé par le ratio entre le prix de la réparation et le prix d'achat du produit. (Cf. Diapo suivante).

Quant à Ecobalyse, le ratio entre le prix de la réparation et le prix d'achat du produit est l'unique critère pour les PME ou TPE (Il est considéré qu'il est plus difficile pour une PME ou une TPE de proposer un service de réparation et, par conséquent, que la réparation des vêtements (pour le moment) devrait prioritairement être assurée par des tiers.)

Dans les deux cas l'aspect micro (conception) du produit n'est pas pris en compte et la réparabilité est principalement évalué selon l'aspect financier de la réparation.

Le développement d'une nouvelle méthode d'évaluation de la réparabilité des produits (chaussures) découle en partie de ces observations.

2. Critique des modèles

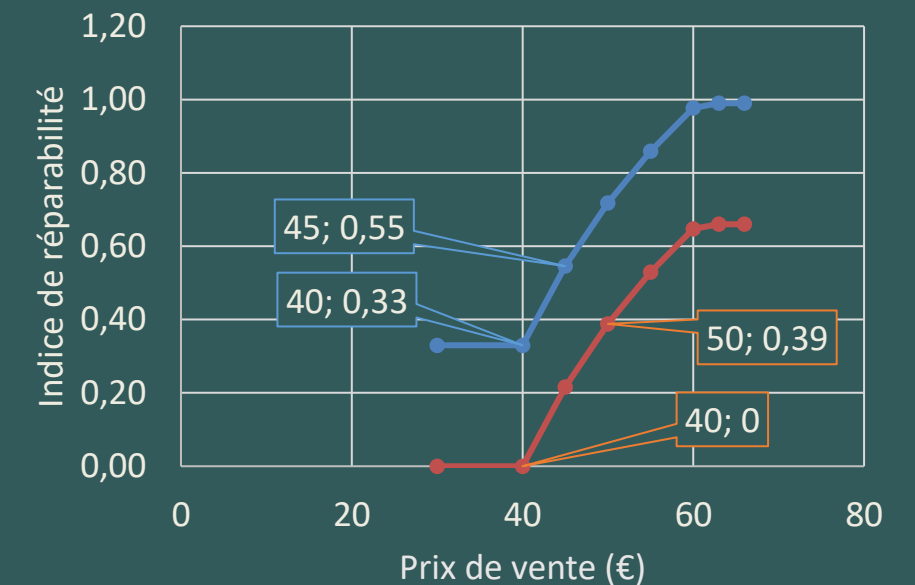
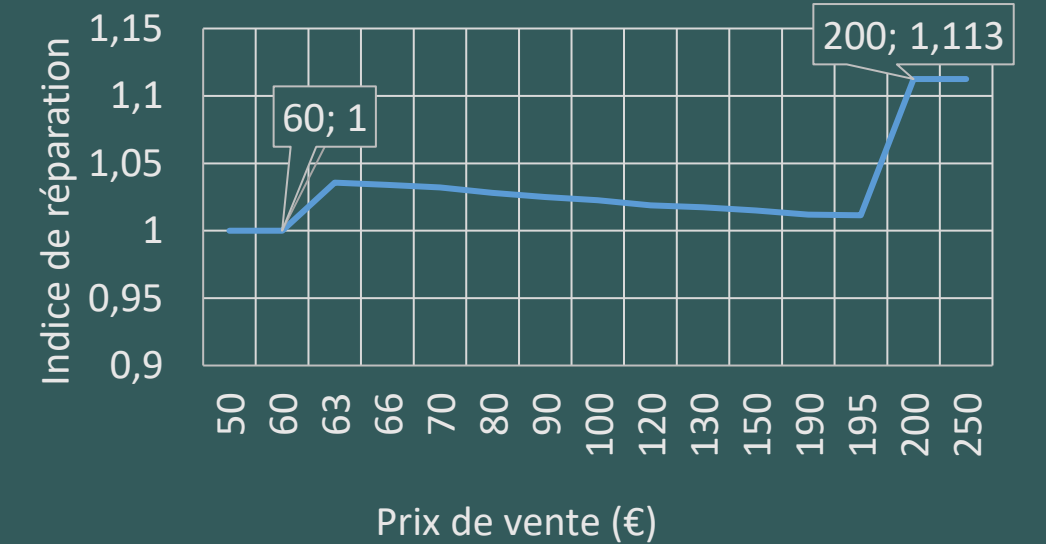
Indice compris entre 1 et 1.15



Indice de réparabilité PEFCSR						1
Nr	Critère	Pondération	0	0,5	1	Note
1.1	"right to repair" communication (RRC)	0,3	Toutes les conditions ne sont pas remplies	/	<ul style="list-style-type: none"> La liste des réparations liées au produit (voir tableau 15). La documentation de réparation doit être fournie pour toutes les réparations pertinentes ; « Carte de réparation » en ligne/hors ligne (cartographie du lieu de réparation) OU communication sur le service de réparation de la marque La disponibilité et l'accessibilité des pièces de rechange qui sont manifestement nécessaires pour réparer le produit ; Les ressources nécessaires à la réparation : <ul style="list-style-type: none"> a) L'équipement nécessaire ; b) Autres informations utiles : tutoriels, lien vers le magasin de pièces détachées, etc. 	1
1.3	Service de réparation (RS)	0,5	pas disponible	disponible en ligne et en magasin	disponible gratuitement en ligne et en magasin (cad sous garantie)	0,5
1.5	Pièces de rechange (SP)	0,2	Pas disponible	/	disponible en ligne et en magasin ou le produit n'a pas besoin de pièce détachée	1
1.4	ratio coût de réparation (RC)	/	Prix moyen de la réparation = prix de vente =	49 139	/	0,35251798 6

Influence du prix de vente sur l'indice de réparation

Prix de la réparation moyenne pour les chaussures établie à 20€ (ADEME)



Indice compris entre 0 et 1



Indice de réparabilité Ecobalyse					0,9026
	Pondération	Critère	0	1	Note
Incitation à la réparation 2	0,33	service de réparation ou garantie	Oui	Non	1
Incitation à la réparation 1	0,66	Prix neuf	139	RC	0,35
		Prix de réparation	49		

Livrable II : Développement d'un indicateur de réparabilité

6. Méthodologie
7. Résultats
8. Conclusion et perspectives

METHODOLOGIE

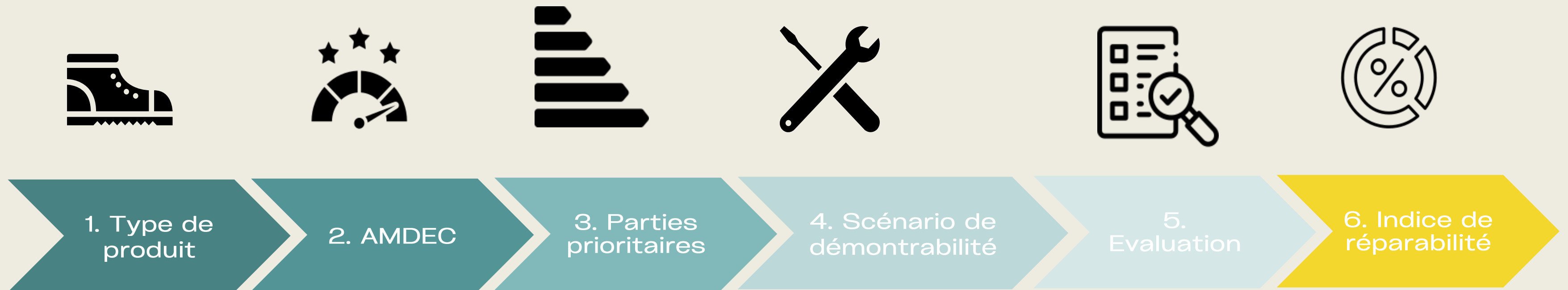
06

1. Approche méthodologique

L'approche méthodologique repose sur plusieurs étapes interconnectées. L'indice de réparabilité est en partie influencé par le nombre d'étapes nécessaires au démantèlement du produit et par ses parties prioritaires définies comme les parties :

- Les plus fréquemment défailtantes.
- Les plus fonctionnelles
- Les plus susceptibles d'être remplacées ou réparées pendant la durée de vie d'un groupe de produits donné

Ces aspects dépendent en partie de la construction et de la typologie du produit.





1. TYPE DE PRODUIT



Chaussures
ouvertes



Chaussures
fermées



Bottes

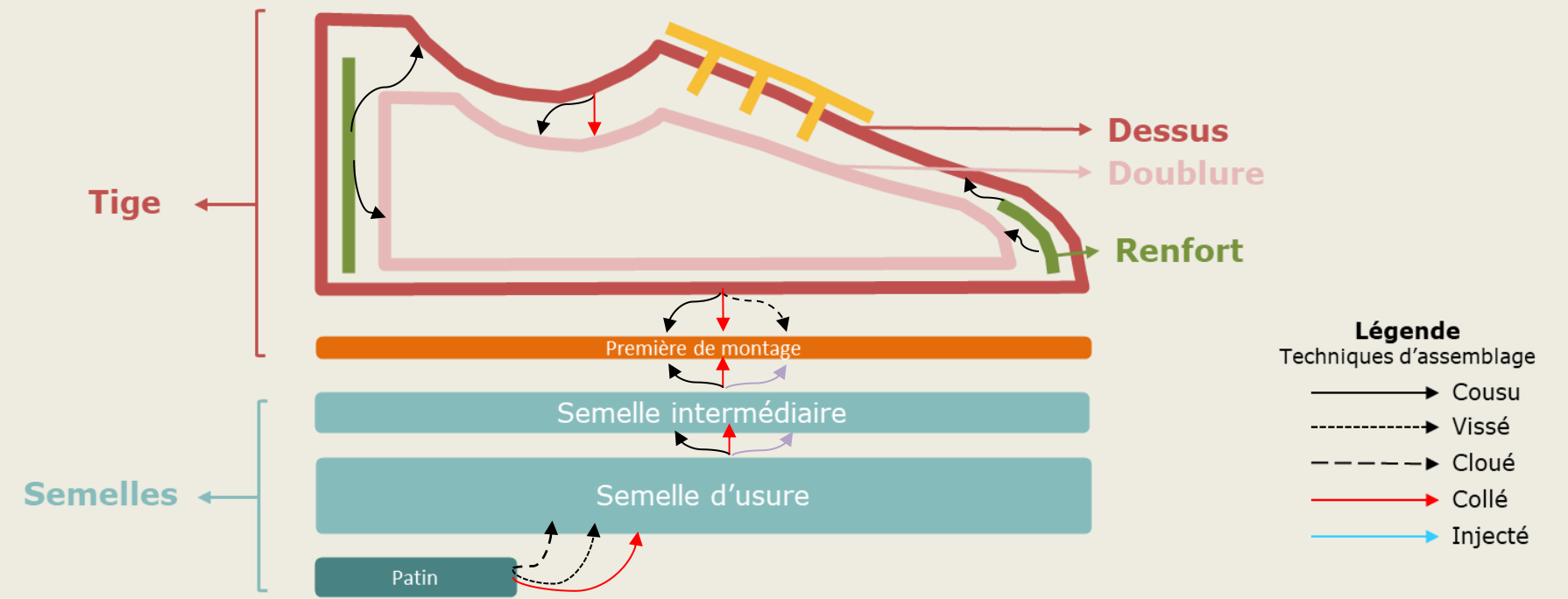
En se basant sur le PEFCR Apparel and Footwear, le secteur de la chaussure est détaillé selon 3 catégories de produit générales:

- RP 11 : Chaussures ouvertes
- RP 12 : Chaussures fermées
- RP 13 : Bottes

Bien que l'utilisation soit différente d'une catégorie à l'autre, la structure de la chaussure reste principalement la même avec des éléments communs.

La première étape consiste à répertorier l'ensemble des composant de la chaussure pour pouvoir évaluer leur criticité individuellement lors de la 2nd étape.

Doc utile → Bill Of Material





2. AMDEC



ANATOMIE D'UNE CHAUSSURE, par Septième Largeur

	1	2,5	5	7,5	10
<p>Gravité de la défaillance</p> <p>X</p>	Aucune	Mineure	Moyenne	Majeure	Importante
<p>Fréquence d'apparition</p> <p>X</p>	Aucune	Rare	Occasionnelle	Fréquente	Très fréquente
<p>Facilité de détection</p> <p>X</p>	Très Facile	Facile	Modérée	Difficile	Impossible
<p>Facilité de réparation</p> <p>=</p>	Très Facile	Facile	Modérée	Difficile	Impossible
Criticité					



3. PARTIES PRIORITAIRES

La classification des parties prioritaires est le résultat de l'analyse des modes de défaillance de leur effet et criticité sur chaque composant du modèle.

Lors de cette étape on évalue :

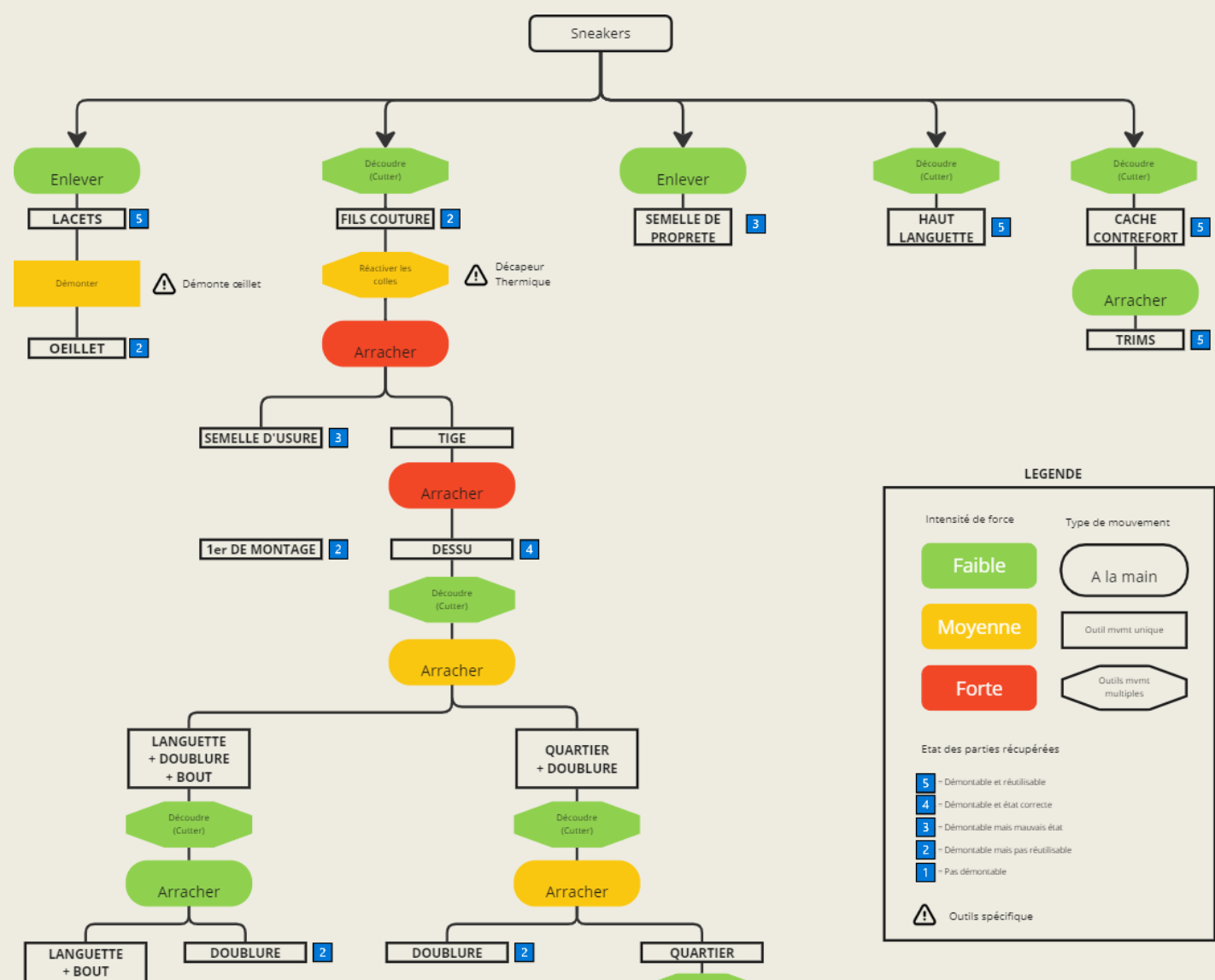
- La gravité des effets de la défaillance sur la fonctionnalité du produit
- La fréquence d'apparition de la défaillance sur le composant
- La facilité de détection
- La facilité de réparation

La multiplication de ces critères donne la criticité de chaque composant et donc leur priorité

Parties	Mode de défaillance	Gravité des effets de la défaillance	Note	Fréquence d'apparition de la défaillance	Note	Facilité de détection	Note	Facilité de réparation	Note	score	Rang
Glissoire	trou	Moyenne	5	Très fréquente	10	Très facile	10	Facile	7,5	3750	1
Semelle de propreté	perte d'amorti	Moyenne	5	Très fréquente	10	Facile	7,5	Très facile	10	3750	1
Semelle d'usure	trou	Importante	10	Très fréquente	10	Facile	7,5	Modérée	5	3750	1
dessus	pliure	Mineur	2,5	Très fréquente	10	Très facile	10	Très facile	10	2500	4
Lacets	Tâches, Dégorgement	Mineur	2,5	Fréquente	7,5	Très facile	10	Très facile	10	1875	5
Liaison Dessus/Doublure	eclatement	Moyenne	5	Occasionnelle	5	Facile	7,5	Modérée	5	938	6
Première de montage	trou	Majeure	7,5	Fréquente	7,5	Modérée	5	Difficile	2,5	703	7
Liaison Tige/Semelle	Couture usée ou défaite	Importante	10	Rare	2,5	Très facile	10	Difficile	2,5	625	8
Doublure	trou	Moyenne	5	Très fréquente	10	Difficile	2,5	Difficile	2,5	313	9
œillet	casse	Mineur	2,5	Rare	2,5	Très facile	10	Modérée	5	313	9
Contrefort	casse	Majeure	7,5	Occasionnelle	5	Facile	7,5	impossible	1	281	11
Bout dur	casse	Moyenne	5	Rare	2,5	Facile	7,5	Difficile	2,5	234	12
gutta	aucune	Mineur	2,5	Rare	2,5	Difficile	2,5	Difficile	2,5	39	13
Garniture	aucune	Aucune	1	Aucune	1	Modérée	5	impossible	1	5	14
Garants	aucune	Aucune	1	Aucune	1	impossible	1	impossible	1	1	15



4. SCÉNARIO DE DÉMONTAGE



Un des critères évalués fait référence au démontage du produit qui tient compte :

- Du nombre d'étapes nécessaires pour isoler chaque composant.
- Des outils nécessaires au démontage et l'état dans
- Des liaisons et l'état dans lequel la partie est récupérée

Ce modèle est inspiré de ceux établis pour l'indice de réparabilité des ErP

Ressources :



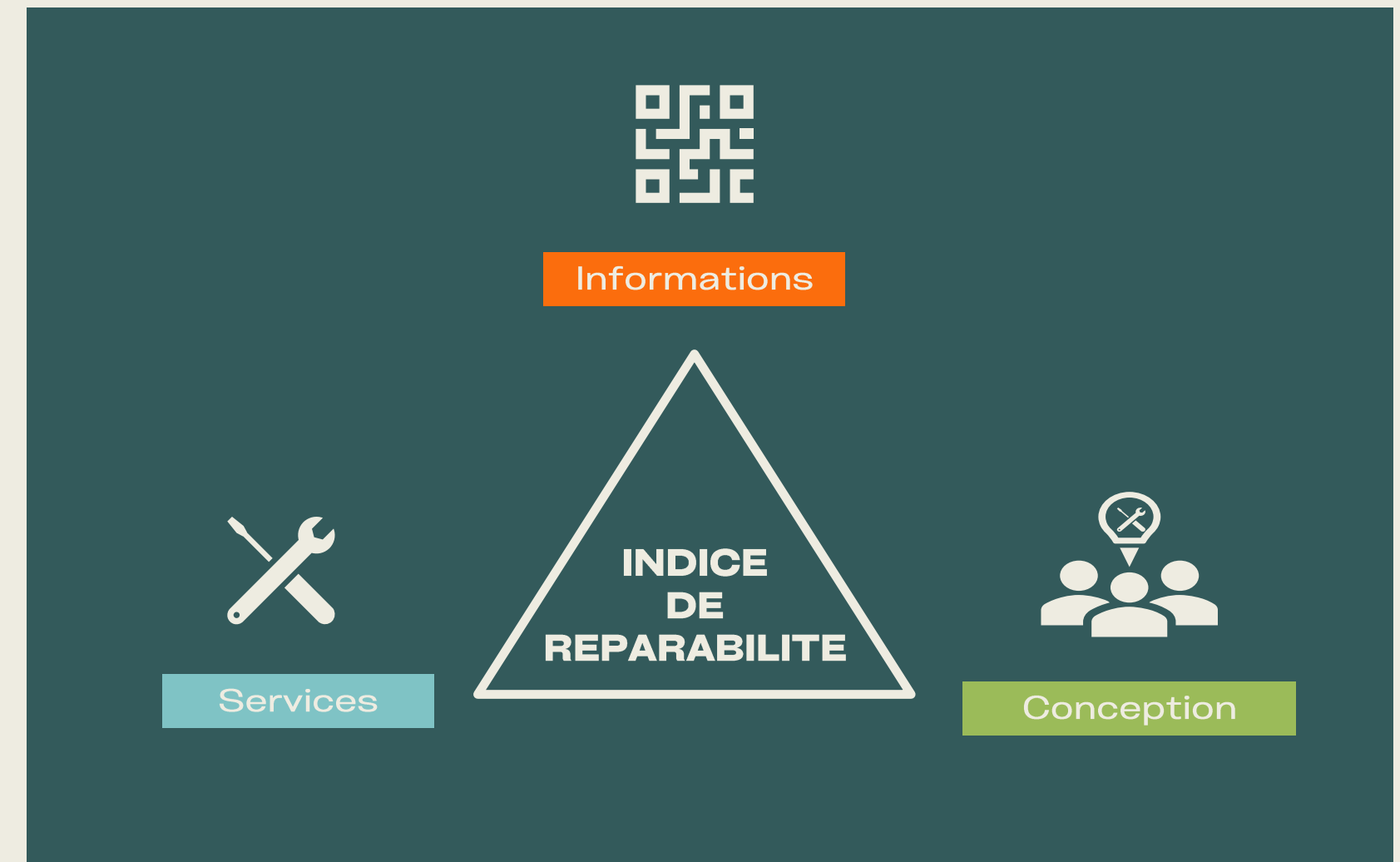
Scénario ErP



5. EVALUATION

L'indice de réparabilité repose sur l'évaluation de critères catégorisés selon :

- Les informations liées au produit
- Les services associés
- Sa conception



RESULTATS & PERSPECTIVES

07

1. Test de la méthode



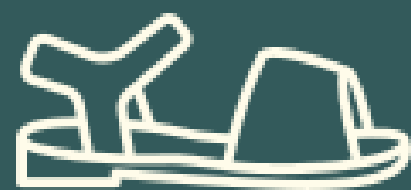
L'application de la méthode sur des produits de gammes et de catégories différentes a permis d'obtenir des premiers résultats soulignant les actions prises ou non par les metteurs en marché en matière d'éco-conception.

Ce qu'il faut noter dans les résultats suivants, c'est qu'un produit d'entrée de gamme, sans communication particulière et avec une conception usuelle pour ce type de produit, se voit attribuer une note reflétant le caractère « consommable » d'un produit qu'on ne réparera pas.

À l'inverse, un produit conçu pour être réparé, tant au niveau de la conception (méthode d'assemblage, standardisation des composants, etc.) qu'à travers les services de réparation proposés par la marque, aura un indice de réparabilité en accord avec les efforts de la marque.

Enfin, pour un produit plutôt haut de gamme, le score est moins influencé par le prix de vente que par les méthodes du PEFCR ou Ecobalyse.

1. Étude de cas



Chaussures à bout ouvert

29€



Chaussures à bout fermé

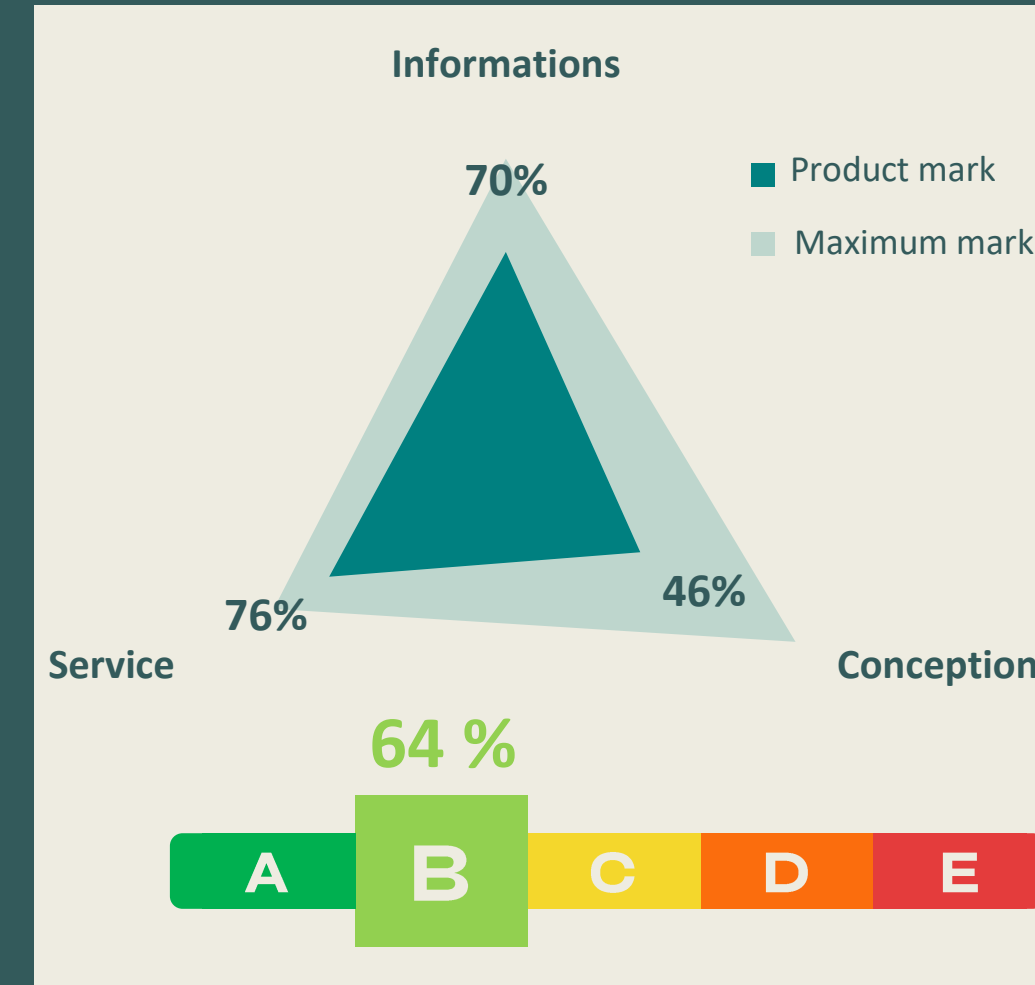
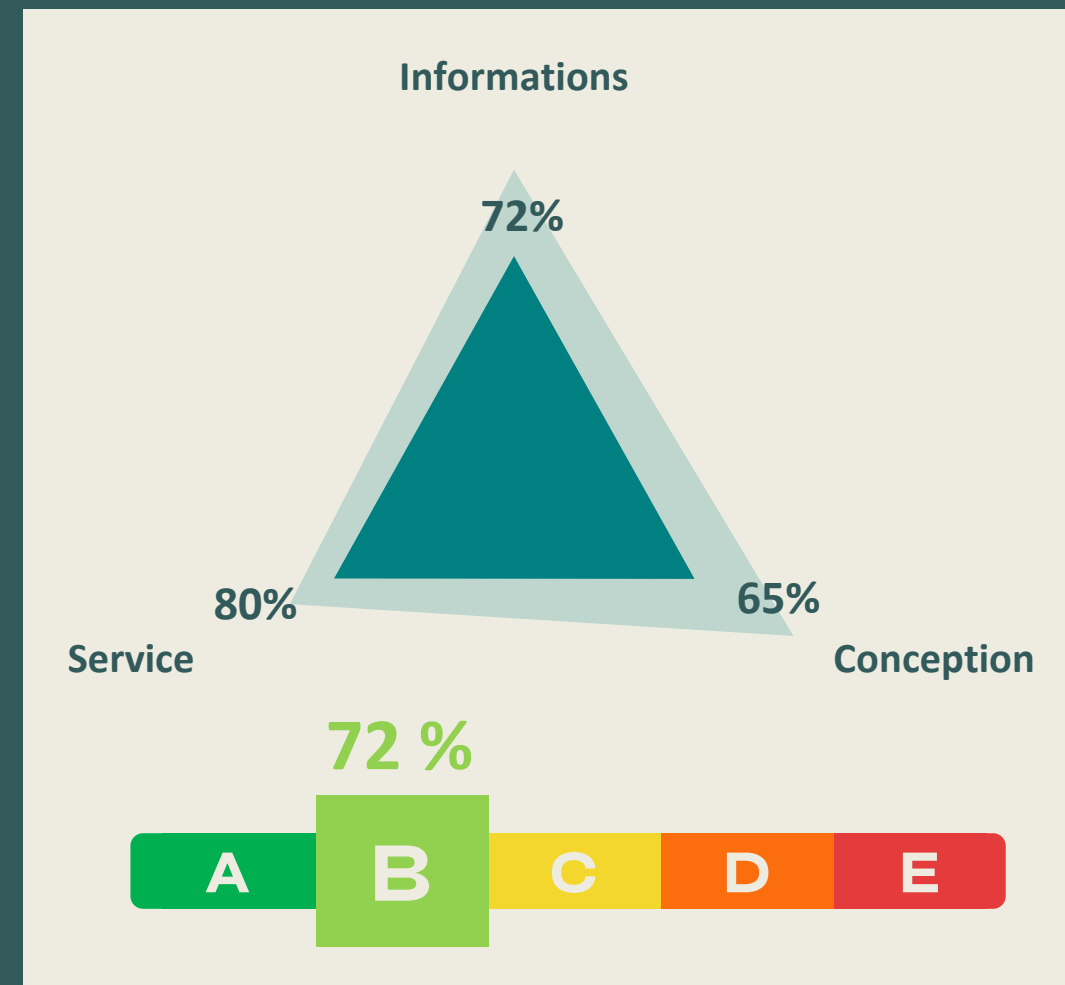
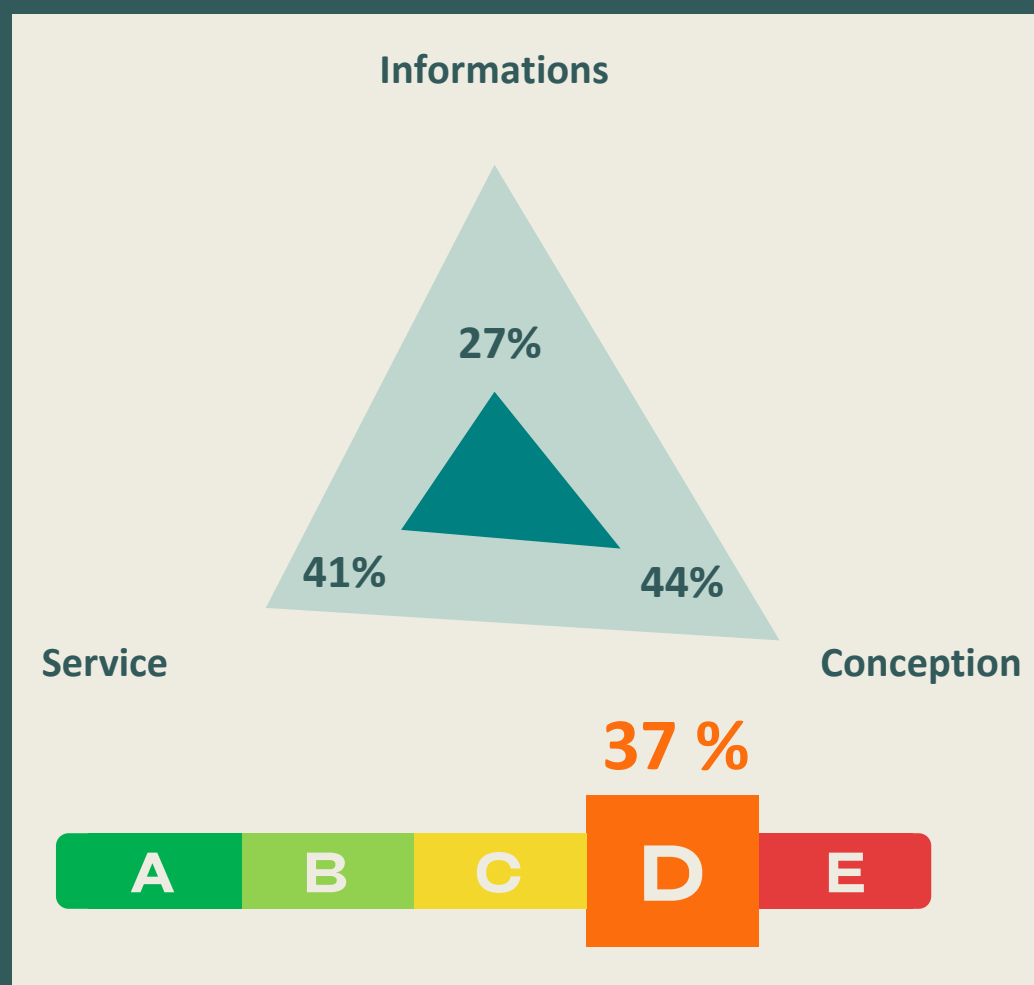
149€

Conçu pour être réparée

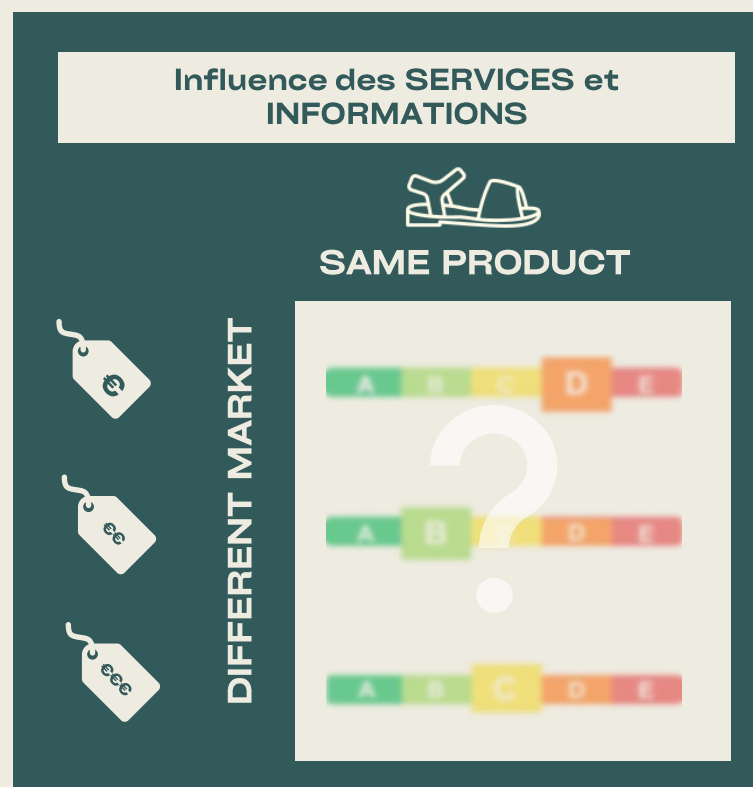


Bottes

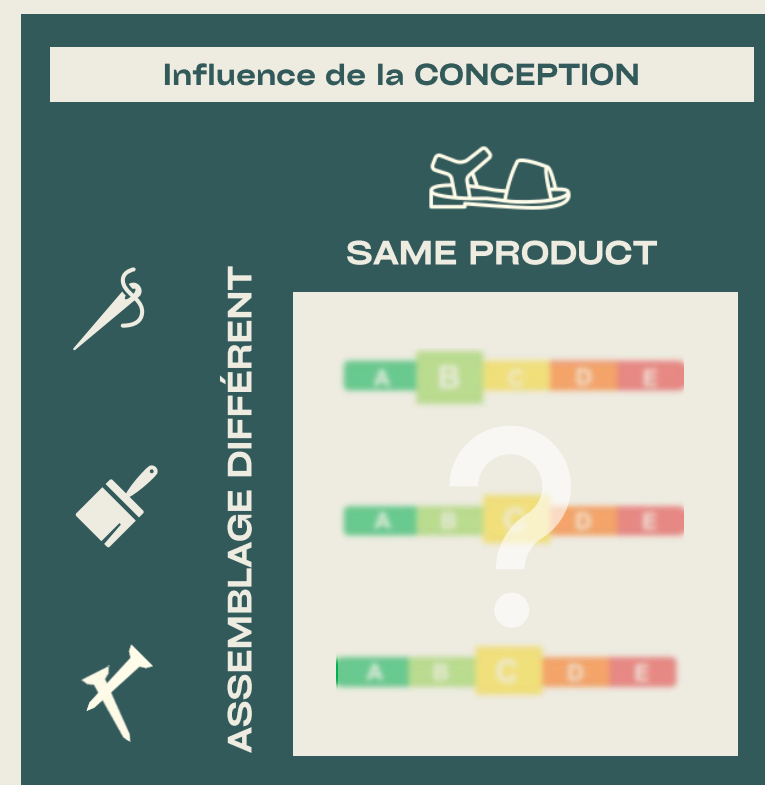
200 €



2. Perspectives



Ces premières évaluations nous permettent d'établir la suite de l'étude, dans laquelle nous voulons déterminer le score d'un même groupe de produits sur différentes gammes de marché afin de mettre en évidence l'influence des services et des informations fournis par une marque, et ainsi évaluer la réparabilité à une échelle macro.



À une échelle micro, en mettant l'accent sur le produit, nous souhaitons analyser le potentiel de réparabilité d'une même catégorie de produit avec différents processus/technologies d'assemblage pour observer l'influence de la conception sur le score.

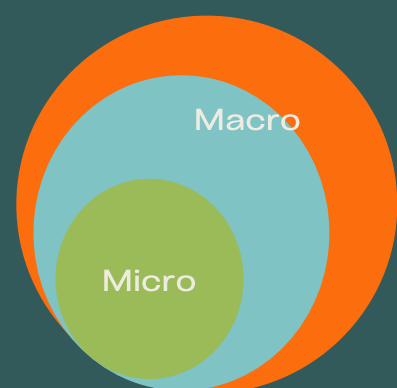


Au final, l'indicateur de réparabilité pourra aider à définir sur quel marché positionner le produit et quel design est alors le plus adapté.

CONCLUSION

05

ÉVALUATION HOLISTIQUE



Cette méthode permet une évaluation plus objective du potentiel de réparabilité d'un produit. Elle prend en compte à la fois les aspects macro, avec des critères d'information et de services liés à la stratégie marketing des metteurs en marché, et également les aspects micro, spécifiques à la conception des produits de catégories définies.

RÉGULEMENTATIONS CLIENTS METTEURS EN MARCHÉ



L'évaluation tend également à pondérer les critères de façon à :

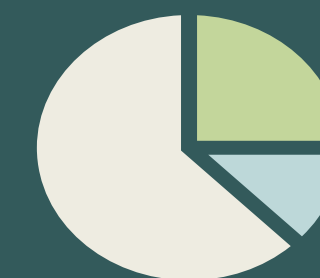
- Refléter le comportement client vis-à-vis de la réparation.
- Tenir compte du cadre réglementaire en vigueur et à venir.
- Considérer la viabilité économique et les efforts fournis par les metteurs en marché face à de telles actions.

S'ADAPTERA À L'HABILLEMENT



La méthode vise aussi à s'étendre au secteur textile, en intégrant des critères spécifiques à l'habillement tout en conservant la même approche

INTEGRATION DES AUTRES INDICATEURS



L'objectif final est de pouvoir imbriquer les indicateurs de durabilité, de recyclabilité et de réparabilité de façon à définir le potentiel global de circularité des produits et pouvoir orienter leur mise sur le marché avec des modèles d'affaires appropriés.

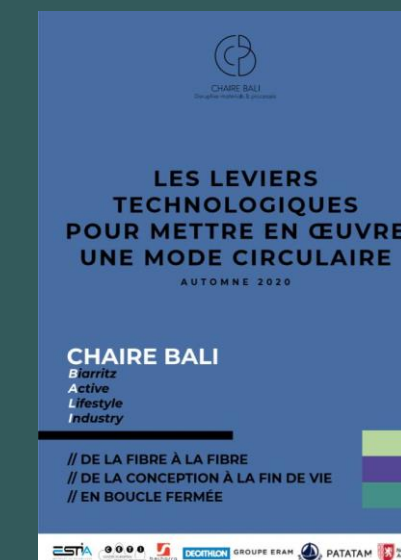


CHAIRE BALI

Disruptive materials & processes

Retrouvez tous les livrables de la Chaire BALI sur :

<https://chaire-bali.fr/>



contact: chaire-bali@estia.fr