

Rapport complet

PROCESSUS DE TRI ET DE PRÉPARATION MATIÈRES

Quelle sera la future organisation de la filière de recyclage textile en Europe ?

Groupe de travail Process de tri du futur

2024

CHAIRE BALI

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.

CETIA
FROM GOODS TO MATERIALS

DECATHLON

e-SCM
édité par BELHARRA SAS

ESMOD

ESTIA
INSTITUTE OF TECHNOLOGY

GEBETEX
part of Boer Group

GROUPE ERAM



Pour mener ses travaux, les membres de la chaire se sont engagés à travers des thèses et des groupes de travail élargis. Les réflexions sur l'axe transparence sont menées par Roxane Couffitte, ingénieure d'études à la Chaire et Pantxika Ospital, docteure et consultante en traçabilité chez E-SCM Solutions et



JULIE DELAUNAY

Chargé du GT Process de tri - Chaire BALI

Julie DELAUNAY est ingénieure textile spécialisée en économie circulaire et recyclage des matériaux. Elle possède une riche expérience de 11 ans dans l'industrie en tant que cheffe de projet. Diplômée de l'IMT Mines Albi en 2024, elle s'engage désormais dans la conduite du changement autour du recyclage textile au sein de la Chaire BALI où elle anime le groupe de travail des process de tri du futur aux côtés de 9 acteurs du secteur.



ROXANE COUFFITTE

Ingénieure d'études - Chaire BALI

Roxane est ingénieure généraliste, diplômé de l'ESTIA en 2023. Roxane a suivi un double cursus d'ingénieur "Conception de produits, mention ingénierie d'analyse" à l'université britannique de Wolverhampton ainsi qu'un Master en Design et Innovation de produits au sein de l'université Autonome de Querétaro au Mexique.

A la Chaire BALI, Roxane est chargé de la co-animation des groupes de travail et de la préparation des contenus.

FEUILLE DE ROUTE 2024

1. BENCHMARKING & RÉGLEMENTATIONS

- Analyse d'autres filières de recyclage en France : décomposition des étapes, acteurs, ...
- Veille réglementaire en France et en Europe, en lien avec la filière recyclage TLC

2. CARTOGRAPHIE TRI ET RECYCLAGE

- Gisements après 1er tri pour réemploi
- Besoins des recycleurs
- Volumes actuels et à venir Boucles ouvertes et fermées
- Demande des metteurs en marché

3. CONTRAINTES ET VERROUS

- Technologies de tri et préparation (coût et capacité)
- Cahiers des charges
- Freins techniques, logistiques, économiques, ...
- Trajectoires pour les années à venir

4. SCÉNARIOS

- Hypothèses Workshop GT
Choix des flux à étudier et simuler

... SIMULATIONS

BENCHMARK ET VEILLE REGLEMENTAIRE

Analyses multisectorielles des filières de recyclage en France

Groupe de travail Process de tri du futur

INTRODUCTION

Le Groupe de Travail (GT) Process de Tri du Futur vise à positionner et préciser les processus performants de préparation de la matière sur la chaîne de valeur du recyclage textile.

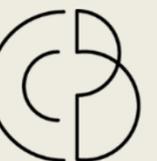
Sur une période de 3 ans, le projet se décompose à travers des phases d'études, de simulations et de recommandations.

Cette démarche coopérative vise à mieux appréhender les défis techniques, économiques, logistiques et technologiques pour répondre aux ambitions de recyclage annoncées par l'Etat Français et l'Union Européenne.

Leaders :



Participants :



CHAIRE BALI
Disruptive materials & processes

INTRODUCTION



Le recyclage des matériaux, étape indispensable à l'économie circulaire, nécessite dans le domaine des textiles de nombreuses étapes en amont.

L'étape qui sera particulièrement étudiée dans ce GT est appelée « **préparation** ». Elle correspond aux **opérations** :

- En aval d'un premier tri (manuel) réalisé afin de séparer les éléments en 3 catégories (Réutilisation, recyclage et élimination) ;
- En amont du recyclage, qui correspond à la phase industrielle de régénération en nouvelle matière.

En fonction du type d'exutoire, les opérations de préparation peuvent être diverses et élaborées par différents acteurs de la chaîne de valeur.

L'étude se concentre sur les textiles post-consommateur. Les chaussures sont exclues du périmètre.

Economie circulaire des articles TLC

ORGANISATION DE L'ETUDE

1. Benchmark & Règlementations

- Analyse d'autres filières de recyclage en France : décomposition des étapes, acteurs, ...
- Veille réglementaire en France et en Europe, en lien avec la filière recyclage TLC

2. Cartographie Tri et Recyclage

- Gisements après 1^{er} tri pour réemploi
- Besoins des recycleurs
- Volumes actuels et à venir
- Boucles ouvertes et fermées
- Demandes des metteurs en marché

3. Contraintes et verrous

- Technologies de tri et préparation (coût et capacitaire)
- Cahiers des charges
- Freins techniques, logistiques, économiques, ...
- Trajectoires pour les années à venir

4. Scénarios

- Hypothèses
- Workshop GT
- Choix des flux à étudier et simuler

... Simulations

SOMMAIRE

LIVRABLE ETAPE 1

Glossaire	p. 7
Benchmarking des autres filières	p. 10
Veille réglementaire France et Europe	p. 18
Conclusion	p. 24

GLOSSAIRE

TLC	Textiles d'habillement, Linge de Maison et Chaussures, utilisés par les particuliers.
Déchet post-consommateur	Déchet dont le consommateur se défait après usage . A ne pas confondre avec les déchets pré-consommateur (déchets de production ou invendus).
Valorisation	Toute action visant à obtenir, à partir des déchets, des objets, des matériaux ou de l'énergie (<i>loi du 13 juillet 1992</i>). On parle de valorisation matière ou énergétique .
Recyclage	Opération de valorisation de déchets par leur retraitement en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins (<i>code de l'environnement</i>). La valorisation énergétique (y compris fabrication de CSR) n'est pas considérée comme du recyclage.
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. (<i>Ordonnance / L. 541.1</i>)
CSR	Combustible Solide de Récupération. Déchet Non Dangereux préparé pour être utilisé comme combustible dans des installations particulières (incinérateurs de collectivités ou sites industriels comme des cimenteries) (<i>Décret n° 2016-630</i>)

GLOSSAIRE

Recyclage mécanique	Régénération d'un déchet textile en nouvelle matière (chiffon, chiquette, fibres, poudre, ...) à partir d'actions mécaniques uniquement (coupe, effilochage, broyage, défibrage, ...) (<i>Refashion</i>)
Recyclage thermomécanique	Dans le textile, transformation de tous déchets à base de matières thermoplastiques (PET, PA (Nylon), PP...) en nouveaux granulés (compound) par une étape de fonte de la matière.
Recyclage chimique	Conversion en monomère ou production de nouvelles matières premières par une modification de la structure chimique des déchets [...] à l'exception de la valorisation énergétique et de l'incinération » (<i>norme ISO 15270</i>). Dans le textile, cette catégorie se décompose en 2 grandes familles: la dissolution et la dépolymérisation .
Downcycling / Upcycling	Décyclage/Surcyclage. Opérations de recyclage classifiées en 2 catégories en prenant en compte la réduction ou l'augmentation de la valeur de la matière ou du produit.
Boucle ouverte	Utilisation de fibres recyclées issues des déchets TLC dans la production de nouveaux produits non TLC
Boucle fermée	Utilisation de fibres recyclées issues des déchets TLC dans la production de nouveaux TLC

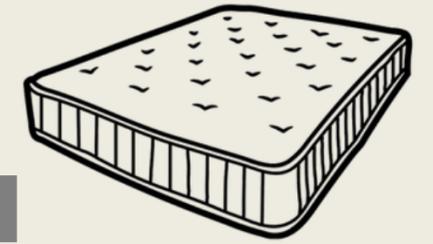
BENCHMARK DES AUTRES FILIERES DE RECYCLAGE

OO1

- Dans le but de faire un parallèle avec la filière TLC, le benchmarking vise à apporter une réflexion sur l'organisation des autres filières de déchets.
- Il s'agit d'informations générales, sur la répartition de la chaîne de valeur, les différents acteurs, les réglementations et les modèles économiques.
- L'analyse de la chaîne de valeur a été décomposée arbitrairement en 4 étapes : collecte, tri, préparation et recyclage, afin de pouvoir comparer plus facilement avec la filière TLC. Cependant, les autres filières n'utilisent pas forcément le même type de vocabulaire et les étapes peuvent être décomposées différemment.

BENCHMARKING

Matelas (filière DEA)



66.000 t/an . Taux recyclage 54% (données ADEME 2021)

Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / Régénération
Fonctionnement	<p>Lieux divers :</p> <ul style="list-style-type: none"> • SPGD (dont porte à porte), * PAV (ex: bennes mises à dispo des distributeurs) * Détenteurs non ménagers (ex: hôtels) * ESS 	<p>Au grapin</p> <p>Séparation des éléments DEA par catégories (bois, métal, rembourrés, plastique, matelas, ...)</p> <p>Le matelas, mono-produit, constitue une catégorie de tri à lui-seul</p>	<p>Mono-produit matelas : Démantèlement et séparation des matières.</p>	<p>Métaux : incorporation directe dans mat. Vierge</p> <p>Mousses et latex : multiples applications</p>
Acteurs	<p>Prestataire sélectionné par AO. Souvent combiné pour collecte + tri.</p> <p>5000 points de collecte. 170 sites de tri. Maillage territorial.</p> <p>Exemple : Veolia</p>		<p>Structures de l'ESS</p> <p>3 acteurs pour 7 sites en Fr.</p> <p>Couverture régionale</p> <p>1 site traite jusqu'à 50 t/j</p>	<p>Métaux : grossistes ferraille pour vente aciéries.</p> <p>Mousses : prospection régionale</p> <p>Textiles : CSR ou élimination</p>
Focus Etape préparation	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de stockage (trop volumineux + risque incendie). - Surtri manuel et visuel (élimination des matelas humides et souillés) - Convoyeur : - passage au détecteur à métaux - découpe automatisée des enveloppes (partie textile) - Séparation manuelle des ressorts et des composants (couches de matières) - Déchargement de camions de 4 à 5 t au fil des arrivées. - Hygiénisation - découpe automatisée des mousses et mise en balle automatisées 			
Règlementation	<p>REP depuis 2012. 2 éco-organismes (opérationnels). Ecomaison représente 99%.</p>			
Modèle Economique	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation : entreprises d'insertions (agrées par Eco-organismes). Financement à 99% pour les éco-organismes - Réemploi de matelas : Autres acteurs avec autre flux de collecte « préservante » (sinon pièces dégradées par grapin et stockage) 			
Autre	<ul style="list-style-type: none"> - Manque exutoires pour les coutils (textiles en mélange et multicouches), aujourd'hui valorisés en CSR - Exemple recyclage chimique des mousses PU (Orrion Chemicals Orgaform) 			
sources	<p>Rapport d'Activité 2022 Ecomaison, ADEME Eléments d'Ameublement données 2021, articles et vidéo sur site ecomaison (https://ecomaison.com/actualites/innovations-pour-la-valorisation-des-matelas-usages-ecomaison-donne-le-rythme/), Entretien Recyc Matelas (M. William)</p>			
AO : Appel d'Offre ; DEA : Déchets d'Équipement d'Ameublement ; ESS : Economie Sociale et Solidaire ; PAV : Point d'Apport volontaire ; SPGD : Service Public de gestion des Déchets				



BENCHMARKING

Mobilier Professionnel (filière DEA)

70.000 t/an ⁽¹⁾ . Taux recyclage 83 % ⁽²⁾ (données VALDELIA 2022)



(1) Tonnage collectés en France (2) Taux rapporté à la quantité collectée.

Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / régénération
Fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> * Sur site (si > 20 m³) (demande effectuée en ligne par client). * En PAV (134 en Fr.) ou CMV si < 20m³ 	Par flux : au grapin pour séparer les objets par matières dominantes. (les éléments éligibles au réemploi sont triés en amont de la collecte)	Démantèlement des produits Tri des matières	Si besoin : Surtri pour purification du flux. <ul style="list-style-type: none"> - Bois : panneaux de particule - Métaux : incorporation directe dans mat. vierge
Acteurs	Prestataire sélectionné par AO. Maillage territorial : 51 collecteurs. Souvent combiné pour collecte + tri.		Sélectionnés par AO. 98 centres de traitement/préparation. Métaux : grossistes ferraille pour vente aciéries. Bois, plastiques : Centres de préparation MPS et/ou transformation en nouveaux produits	
Focus Etape préparation	Etape dite de traitement. Spécifique en fonction du flux. Broyage, criblage, affinage Si besoin : tris par matière (technologies fonction de la matière) Bois : le fabricant de panneaux (étape recyclage) se charge d'effectuer un surtri et le broyage pour obtenir la taille souhaitée.			
Règlementation	REP depuis 2012. Eco-organisme Valdelia, spécialisé dans le mobilier non ménager. CDC (agrément 2024-2029) issu de la loi AGEC : objectifs 2028 : collecte 51%, réemploi env. 3,5%, recyclage 55%. Primes financières pour l'intégration de matière recyclée (majorées si provenance < 1500 km)			
Modèle Economique	<ul style="list-style-type: none"> - Réemploi via ESS (env. 3% en masse) - Valorisation des matières métalliques et bois pas de rentabilité économique pour la filière textile 			
Autre	<ul style="list-style-type: none"> - Dons aux ESS gérés par Valdelia (flux spécifique pour collecte « préservante ») : tri des éléments éligibles avant collecte. - Objectifs à venir de Valdelia : trouver des synergies et exutoires locaux (vs stratégie nationale) - Exemple innovation : Veolia Charente (site Cyclad) tri robotisé (Rob'inn) au lieu de l'utilisation d'un grapin. 			
<p>sources : <i>entrevue C.Pelletier / S. El Marzouki du 26/03/24. Rapport d'Activité Valdelia 2022.</i></p> <p>AO : Appel d'Offre ; CMV : Centre de Massification Volontaire ; DEA : Déchets d'Équipement d'Ameublement ; MPS : Matière Première Secondaire ; PAV : Point d'Apport volontaire</p> <p>Veolia : https://www.recyclage.veolia.fr/gere-tes-dechets/entreprises/actualites-temoignages/tri-robotise-dechets-dameublement</p>				

BENCHMARKING

Moquettes professionnelles



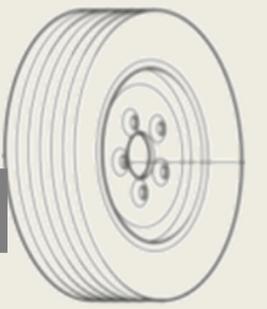
Env. 2.000 t/an

Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / régénération
Fonctionnement	Prise en charge par Tarkett : volonté mono-flux. Collecte spécifique sur site. Service gratuit proposé aux entreprises du bâtiment ("engagements" signés annuellement). Minimum 4 palettes (env. 2 à 3t)	Identification matière pour séparer PA6 et PA6.6	Séparation fils de la sous couche dans usine de Waalwijk (Pays-Bas)	Nettoyage, sur-tri, compoundage, finalge: Fil ECONYL® régénéré
Acteurs	Sous-traitance : Veolia (en France)	Tarkett	Tarkett	Aquafil (fournisseur matière première)
Focus Etape préparation	Séparation de la sous couche de la moquette avec le PA6 (le Polyamide ne représente que 17% en masse) 95% de pureté du fil - Sous-couche « Ecobase » envoyée en recyclage boucle fermée (craie). Sous-couche bitume (anciens produits) en valorisation énergétique.			
Règlementation	REP PMCB depuis 2023. 3 Eco-organismes.		  	
Modèle Economique	En collaboration avec Valobat depuis 2023. Programme Restart lancé en 2010 (investissement de 15 M€ en recherche + technologie) Objectif -30% eqCO2 en 2030.			
Autre	<ul style="list-style-type: none"> - Recyclage des produits Tarkett et concurrents. - Eléments clefs : simplification des démarches client + traçabilité (fourniture d'un certificat annuel pour rapport ESG des clients) - Recyclage Cradle to Cradle également pour les sols PVC et linoléum (même principe de collecte, flux de tri et préparation sur autres sites) - Collecte également via éco-organismes : produits en mélange. Nécessite un tri supplémentaire avant arrivée dans l'usine de traitement. 			
sources	Site internet Tarkett (https://professionnels.tarkett.fr/fr_FR/node/recyclage-dalles-de-moquette-boucler-la-boucle-13211*) + rapport RSE + Entrevue avec B.Laïda (Coordinateur Programme ReStart) le 23/04/24			
	PMCB : Produits et Matériaux de Construction et secteur Bâtiment			

BENCHMARKING

Pneumatiques

570.000 t/an ⁽¹⁾ . Taux collecte 111% / Recyclage 36% ⁽²⁾ (données ADEME 2021)



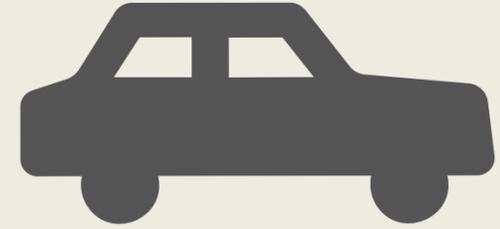
(1) Tonnage collectés en France (2) Taux rapporté à la quantité collectée.

Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / régénération
Fonctionnement	Auprès des professionnels : garages (82%) et centres VHU (7%) Autre : déchèteries (6%) ou industriels (5%)	Bennes vidées sur tapis. Séparation manuelle des pièces pour réutilisation (occasion et rechapage)	Usine mono-produit pneus. Broyage, séparation matières, voire transformation.	<ul style="list-style-type: none"> Granulation : granulats/poudrettes pour nouveaux produits caoutchouc. Broyats pour génie civil (matériaux drainants) Valorisation matière/énergie en cimenteries Valorisation énergétique en aciérie ou en fonderie
Acteurs	Collecteurs agréés en préfecture (25 prestataires pour Aliapur)		14 entreprises en France partenaires de Aliapur	
Focus Etape préparation	<ul style="list-style-type: none"> Déchiquetage, puis broyages successifs Séparation des parties acier (par aimant) et textile (par aspiration) <p><i>Si granulation :</i> - Lavage – granulation en poudrettes</p> <p><i>Parfois sur le même site :</i> - transformation des poudrettes par vulcanisation (pièces moulées)</p>			
Règlementation	REP depuis 2004. 3 éco-organismes + systèmes individuels. Aliapur représente 65%			
Modèle Economique	Débouchés fluctuants : concurrence entre recyclage et valorisation énergétique en fonction des prix du marché. En 2021, la valorisation énergétique représentait 47% des exutoires. Réutilisation = 15% des pneus traités (12% vente d'occasion, 3% rechapage)			
Autre	<ul style="list-style-type: none"> 45% des pneus sont traité à l'étranger (32% en Afrique) Exemple d'entreprise de recyclage : Roll Gom, filiale de Aurea, recycle environ 30 000 tonnes brutes de pneus usagés (dont 15 000 tonnes de caoutchouc), soit environ 10% de la production annuelle française de vieux pneus, pour mouler des bandages à partir de granulats ou de poudrette de pneus Projet de recyclage chimique (dévulcanisation) en Italie par Ecotyre (« Da gomma a gomma ») pour recyclage en boucle fermée (objectif REP : 5% en boucle fermée en 2028). 			
VHU : Véhicules Hors d'Usage sources	<p>Aliapur site internet + RA 2022, ADEME pneumatiques données 2021, https://www.roll-gom.com/fr/presentation/roll-gom</p>			

BENCHMARKING

Véhicule Hors d'Usage

1.500.000 t/an . Taux recyclage 87%* (données ADEME 2021)



* Après dépollution et démontage pièces pour réemploi

Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / régénération
Fonctionnement	Prospection auprès des professionnels pour obtenir des gisements.	<ul style="list-style-type: none"> dépollution (obligatoire) puis, selon les acteurs :- démontage pour réemploi (dans 70% des centres)- et/ou démontage pour recyclage (grandes pièces) 	Broyage puis tri/séparation matières	<p>Métaux : incorporation directe dans mat. Vierge</p> <p>Plastiques : surtri, purification, compoundage</p> <p>Autres (mousses PU, textiles, plastiques en faible quantité) : CSR ou élimination</p>
Acteurs	En France 1736 centres VHU agréés (par préfetures) en 2021. Entreprises PME principalement (30% des centres sont affiliés au réseau INDRA)		60 broyeurs agréés (par préfetures) en France	<p>Métaux : grossistes ferraille pour vente aciéries.</p> <p>Plastiques : acteurs du recyclage (exemple : Veolia, Galloo Plastics, Skytech)</p>
Focus Etape préparation	<ul style="list-style-type: none"> - Démontage manuel si obligation réglementaire ou intérêt financier (2nde main). - Broyage puis séparations (aimants, courants de Foucault puis densimétrique et optique) - très peu de démantèlement pièces intérieures véhicule (sièges, panneaux, ...), sauf pour réemploi. Trop compliqué pour peu de matière 			
Règlementation	Directive Européenne VHU 2000/53/EC depuis 2000 (85% du véhicule doit être destiné à la réutilisation ou au recyclage) NEW : filière REP depuis le 1er janv 2024. Nouveau cadre financier à mettre en place. Discussions en cours entre les acteurs de la filière + metteurs en marché + Etat. Créations de plusieurs éco-organismes + choix de systèmes individuels (Renault, Stelantis)			
Modèle Economique	achat des VHU ou carcasses Vente pièces d'occasion (env. 10% en masse). Revente des métaux (qui représentent 70% de la masse d'un véhicule) Plastiques : pas ou peu de valorisation économique, fonction du marché (cours de la matière vierge)			
Autre	<ul style="list-style-type: none"> - Traçabilité ++ de la filière : IMDS : Système de collecte des Données Matières (international Material Data System) = équivalent passeport produit - Nouvelle directive Européenne en cours de discussion : 25% du poids des plastiques du véhicule devra être issu du recyclage (dont 25% de la matière recyclée issue de la filière VHU) 			
sources	<ul style="list-style-type: none"> - rapport ADEME : https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6862-vehicules-donnees-2021.html#:~:text=Rapport%20annuel%20de%20la%20fili%C3%A8re&text=En%202021%2C%20pr%C3%A8s%20de%20,Le%20taux%5B%E2%80%A6%5D - - entrevue G.Georgeton (Materi'act Ecodesign Manager) le 11/04/24 			

BENCHMARKING

DEEE

995.000 t/an . Taux collecte 53% / recyclage 76%
(données 2021 ADEME)



Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / régénération
Fonctionnement	Collecte « 6 flux » DEEE + de 20.000 points en France : * SPGD * PAV (distributeurs) * ESS	Plateformes de regroupement (échelle départementale) : Tri par type de produit (gros équipement froid, écran, lampes, etc.) pour redirection vers centres de traitement.	Sur tapis : Étape de « traitement » dépollution, démontage si possible, criblage, broyage séparation matières.	Métaux : incorporation dans matière vierge pour purs ou alliages simples. Séparation extractive si alliage complexe ou oxydes (hydrométallurgie – lixiviation – ou pyrométallurgie). Plastiques : surtri, purification, compoundage
Acteurs	Prestataires sélectionnés par AO par les Eco-organismes. SPGD soutenus financièrement.		43 centres agréés par Ecosystem	Métaux : grossistes ou acteurs spécialisés (métallurgie extractive) si « métaux rares » Plastiques : régénérateurs
Focus Etape préparation	<ul style="list-style-type: none"> - Démontage des batteries (risque incendie) et dépollution (liquides réfrigérants CFC) - Séparation des matières par technologies identiques aux emballages (aimants, courant de Foucault, RX, NIR, flottaison, tribo...) 			
Règlementation	<ul style="list-style-type: none"> - Directives Européennes : 2002/96/CE DEEE + 2002/95/CE RoHS (+ REACH : garantir la séparation des plastiques avec retardateurs de flammes (bromés) - 3 Eco-organismes (Ecosystem représente 75%. Soren uniquement panneaux Photovoltaïques) 			
Modèle Economique	70% Eco-participation, 30% vente matières. Acteurs privés (dont les gros groupes industriels Veolia, Suez, Paprec...) ESS pour une partie de la collecte, et pour le réemploi et reconditionnement (Envie)			
Autre	<ul style="list-style-type: none"> - Les EEE incluent le gros et le petit électro-ménager, les lampes et luminaires, les écrans et matériel informatique, les panneaux photovoltaïques, les trottinettes électroniques, cigarettes électroniques, etc. (classés en 8 catégories) - exemple : Veolia Saint-Sylvain d'Anjou (Triade Electronique) traite 80.000 t par an et sait trier une dizaine de polymères (15.000 t de plastiques par an, soit 4t/h). 			
sources	<i>site internet ecosystem + rapport activité 2022 + rapport ADEME "données 2021"</i> <i>Vidéo Veolia : https://www.youtube.com/watch?v=KDaSW8jf_mg</i> <i>Ecosystem : Laurène CUENOT</i>			

BENCHMARKING

Emballages plastiques



1.200.000 t/an . Taux recyclage 25% (données Citeo 2021)

Etape	Collecte	Tri	Préparation	Recyclage / régénération
Fonctionnement	Porte à porte ou PAV	Centre de tri (à l'échelle départementale en général) : séparation des métaux, papiers cartons et plastiques (en général 3 flux de plastique en sortie)	Dans le cas d'un recyclage mécanique: Surtri par couleur et par matière, voire par usage (alimentaire vs non alimentaire). En général : machines VIS/NIR en cascades	Broyage, surtri paillette (densimétrique le plus souvent), lavage, séchage, compoundage.
Acteurs	Géré par les collectivités locales : en régie ou délégation. Détendeurs des flux en sortie : Eco-organismes ou négociants (ex : Valorplast)		10 centres de surtri (plastique) en France	acteurs du recyclage (exemple : Suez, EMC 48)
Focus Etape préparation	(Technologies de tri : Aspiration, balistique, trommel, magnétique, densimétrique, optique : spectroscopie couleur et NIR) En surtri : optique ou densimétrique le plus souvent. - Tri optique : généralement objets. tapis largeur 2,8m, éjections 3 sorties max. Vitesse jusqu'à 5m/s soit 6 à 10 t/h (données Bellone ST) - Tri densimétrique : généralement paillettes. Avantage = étape commune avec lavage - Dernières étapes de préparation (broyage, lavage, ...) réalisées par le régénérateur.			
Règlementation	Filière la plus ancienne en France (1992). Objectifs fixés dans la loi AGEC. Europe : Directive Cadre Déchets (WFD) REP financière (aide aux collectivités pour collecte et tri). 2 Eco-organismes (Citeo >99%).			
Modèle Economique	Revente MPS : Forte compétition avec la matière vierge (dumping chinois) 1 site tri emballage (1 ligne) = env. 25 M€ 1 ligne de recyclage (surtri, broyage, lavage, séchage, compoundage) = env. 1 M€. A partir de 10.000 t/an			
Autre	- La loi AGEC insiste beaucoup sur les emballages, avec notamment un taux d'incorporation de matière recyclée obligatoire dans les nouveaux produits - Boucle fermée (bottle-to-bottle) pour la filière bouteille d'eau PET uniquement en France actuellement (conserver le grade alimentaire : norme sanitaire) exemple Suez Plastique Atlantique Bayonne. - Evolutions à venir dans les prochaines années : compétition économique recyclage vs CSR. Arrivée de gros sites de recyclage chimique.			



sources
ADEME, Citeo (site internet + rapport d'activité 2022)
Suez : V. DECOTTIGNIES
EMC 48 : A. BFEUILLAC

MPS : Matière Première Secondaire ; PAV : Point d'Apport Volontaire ; VIS/NIR : Spectroscopie Domaine Visible (tri couleur) ou Proche Infra Rouge (tri matière)



BENCHMARKING

- ✓ La filière REP la plus ancienne est celle des **déchets ménagers** et donc des emballages.
- ✓ **Les métaux et le bois** sont actuellement les matières les mieux valorisables économiquement.
- ✓ Les acteurs de la **collecte** réalisent en générale une première étape de **tri**
- ✓ L'étape de « **préparation** » représente en grande partie une succession d'étapes de tri
- ✓ Du fait des investissements importants nécessaires pour l'étape de préparation, on constate le plus souvent une **massification** entre la collecte-tri et la préparation
- ✓ Les recycleurs (régénérateurs) ont en général une étape de tri dans leur process pour assurer une meilleure **pureté de leur gisement**.
- ✓ Les gros acteurs du recyclage en France (Veolia, Suez et Paprec) sont présents sur presque toutes les filières
- ✓ La part de **réemploi** (et son importance économique) est très variable en fonction des filières, mais représente en général une source de revenus très minoritaire.
- ✓ Un fort développement du **recyclage en boucle fermée** n'est constaté que si la réglementation l'impose (sauf volontés individuelles d'entreprises).

**VEILLE REGLEMENTAIRE
FRANCE ET EUROPE**

02

REGLEMENTATION

- Afin de mieux appréhender le sujet du tri et recyclage des TLC dans le futur, une étude des textes de loi présents et à venir a été réalisée.
- L'étude porte également sur les tendances à venir, et présente les feuilles de route (*European Commission Roadmaps*) et communications de l'Union Européenne et de l'Etat Français. Ces textes n'ont pas de visée contraignante pour le moment mais permettent d'anticiper les évolutions possibles dans les prochaines années.
- La synthèse présentée ici se concentre sur les textes ayant un impact (plus ou moins important) sur la filière recyclage des TLC.

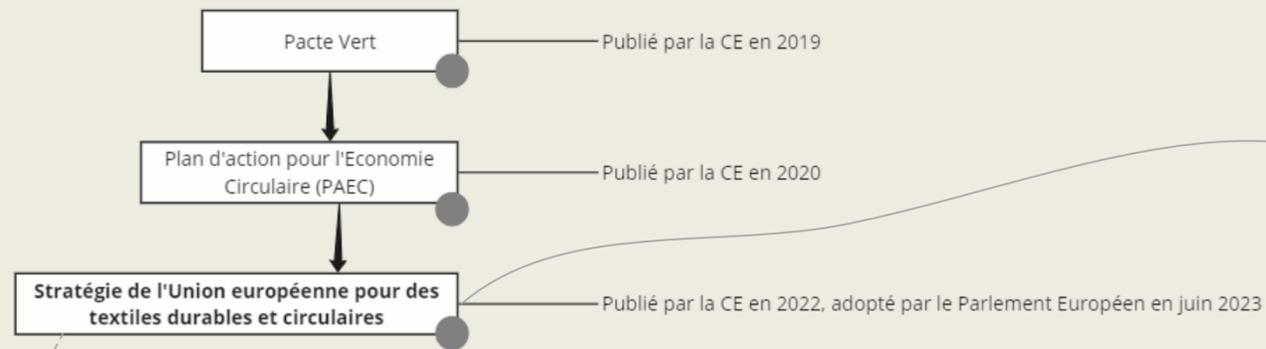
REGLEMENTATION



TEXTES DE LOI AYANT UN IMPACT SUR LA FILIERE RECYCLAGE TLC

- En application
- Application à venir. Date définie
- Pas de date d'application connue.
- A transposer en lois
- ★ Impactant pour la filière recyclage textile

Communications de la CE (= Feuilles de Route) : Textes non contraignants mais qui fixent les axes à suivre pour les prochains textes de lois à voter

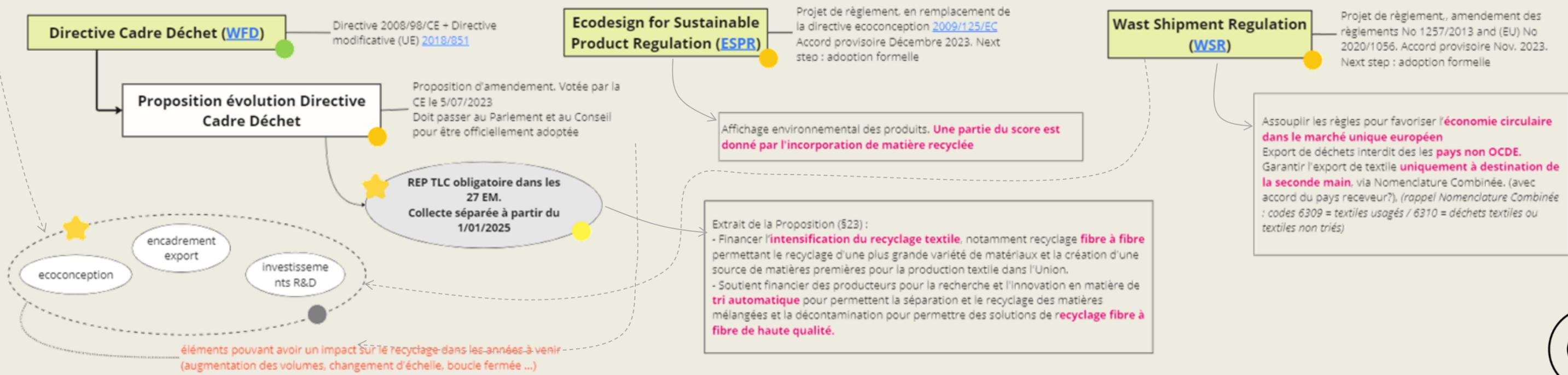


Définit les axes prioritaires et actions clés à mettre en place dans les prochaines années :

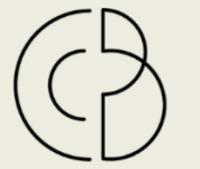
- Introduire des exigences obligatoires en matière d'écoconception
- Mettre fin à la destruction des textiles invendus ou retournés
- Lutter contre la pollution par les microplastiques
- Introduire des exigences en matière d'information et un passeport numérique des produits
- Allégations écologiques pour des textiles véritablement durables
- **Responsabilité élargie des producteurs et promotion du réemploi et du recyclage des déchets textiles**
- **Inaugurer le parcours de transition vers l'écosystème du textile du futur**
- Renverser la tendance à la surproduction et la surconsommation de vêtements: démoder la mode éphémère
- Garantir une concurrence loyale et le respect des règles dans un marché intérieur efficace
- Soutenir la recherche, l'innovation et les investissements
- Développer les compétences nécessaires aux transitions écologique et numérique
- Devoir de diligence en matière d'équité environnementale et sociale
- **Relever les défis posés par l'exportation de déchets textiles**

FEUILLES DE ROUTE

DIRECTIVES



éléments pouvant avoir un impact sur le recyclage dans les années à venir (augmentation des volumes, changement d'échelle, boucle fermée ...)



REGLEMENTATIONS

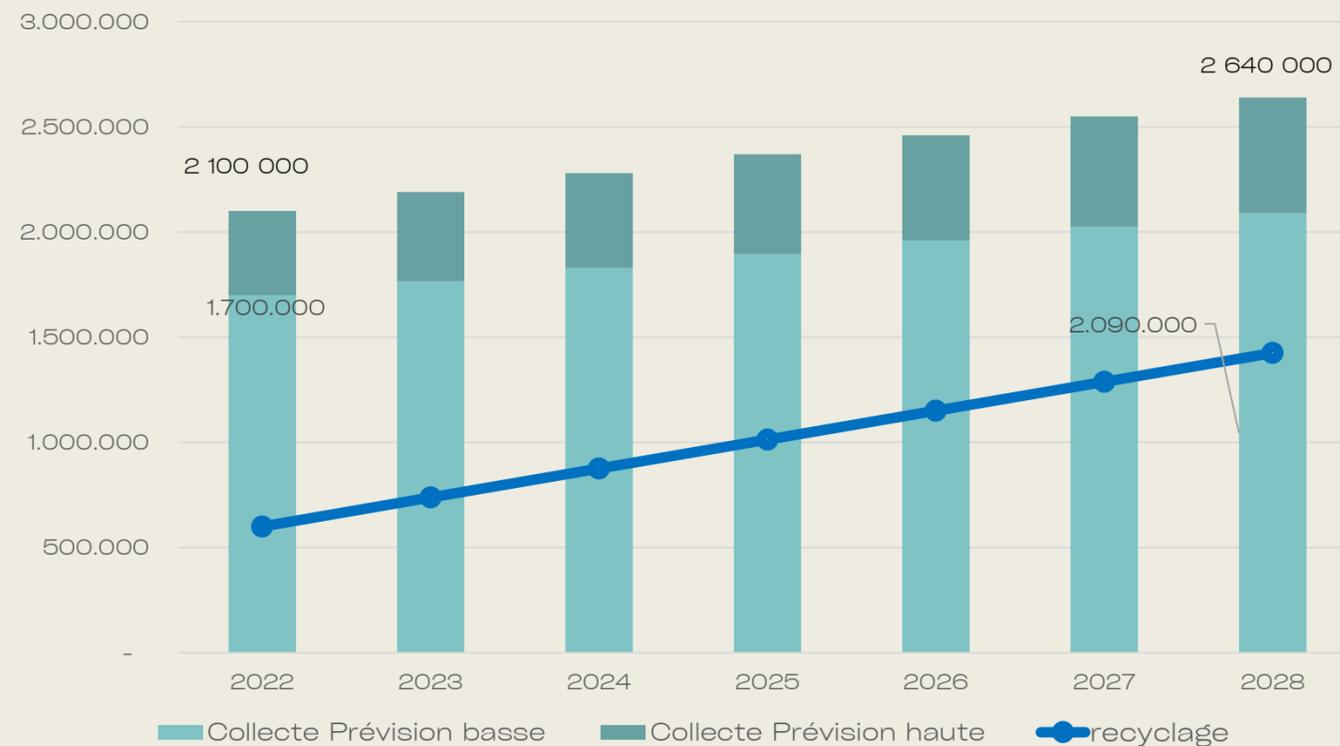
Union Européenne



Conséquences : prévisions

Collecte & recyclage

Prévisions gestion Textile post-consommateur en UE-27
(en tonnes par an)



Sources :

Collecte : JRC, [circular economy perspectives in the eu textile sector](#), 2021

Recyclage : McKinsey, [Scaling textile recycling in Europe—turning waste into value](#), 2022

COLLECTE

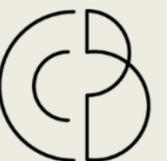
- Le JRC* prévoit une augmentation des volumes collectés de l'ordre de **25% d'ici 2028**.
- L'étude du JRC a été publiée en 2021, avant que la France ne publie ses objectifs 2028. Si l'UE-27 atteint un taux de collecte de 60% en 2028 (ambition de la France), cela correspond alors à environ **3,600,000 tonnes de matière collectées**, bien au-delà des prévisions du JRC.

TRI

- En 2020, environ 40% des textiles collectés en Europe étaient exportés avant même une première étape de tri. Si l'export des déchets TLC se durcit, les **capacités de tri dans l'UE devront doubler** (passant de 1 Mt à 2 Mt entre 2020 et 2028).

RECYCLAGE

- Le calcul sur la base de l'étude McKinsey prévoit que la part de recyclage pourrait atteindre **60% à 70% des volumes collectés en 2028**.

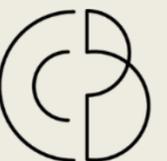
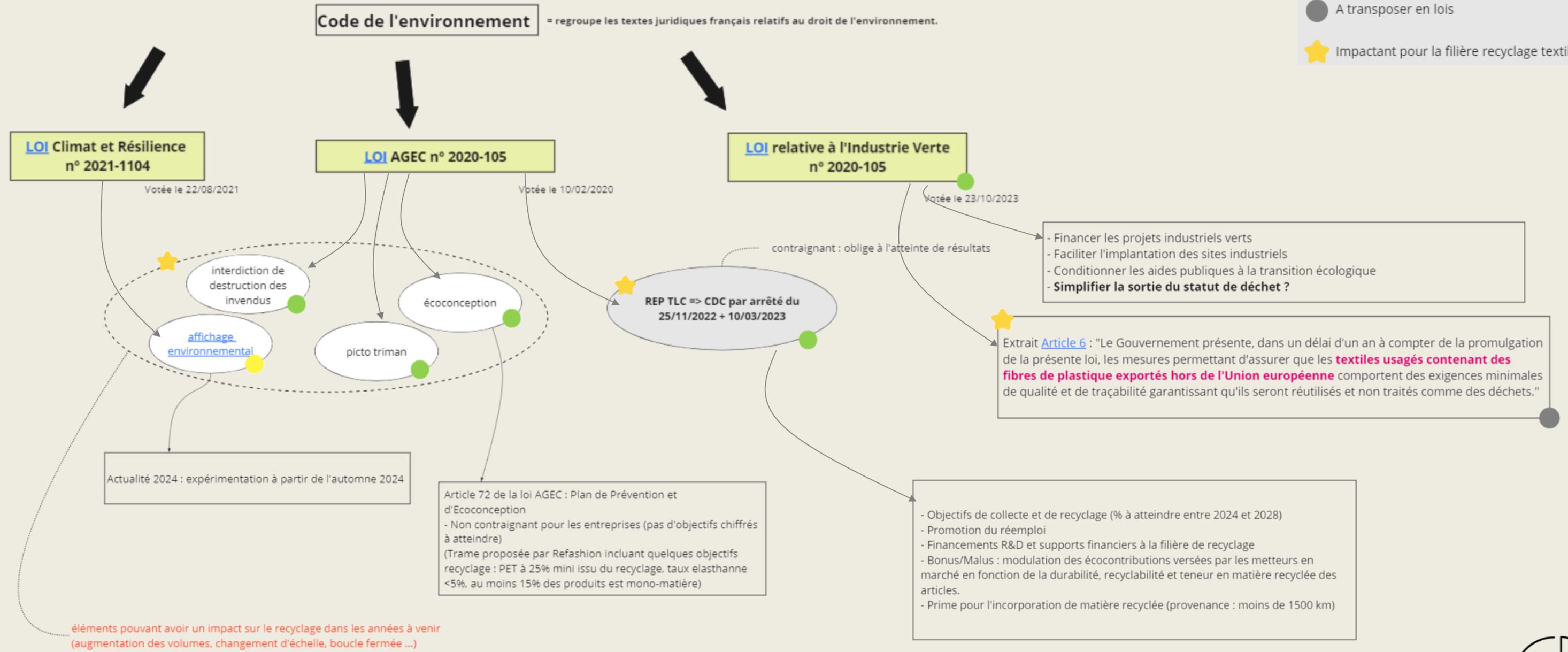


REGLEMENTATIONS



Les textes de lois ayant un impact sur la filière de recyclage TLC en France

- En application
- Application à venir. Date définie
- Pas de date d'application connue.
- A transposer en lois
- ★ Impactant pour la filière recyclage textile



REGLEMENTATIONS



Objectifs agrément Refashion

Re_fashion



Agrément Refashion

2023 - 2028

articles matière synthétique

Collecte

Recyclage

tout TLC non réutilisable

Recyclage

*

RESULTATS 2022	ANNEE OBJECTIF	OBJECTIF
31%	2028	60%
77%	2024 2027	70% 90%
INCONNU	2025 2028	50% 90%

x 2

* Représente environ 24% des articles collectés





Prévisions du marché Français

Collecte et Recyclage

Prévisions de Gestion du Textile post-consommateur en France (en tonnes par an)



Source : Refashion (RA 2022 + Agrément 2023-2028)
Chiffres TLC hors chaussures

En France, pour atteindre les objectifs fixés dans l'agrément de Refashion (Arrêté du 23.11.2022), la capacité de **collecte des déchets va devoir augmenter de 170.000 tonnes** d'ici 2028 (ce chiffre n'inclut pas les chaussures).

L'agrément vise également un taux de recyclage de 90% des TLC non réutilisables en 2028. Avec l'hypothèse d'un taux de réutilisation constant à 55%, et sans prendre en compte la part chaussure (qui aujourd'hui fait réduire le taux de recyclage car termine majoritairement en valorisation énergétique), **le tonnage de matière recyclée va passer de 54.000 t/an à 168.000 t/an.**



- Aucune prévision n'est disponible sur l'évolution des exutoires de recyclage.
- Le taux de réemploi (environ 55%) risque de diminuer pour de multiples raisons (saturation du marché, restrictions des exports, réduction de la qualité des vêtements). A ce jour, aucune étude n'est disponible pour estimer cette réduction en France.

CONCLUSION

03

CONCLUSION

Les analyses des autres filières de traitement des déchets (benchmarking) et de textes réglementaires seront des critères d'aide à la décision lors du choix des scénarii (livrable 4) et lors de la construction des modèles d'affaires (simulations des scénarii).

Le benchmarking présente différents modèles de structuration de filières de recyclage. Les informations sont d'ordre général, mais pourront être approfondies lors des étapes suivantes du GT si le besoin se présente.

La veille réglementaire, quant à elle, permet de quantifier une augmentation des volumes de l'ordre de +70% dans les 5 années à venir. Aussi, la filière va se structurer à l'échelle Européenne dans les prochaines années grâce à la mise à jour de la WFD*. Enfin, une attention particulière doit être portée sur les lois relatives aux exports des textiles de réemploi mais aussi des déchets textiles car cela pourra fortement impacter la filière européenne (en particulier sur le plan économique).

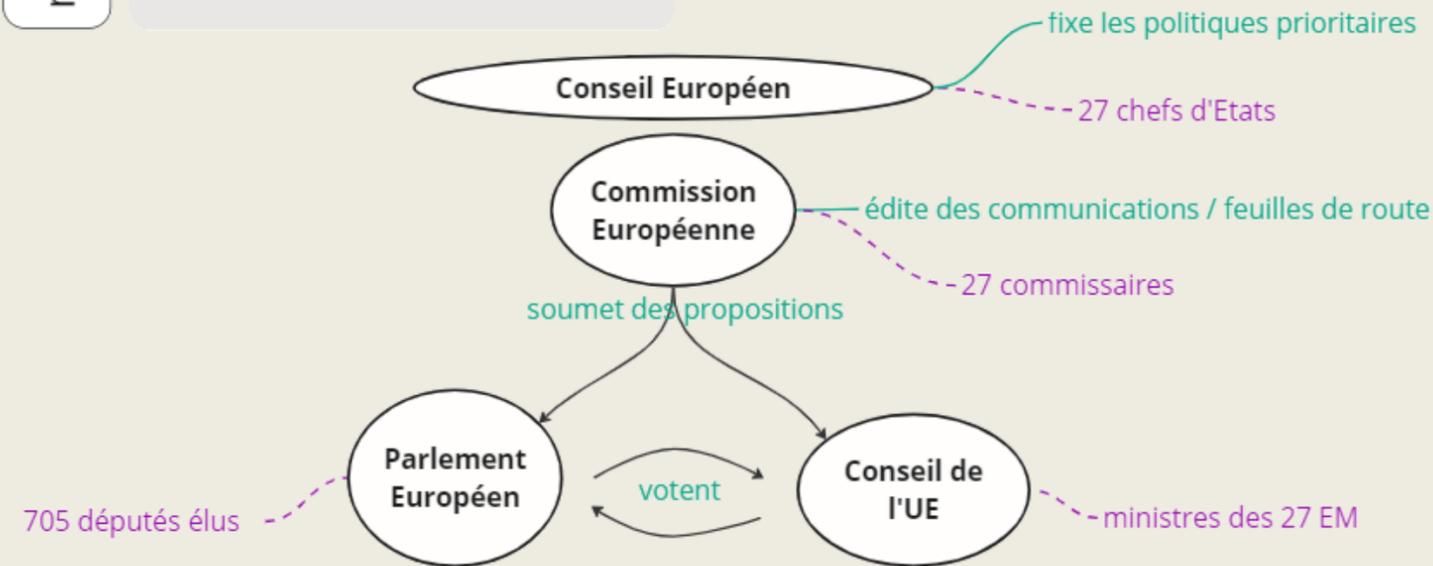
En ce qui concerne le recyclage en boucle fermée, les textes réglementaires ne prévoient pas d'obligation à intégrer un taux minimum de matière recyclée dans les produits mis sur le marché. A l'instar des autres filières de recyclage, on peut penser qu'il n'y aura donc pas d'augmentation significative du recyclage TLC en boucle fermée dans les années à venir.

Le prochain livrable sera une cartographie de la filière, incluant les étapes de collecte, tri, préparation et recyclage. Cette cartographie vise à réaliser un état des lieux actuel et à comprendre les tendances à venir. Elle se concentrera plus particulièrement sur les volumes et sur les besoins techniques (cahiers des charges de la matière). La portée sera si possible Européenne, voire au-delà.

* WFD (Waste Frame Directive) : Directive Cadre Déchet (2008/98/CE + 2018/851)



contraignant	Règlement	Application immédiate dans tous les EM
	Directive	Fixe une date limite de transposition dans le droit des EM
	Décision	Vise spécifiquement 1 EM ou une entreprise par exemple
non cont.	Recommandation	
	Avis	



INSTITUTIONS EUROPÉENNES

La hiérarchie des normes de l'Union européenne (UE)

1 Traités fondateurs de l'UE
 Traités d'adhésion à l'UE
 Charte des droits fondamentaux de l'UE
 Principes généraux du droit dégagés par la Cour de justice de l'UE
 (primauté du droit européen, respect de l'État de droit, principe de non-discrimination...)
On parle de droit primaire

2 Accords internationaux de l'UE :
 - accords d'association (ex : avec les États d'Afrique)
 - accord sur l'Espace économique européen (EEE)
 - accords commerciaux (ex : UE-États-Unis) ...

3 Règlements, directives et décisions (actes juridiques contraignants)
 Recommandations et avis (actes juridiques non-contraignants)
On parle de droit dérivé

4 Décisions de la Cour de justice de l'UE (Cour et Tribunal) qui permettent d'éclairer le droit européen et d'en contrôler le respect
On parle de jurisprudence

LE MOT DE LA FIN



Le recyclage du textile est la filière la plus vieille au monde

Dans la Chine du 1er siècle, le ministre de l'Agriculture de la dynastie Han recommande aux sujets de l'empereur de faire bouillir de vieux chiffons de lin afin de fabriquer du papier.

Une méthode que les civilisations arabes – après leurs incursions extrême-orientales – apporteront jusqu'en Europe au VIIIème siècle. Les chiffonniers sont nés.

CARTOGRAPHIE DES FLUX ET DES ACTEURS DU TRI ET DU RECYCLAGE

Caractérisation des gisements, de la demande et des exutoires en BO/BF

Groupe de travail Process de tri du futur

INTRODUCTION

L'objectif de ce livrable est de présenter des données chiffrées sur les gisements et exutoires en matière de recyclage du textile post-consommation (boucle ouverte et boucle fermée) .

Il s'agit également de faire une cartographie de la chaîne de valeur du recyclage, et d'y placer les acteurs principaux.



SOMMAIRE

LIVRABLE ETAPE 2

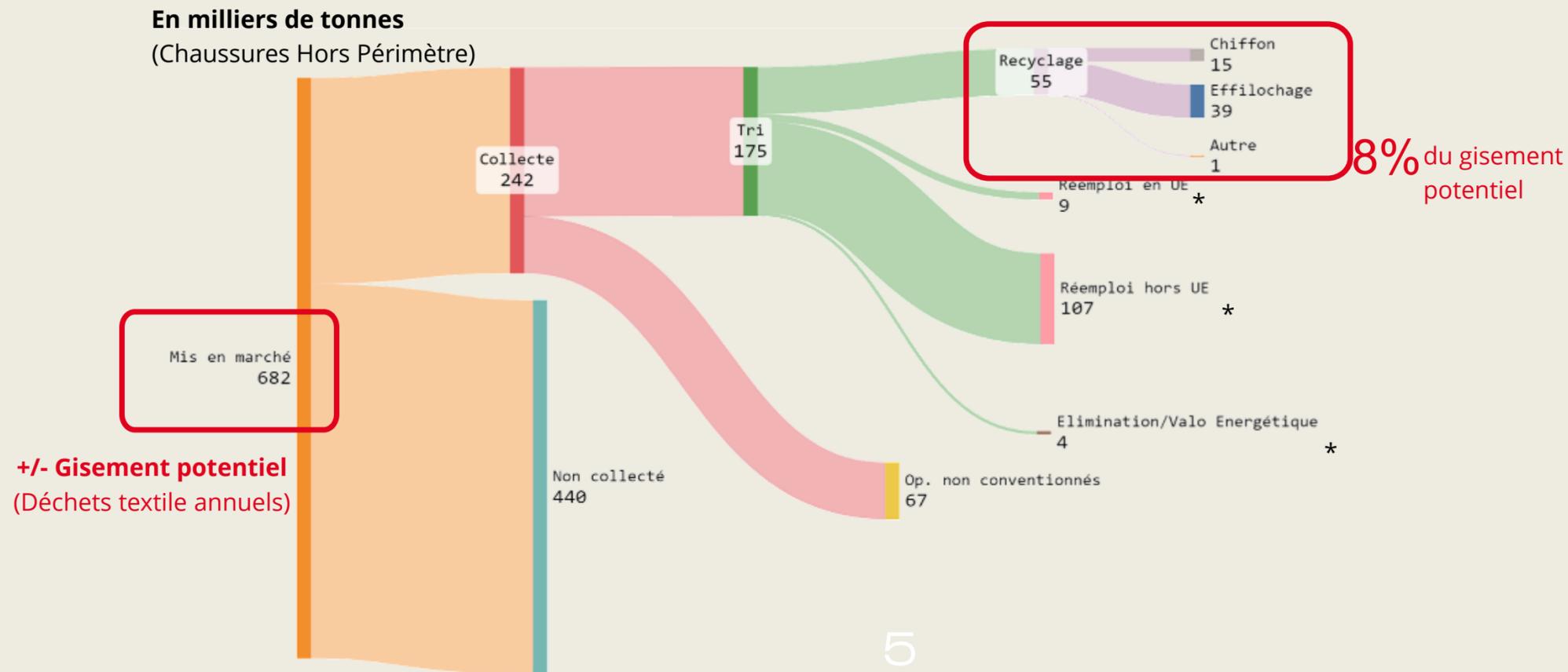
Etude du gisement	p. 7
Etude des exutoires	p. 14
Mapping chaine de valeur	p. 20
Mapping acteurs	p. 22

ETUDE DU GISEMENT

01

ETUDE DU GISEMENT

Diagramme de flux Textiles post-consommateurs en France en 2022



En France en 2022, la quantité de matière textile destinée au recyclage représente 8% du gisement potentiel. (Les calculs sont faits en déduisant les chaussures, qui ne sont pas concernées par cet étude).

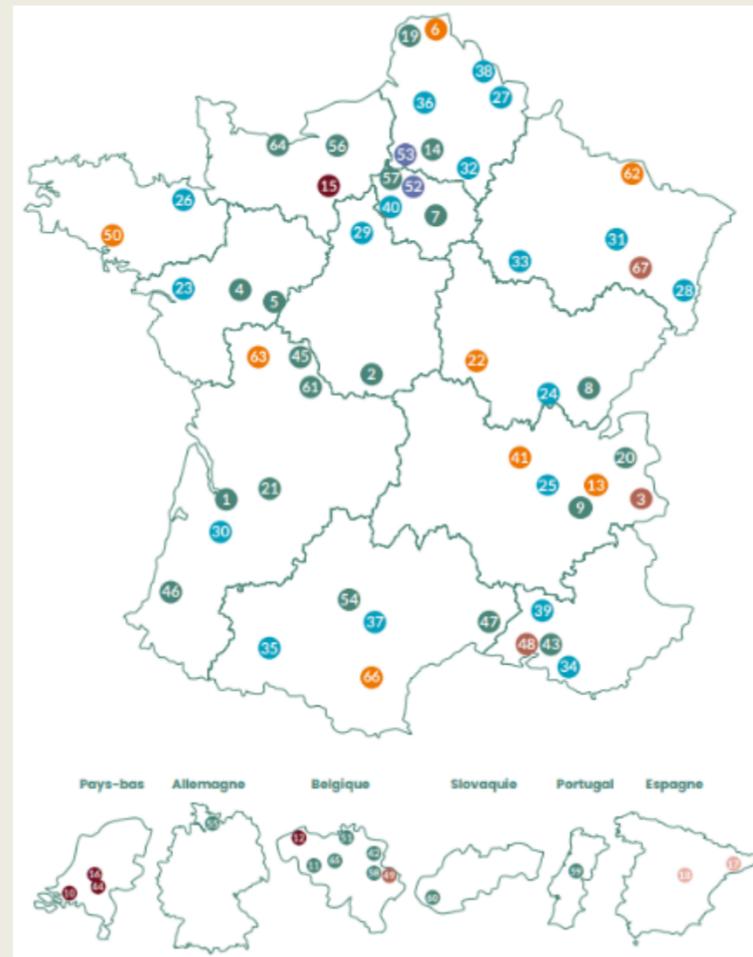
Moins de 1% est destiné à refaire du fil pour effectuer du recyclage en boucle fermée.

Les débouchés majoritaires sont en boucle ouverte : marché de l'essuyage, du non-tissé et de l'isolation.

Remarque : Les études ont été réalisées avec les chiffres Refashion 2022. Les résultats publiés pour 2023 ne présentent pas d'évolution significative (tonnage trié équivalent).

ETUDE DU GISEMENT

Origine du gisement



55.000 T pour recyclage (dont 81% trié en France)



67 opérateurs de tri (conventionnés)



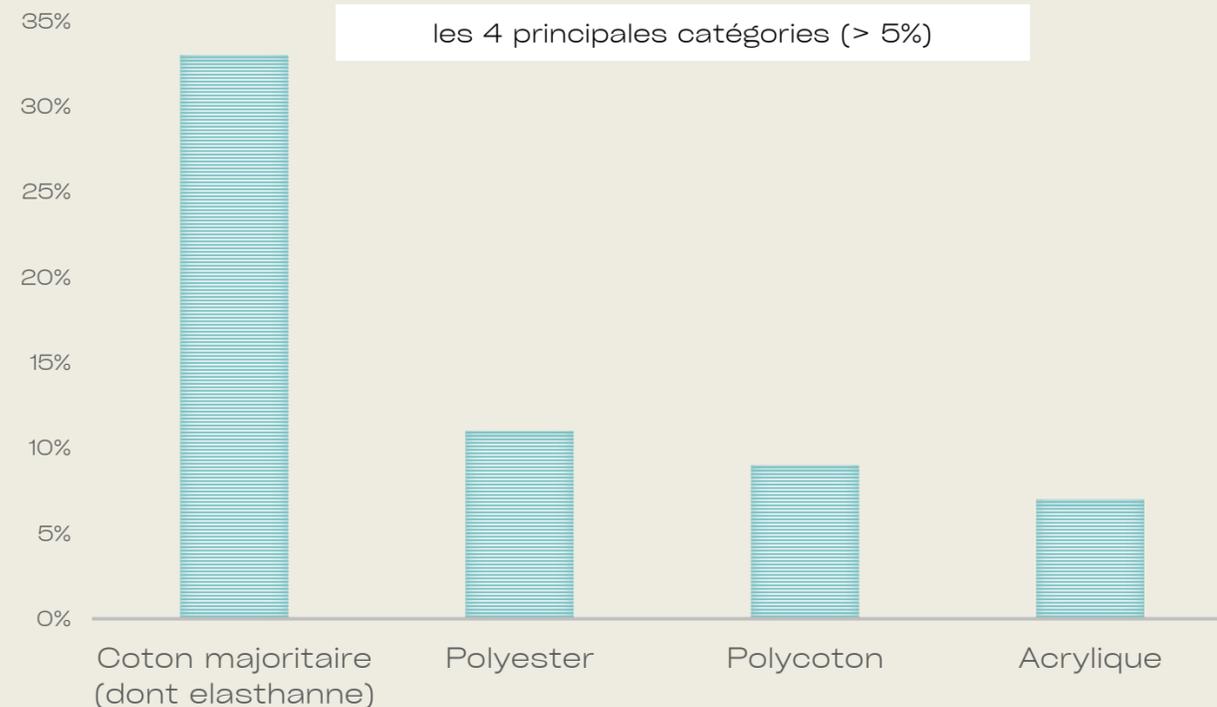
En moyenne :
820 T de matière destinée au recyclage
sortent d'un centre de tri annuellement

ETUDE DU GISEMENT

COMPOSITION ET COULEUR

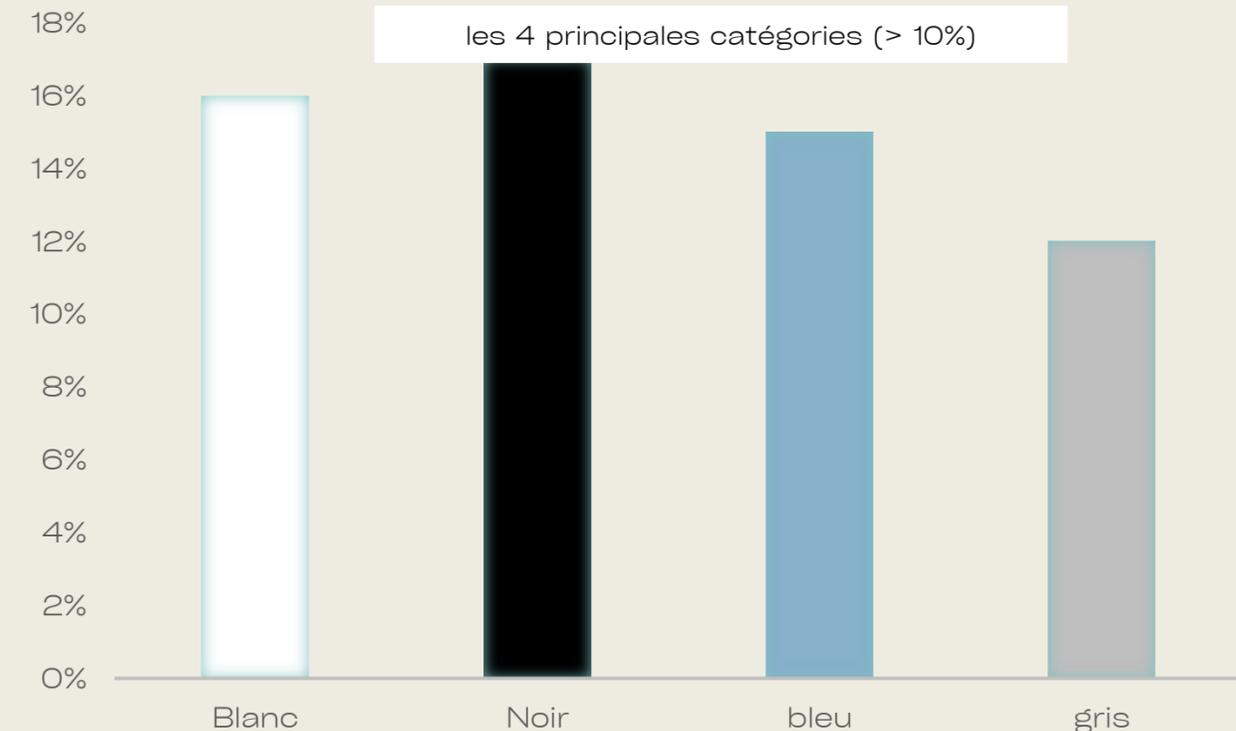
COMPOSITION

les 4 principales catégories (> 5%)



COLORIS

les 4 principales catégories (> 10%)



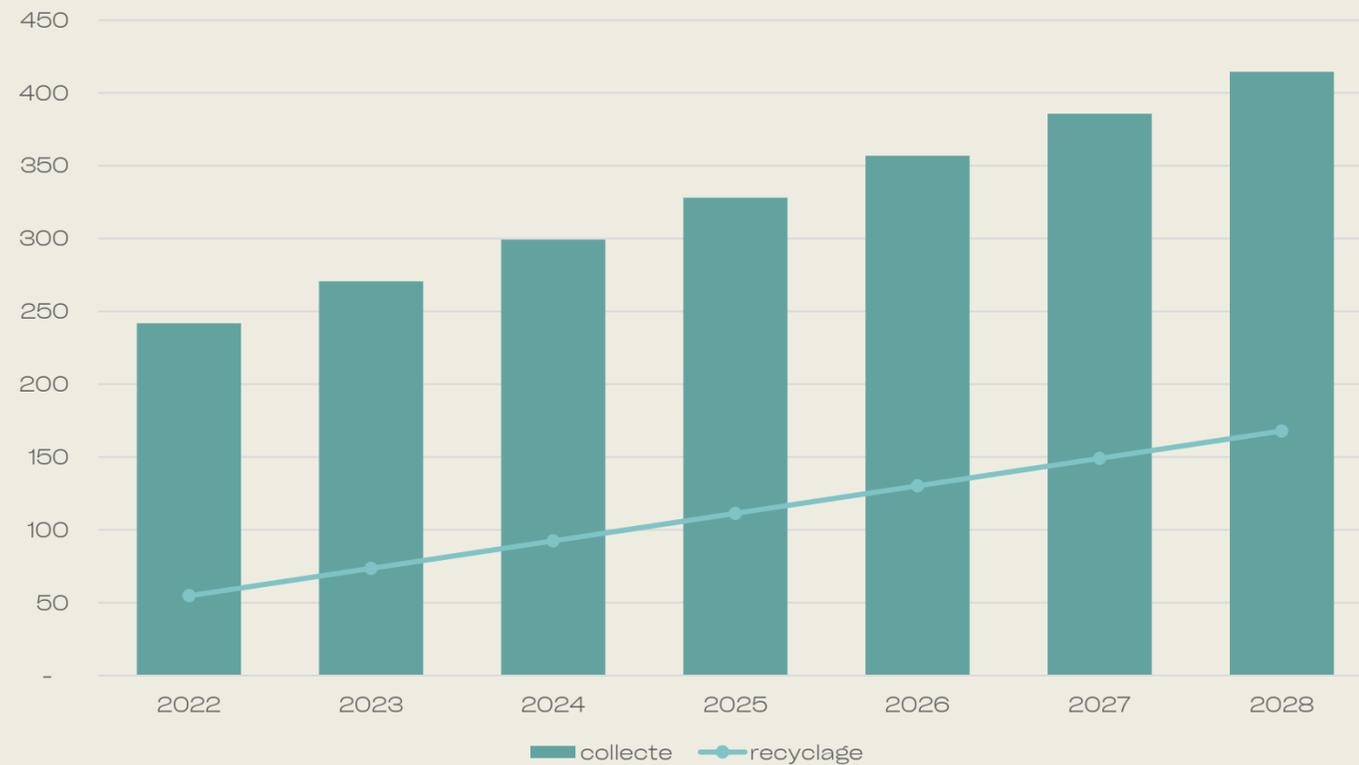
AUTRES INFORMATIONS : (% massiques)

- Chaussures : 10% du gisement (mais exclues de l'étude pour le GT)
- Linge de maison : 10% du gisement
- Présence de perturbateurs au recyclage (dont 9% articles multicouches) : 78%

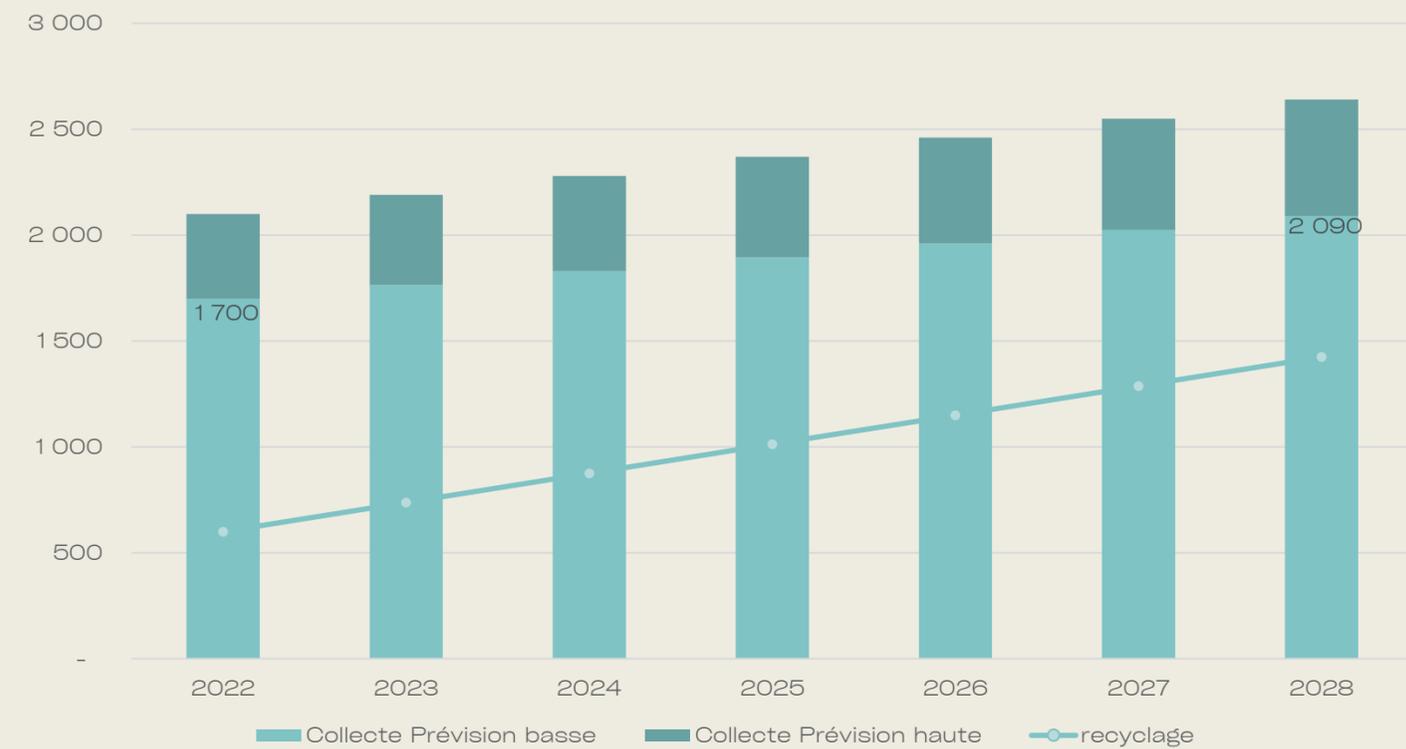
ETUDE DU GISEMENT

PREVISIONS TONNAGES FRANCE & EUROPE

Prévisions de Gestion du Textile post-consommateur en France (en kT)



Prévisions Gestion Textile post-consommateur en UE-27 (en kT)



170.000 T (40% de la collecte)



RECYCLAGE EN 2028



1.400.000 T (60% de la collecte)



ETUDE DU GISEMENT

COMPARAISON FRACTIONS FRANCE - EUROPE

Note : Aucune étude complète n'est disponible à l'échelle Européenne. Individuellement, peu de pays n'a réalisé d'étude de caractérisation.

Etudes réalisées :

	Analyses	Refashion	Fashion for Good
période		2021 - 2022	2021 - 2022
quantité dans l'étude		14,6 T	22 T
géographie		France	UK, Be, Ne, Ger, Sp, PI

Points communs entre les deux études :

- Les articles multicouches représentent env. 7 à 8% du gisement
- La présence de perturbateurs est constatée dans 70 à 80% du gisement

Limites des comparaisons :

- Choix des classifications couleur et matière arbitraires (100% coton avec tolérance élasthanne? Blanc avec nuances? ...)

ETUDE DU GISEMENT

COMPARAISON FRACTIONS FRANCE - EUROPE

- 📊 La France représente 13 % des volumes (mis sur le marché) en Europe
- ✅ Les taux de collecte sont similaires entre la France & la moyenne Européenne (approx. 35%)
- ✅ La part de textile destiné au recyclage est similaire (8% du tonnage mis sur le marché)



Périmètre pas toujours comparable!

- Post-consommateur
- Hors chaussure
- Hors textile professionnel

ETUDE DE GISEMENTS

Gisements de textiles post-consommation à destination du recyclage :

- 55.000 T en 2022
- Prévisions : croissance tonnage
 - +20% par an en moyenne en France.
 - +16% par an en moyenne en Europe

Caractérisation :

- Coton, polyester et mélange coton-polyester sont les principales matières.
- L'acrylique est la 4eme composition la plus représentée.

Limites de l'étude :

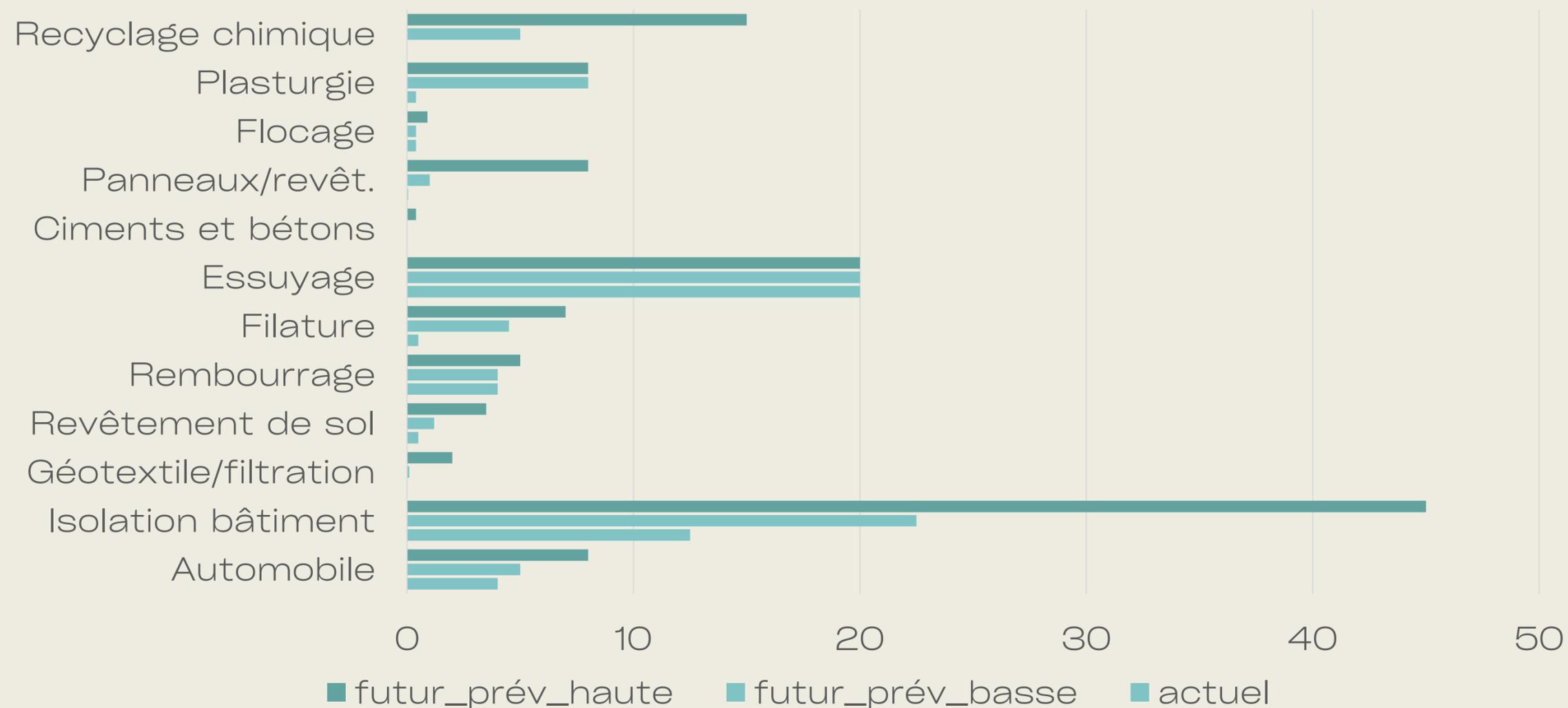
- Caractérisation des gisements: aucune étude complète en Europe. Dernière étude en France en 2022 sur 0,03% du gisement.

ETUDE DES EXUTOIRES

02

ETUDE DES EXUTOIRES

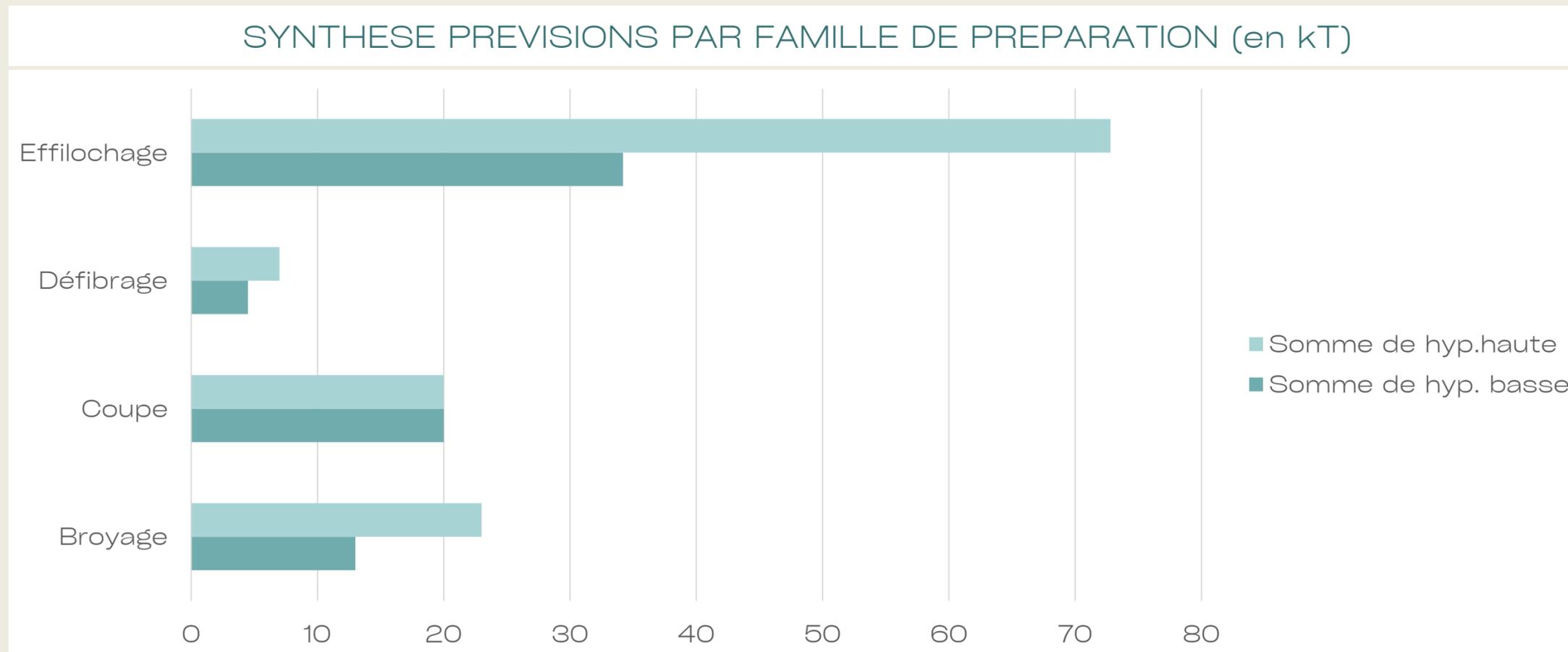
Exutoires actuels & prévisionnels (2030) sur le marché Français (en kT)



Prévisions calculées à la suite d'entretiens avec professionnels (français) des secteurs concernés. (ADEME)

ETUDE DES EXUTOIRES

Besoins prévisionnels de préparation (2030) sur le marché Français (en kT)



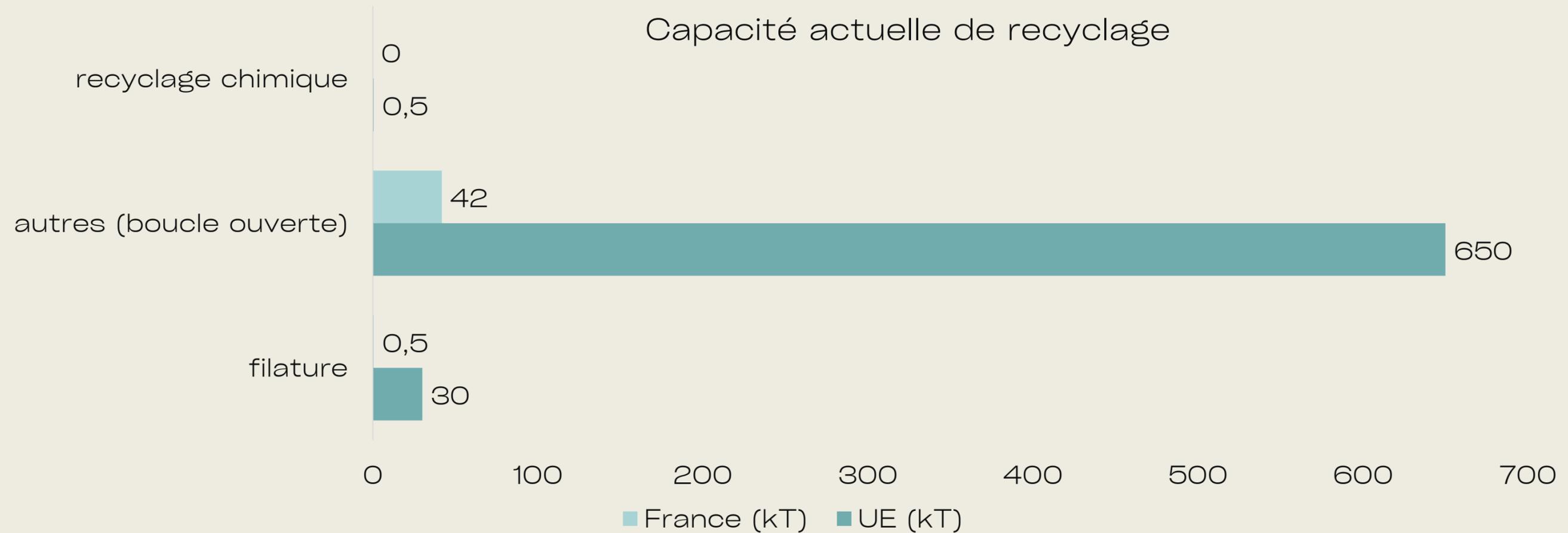
Classement des familles :

- Effilochage pour le recyclage mécanique boucle ouverte (réalisé par le régénérateur dans la majorité des cas)
- Défibrage pour le recyclage mécanique boucle fermée
- Coupe pour le marché chiffon d'essuyage
- Broyage pour plasturgie et recyclage chimique

ETUDE DES EXUTOIRES

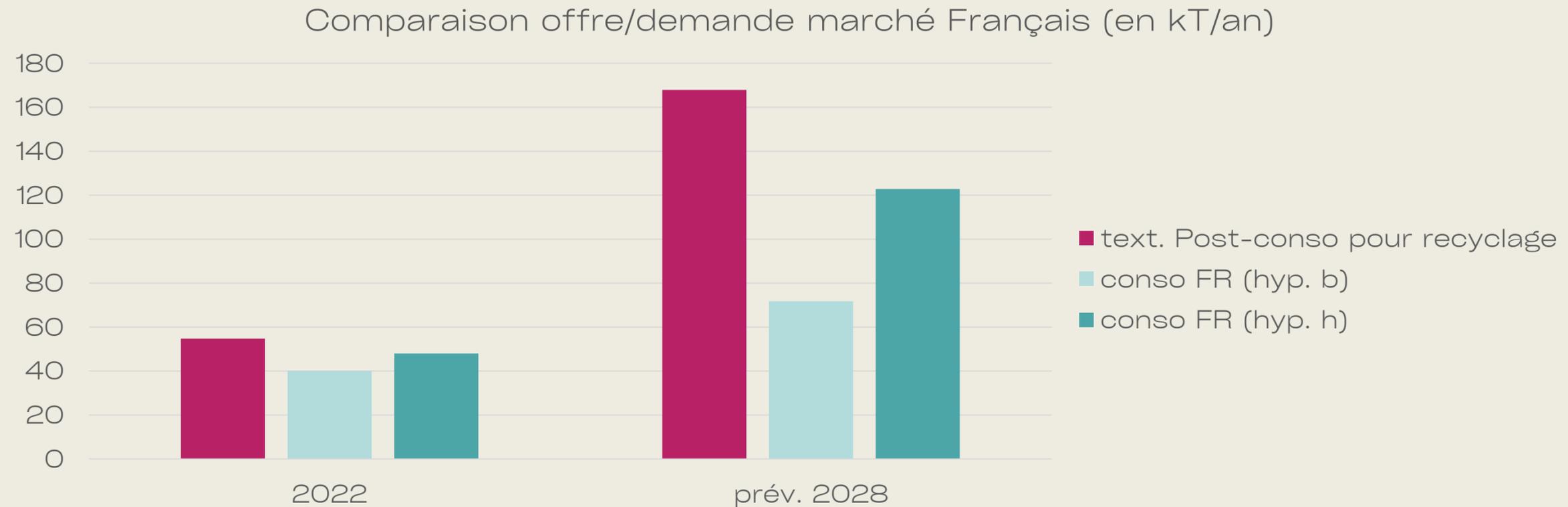
Exutoires actuels sur le marché Européen (en kT)

Remarque : Peu d'études permettent d'avoir une vision globale et suffisamment détaillée du marché Européen



ETUDE DES EXUTOIRES

Offre vs Demande sur le marché Français (en kT)



En 2022, écart de -10% à -40% entre la capacité de recyclage en France et le volume officiellement recyclé (le reste part à l'export)

→ En 2028, cet écart pourrait atteindre - 40% à -130%

ETUDE DES EXUTOIRES



La matière **COTON** va rester la plus demandée (volumes importants pour les filières isolation bâtiment / essuyage / recyclage chimique)



L'**ISOLATION BATIMENT** est la filière qui va devenir majoritaire



Le **RECYCLAGE CHIMIQUE** (principalement pour polyester et coton) est la filière qui promet la plus forte croissance



L'**AUTOMOBILE** et l'**ESSUYAGE** sont 2 filières considérées « **SATURÉES** » (les volumes n'augmenteront pas dans les années à venir)



Hormis l'isolation bâtiment, toutes les autres filières nécessitent un **TRI MATIÈRE IMPORTANT** (tri manuel souvent considéré insuffisant)



Le **DÉLISSAGE** est une étape incontournable pour presque tous les débouchés

ETUDE DES EXUTOIRES

Le domaine de l'isolation et des non-tissés va absorber la majorité des volumes. L'avantage est un cahier des charges matière « large ». Il n'y a pas besoin de **délissage** pour ces marchés car l'étape est intégrée au processus des régénérateurs.

Les exutoires seront un mix entre marché **local et export**, notamment par manque de capacité de recyclage en France.

Les filières du **recyclage chimique** pour le coton et le polyester étant jeunes, les opérations de tri et préparation associées ne sont pas encore bien définies.

Les volumes destinés au recyclage mécanique en boucle fermée (**filature**) ont prévu d'augmenter, en particulier grâce à la mise en œuvre de tri automatisé permettant de capter plus de gisement. Cette filière est la plus exigeante en cahier des charges matière.

MAPPING CHAÎNE DE VALEUR

03

MAPPING CHAÎNE DE VALEUR

 Boucles fermées

 Top 3 boucle ouverte



Figure 28 : Panorama simplifié des procédés

source : ADEME, Potentiel de recyclage des textiles non réutilisables, 2023

Un des principes majeurs d'une économie circulaire vertueuse consiste à faire circuler les produits et les matières à leur plus haute valeur (Fondation Ellen MacArthur).

Bien garder en mémoire que la réutilisation est donc le modèle le plus vertueux.

Pour le recyclage, prudence sur ce schéma car les boucles ne sont pas toutes comparables : fermées ou ouvertes !

MAPPING CHAINE DE VALEUR

En réalisant la plus petite boucle de recyclage, cela permet de retenir autant que possible la valeur intrinsèque du produit ou de la matière.

Plus le procédé de recyclage est complexe, plus la valeur du produit est perdue car celui-ci est largement transformé.

Il est donc préférable de privilégier (à objectif équivalent) le recyclage mécanique plutôt que le recyclage chimique.

MAPPING ACTEURS

04

MAPPING ACTEURS

Afin de faciliter l'étude, certains exutoires n'ont pas été retenus car ils représentent un pourcentage très faible et ne prévoient pas de fort développement dans les années à venir. (C'est le cas par exemple du recyclage thermomécanique des fibres synthétiques)

6 filières sont étudiées :

Non-tissé / isolant

Chiffon

Filature

Plasturgie

Recyclage
chimique cellulose

Recyclage
chimique Polyester

Compléments en annexes :

- A l'échelle Européenne, l'EEA (Agence Européenne de l'Environnement) a réalisé une [étude](#) des capacités de recyclage, et plusieurs sites répertorient les [acteurs](#)

- Aussi, il est à noter l'arrivée de nombreux projets de tri automatisé en [Europe](#) et en [France](#)

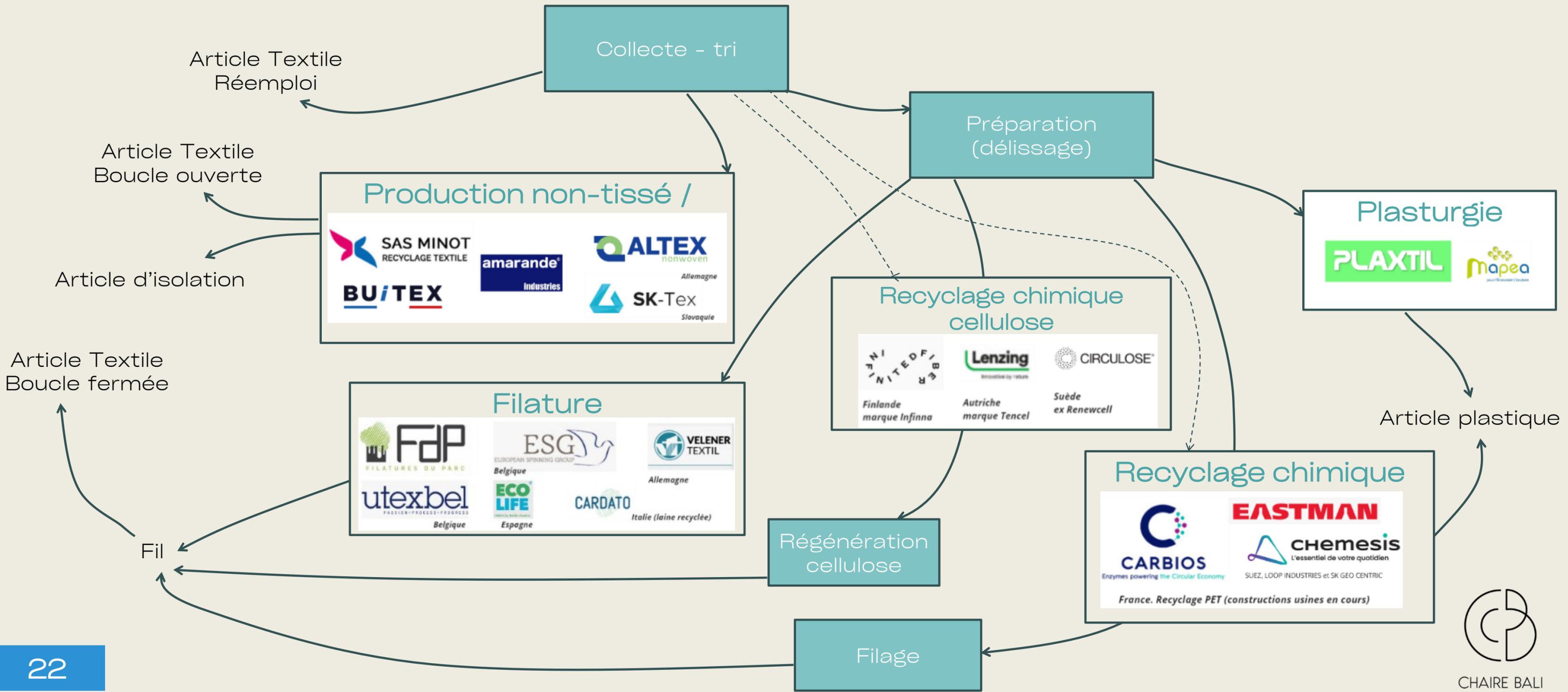
MAPPING ACTEURS

- Liste non exhaustive du recyclage
- Présente les acteurs industriels déjà implantés, sauf pour le recyclage chimique, dont certaines entreprises sont encore au stade de projet ou laboratoire.



MAPPING ACTEURS

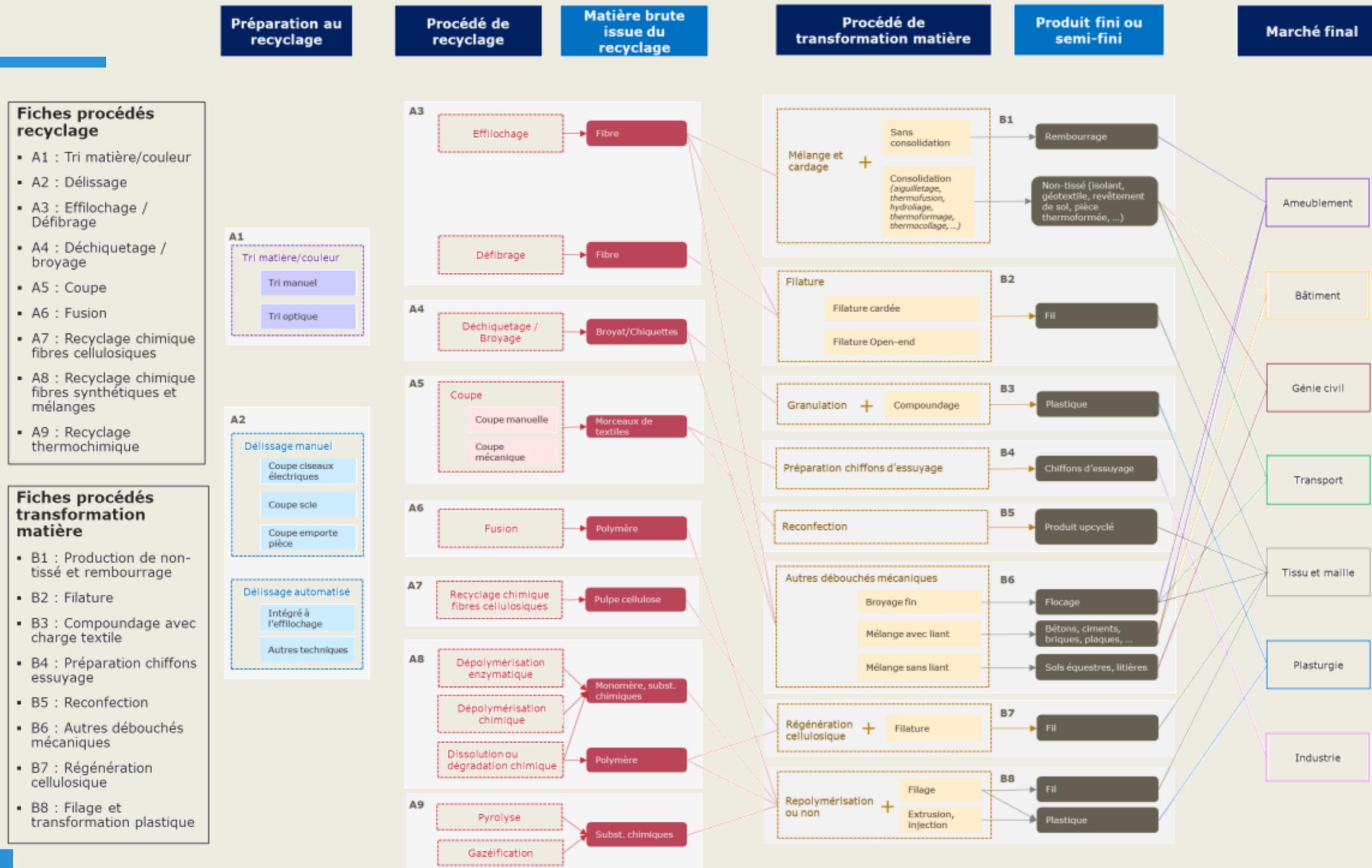
- Liste non exhaustive du recyclage
 - Présente les acteurs industriels déjà implantés, sauf pour le recyclage chimique, dont certaines entreprises sont encore au stade de projet ou laboratoire.



CONCLUSION

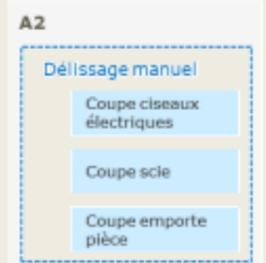
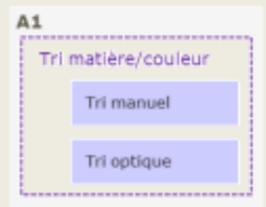
- D'ici 5 ans, les volumes de matière destinée au recyclage devraient nettement évoluer en France et en Europe.
- L'arrivée de recycleurs chimiques dans le paysage industriel fait envisager de nouveaux exutoires. Cependant les volumes associés restent très incertains et leurs cahiers des charges sont encore en cours de construction.
- La filière qui prévoit le plus gros développement correspond à la fabrication d'isolants pour le bâtiment. Son cahier des charges peu contraignant permet d'absorber les volumes de matière difficile à recycler (articles multicouches, mélanges complexes de fibres, qualité de fibre, etc.)
- Les effilocheurs qui produisent des non-tissés et isolants n'ont pas besoin de délissage en amont car leur procédé en est équipé.

MAPPING CHAINE DE VALEUR



- Fiches procédés recyclage**
- A1 : Tri matière/couleur
 - A2 : Délissage
 - A3 : Effilochage / Défilage
 - A4 : Déchiquetage / broyage
 - A5 : Coupe
 - A6 : Fusion
 - A7 : Recyclage chimique fibres cellulosiques
 - A8 : Recyclage chimique fibres synthétiques et mélanges
 - A9 : Recyclage thermochimique

- Fiches procédés transformation matière**
- B1 : Production de non-tissé et rembourrage
 - B2 : Filature
 - B3 : Compoundage avec charge textile
 - B4 : Préparation chiffons essuyage
 - B5 : Reconfection
 - B6 : Autres débouchés mécaniques
 - B7 : Régénération cellulosique
 - B8 : Filage et transformation plastique



MAPPING ACTEURS

LISTES PLUS COMPLETES

WRAP : Textiles Sorting and Recycling Database (UK + EU)

<https://airtable.com/appHr39OzGJywewOj/shr8Ngc3JEAGtGSDy/tbl7pBGFWDXP01FmS/viw5GB3B8Q1fqkDZQ>



Sorting for Circularity, Fashion For Good : Recycler's database (EU + World)

<https://airtable.com/appSHNfy7U4jB4kAt/shr4HXLP5MoJLQ8Bf/tbl3ILaQuQqA1Xxha/viwJYLY0DF5iL2KSu>

FASHION FOR GOOD

Recycle Refashion (EU)

<https://recycle.refashion.fr/>



Rapport JRC pour la Commission Européenne (2023)

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC134586>

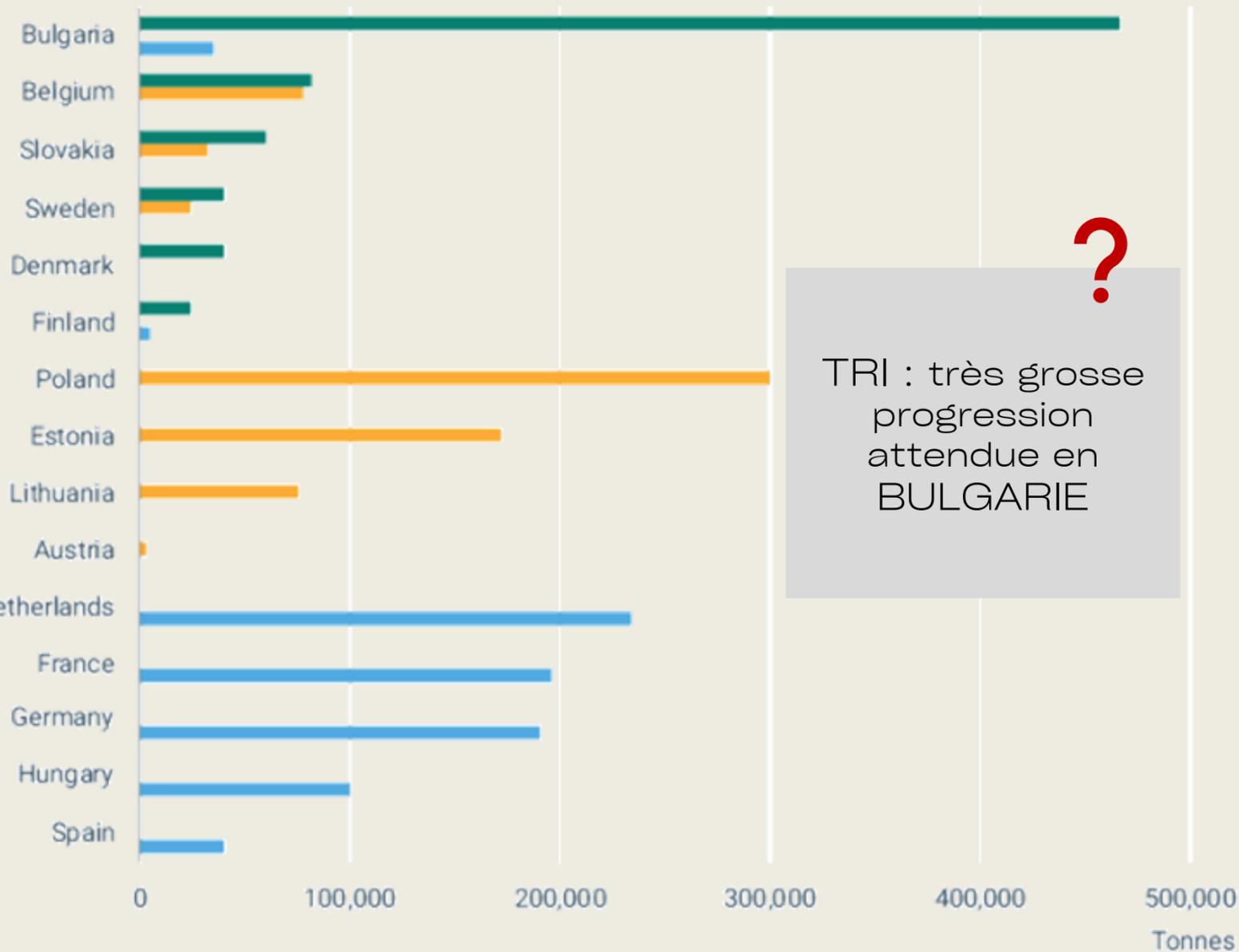


MAPPING ACTEURS

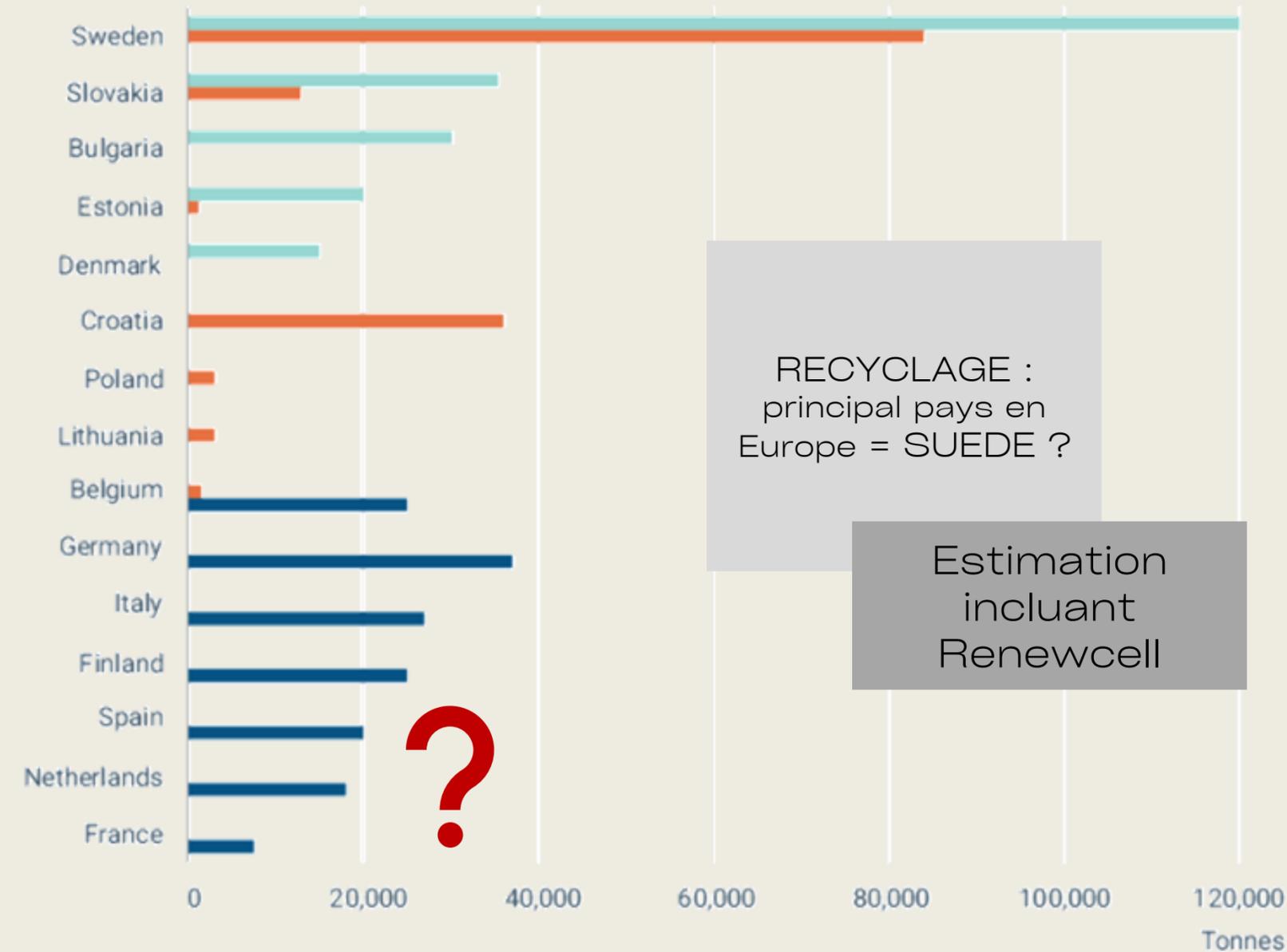
REPARTITION EN EUROPE

Existing and planned total sorting capacity

Existing and planned total recycling capacity



TRI : très grosse progression attendue en BULGARIE



RECYCLAGE : principal pays en Europe = SUEDE ?

Estimation incluant Renewcell

QUELQUES EXEMPLES TRI / SURTRI EN EUROPE



VIVE Textile Recycling, Kielce, Pologne
Ligne de tri équipée en contrôle vocal Fibersort.
Capacité 120.000 t/an (6% des textiles post-conso de l'Europe)



Rester & LSJH, Paimio, Finlande
Ligne de sur-tri, (+ déliassage et effilochage)
Capacité 6.000 à 12.000 t/an (10% des textiles en fin de vie du pays)
Entreprises Rester Oy (gestion des textiles professionnels en fin de vie) et Lounais Suomen Jätehuolto Oy (LSJH) (textiles post-consommation ménagers).



Sysav, Malmö, Suède
Ligne de tri (matière / couleur) équipée de machine TOMRA.
Capacité objectif 16.000 à 24.000 t/an
Projet SIPTex



Coleo Recycling, A Coruña, Espagne
Ligne de tri avec NIR (PICVISA).
Capacité 2.000 t/an
Wastex (Joint-Venture Coleo + Picvisa)



NewRetex, Danemark
Ligne de tri avec technologie NIR.
Objectif capacité 40.000 t/an (2025)



Nouvelles Fibres Textile, Amplepuis, France
Ligne de tri + déliassage automatisée : machines Andritz + Pellenc ST.
Objectif capacité 25.000 t/an (2025)



NorSort, Norvège
Ligne de tri (technologie ?).
Objectif capacité 60.000 t/an (2024)

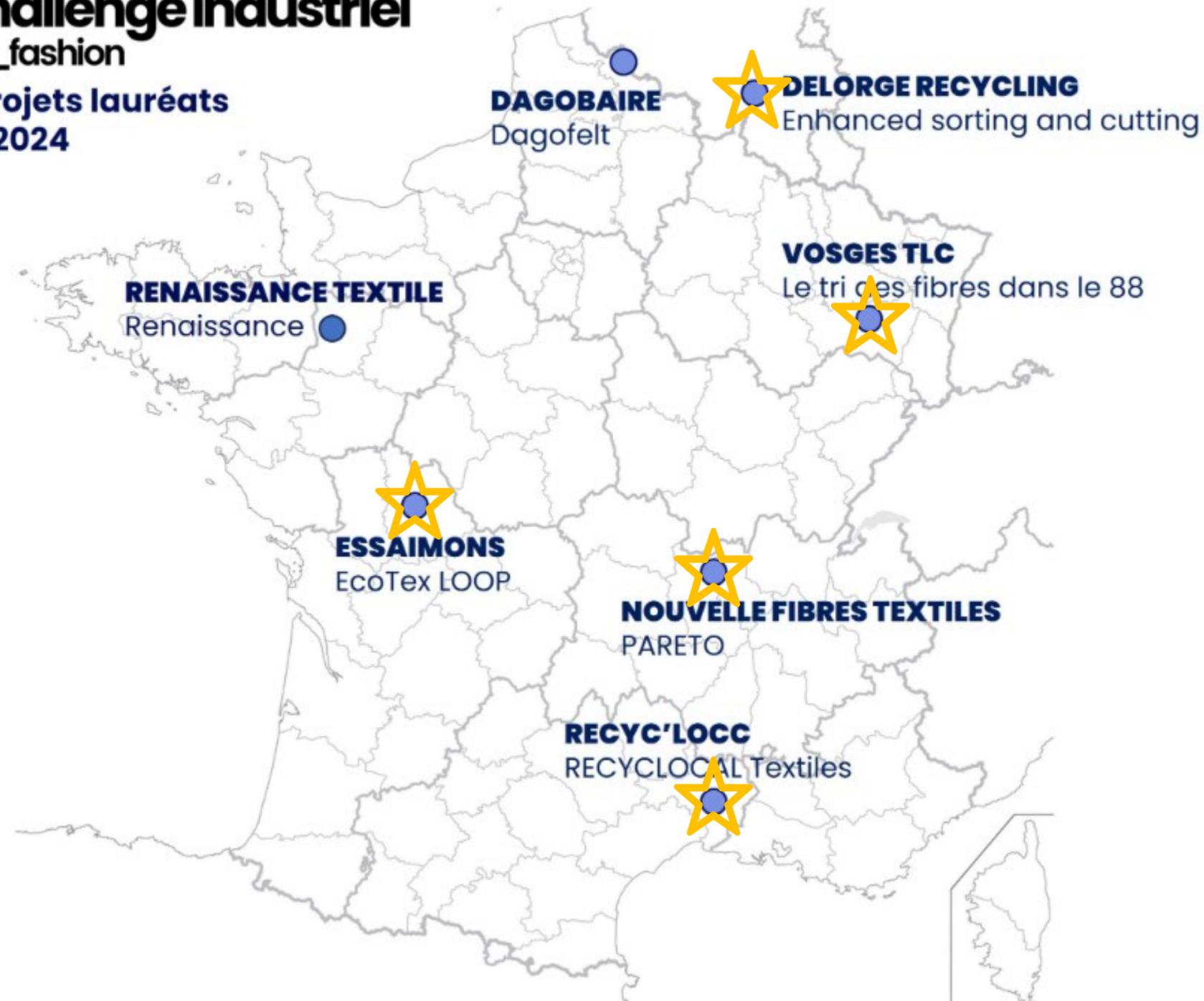


PROJETS SURTRI LAUREATS CHALLENGE INDUSTRIEL REFASHION

Challenge Industriel

Re_fashion

7 projets lauréats
en 2024



Parmi les 7 projets lauréats, 5 se positionnent sur le tri optique automatisé.

A noter également que l'ensemble de ces lauréats inscrivent leur projet sur au moins une des deux étapes essentielles de la préparation (surtri automatisé et délissage), considérées comme prioritaires par Refashion.



ÉTUDE DES CONTRAINTES ET VERROUS

Quels sont les verrous technologiques et capacitaires à relever ?

Groupe de travail Process de tri du futur

INTRODUCTION

Le livrable 2 du GT a permis de comprendre le panorama industriel du recyclage en France et en Europe.

L'objectif de ce livrable 3 est d'entrer dans les détails et comprendre les attendus et les contraintes de la filière afin de dessiner les premiers contours d'un diagramme de flux, utile pour discuter la mise en place d'un scénario.

Rappel du périmètre :



SOMMAIRE

LIVRABLE ETAPE 2

Entrevues

p. 7

Contraintes et verrous

p. 20

Synthèse technologies

p. 23

Flux

p. 26

SYNTHESE DES ENTREVUES

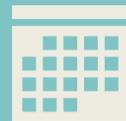
01

FICHES SYNTHÈSES D'ENTREVUES

Afin de collecter des données supplémentaires et comprendre les contraintes et les attendus des industriels et metteurs en marché, des entretiens ont été réalisés avec les membres du GT, et étendus à d'autres acteurs.

Les entretiens étaient de type 'non structuré', et avaient pour but de répondre à plusieurs objectifs :

- Placer l'acteur sur la chaîne de valeur;
- Comprendre son processus interne, ses flux, et son modèle économique;
- Quantifier les volumes et qualifier la matière;
- Lister les freins et verrous rencontrés.



réalisées en mai et
juin 2024.



menées par Julie
Delaunay.



déroulées par
visioconférence.

FICHES SYNTHÈSES D'ENTREVUES

LISTE DES ENTREPRISES



Weturn



GĒMO





Collecte

Tri

Préparation

Recyclage



Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Vêtements pro : triés par les clients.
Post consommateur : uniquement en phase test pour le moment.



Filatures.
Mais les clients directs de Renaissance sont des fabricants d'étoffes le plus souvent.



description du process

ligne industrielle de préparation matière : délissage + défibrage
1 ligne pour coloris blanc
projections : +2 lignes (1 couleur / 1 vêt. techniques)
En amont : "correction de tri" : vérification manuelle des articles



IN/OUT :
***Type de matière/produit**
***Cahier des charges**

Input : textiles pro réformés, triés (compo, couleur, propres et poches vidées)
Output : fibres pour filatures
CDC clients : couleur, nuance, longueur, résistance, taux d'impuretés, composition, hygiène.



Modèle économique

Entreprise privée
actionnariat 3 entreprises



Matière traitée & volumes

matières coton et polycoton
Objectif : 1 ligne = 3.000 T/an (en 3x8)



freins rencontrés & besoins identifiés?

Freins : exutoires & débouchés limités en Europe. Filière fragile. Peu d'engagements clients.
Hygiénisation
Homogénéité des gisements (composition, coloris, qualité)
Marché fluctuant
Législations (gestion de déchets)

Autre info

Entreprise certifiée GRS



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage

Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Entreprises partenaires (toujours des structures d'insertion)



Plaxtil (0,25 kt/an env)
Autres clients (commandes ponctuelles)

Projet à venir : Infinited Fiber

description du process

délissage, couponnage, broyage, démantèlement, sur tri manuel.

Projet à venir : tri par spectro NIR pour InfinitedFiber (pas de délissage)

IN/OUT :
*Type de matière/produit
*Cahier des charges

Tout type, dépend du client.

Projet à venir : Coton majoritaire (88% mini coton)

Modèle économique

Entreprise d'insertion

Filiale de Plaxtil depuis 2022

Matière traitée & volumes

Aujourd'hui 0.5 kt/an dont 50% pour PLAXTIL

Projet à venir : en 2028 objectif 10 à 12 kt/an

freins rencontrés & besoins identifiés?

- Equipementiers (pour tri optique) : beaucoup de chainage à faire, un seul équipementier n'a pas de solution clé en main.
- Besoin de définir des CDC matières mis en communs autant que possible pour plusieurs filières (ou complémentaires). Dans le même esprit que les CDC friperie qui sont similaires pour plusieurs les clients.
- Conventions (à l'année) à faire avec les fournisseurs et les clients pour assurer des volumes minimum, associés à un CDC (taux de rebuts, ...)

Autre info

Le marché très fluctuant des effilocheurs rend les CDC très variables pour les préparateurs
hormis pour le projet à venir, le schéma habituel est une commande d'un client qui travaille lui-même en direct avec des trieurs et des effilocheurs.



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage



Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Via clients : gisements post-indus ou pré-conso
Projet d'intégrer de la matière post-conso : appro via collecteurs-trieurs comme gebetex



Solutions différentes proposées au client en fonction du gisement (outil "Valo" développé par Weturn)



description du process

Prestataire logistique pour stockage matière délissage manuel (ESAT) surtri manuel



IN/OUT :
*Type de matière/produit
*Cahier des charges

Input : chutes de production ou invendus
Output : dépend de la solution choisie (si possible vers filature)



Modèle économique

Entreprise privée



Matière traitée & volumes

tout type de matière volumes n/c



freins rencontrés & besoins identifiés?

Traçabilité des textiles post consommateur
Massification avec niveau de qualité suffisant
Qualification du gisement (composition)

Autre info



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage

Fabrication

Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Dans toute l'Europe (pour la variété des matières : Coton en Méditerranée / Laine en Scandinavie)

plusieurs fournisseurs en direct



Secteur habillement
France, Belgique, Espagne, Italie, Portugal, Maroc, Asie, USA

description du process

la matière arrive triée et délissée.
L'entreprise a son propre procédé de défibrage (breveté)
Filature
Pas de teinture (matière triée par coloris)

IN/OUT :
***Type de matière/produit**
***Cahier des charges**

IN : maille post-conso (triée et délissée)
Laine/polyamide/coton/polyester
OUT : fils

Modèle économique

Entreprise privée

Matière traitée & volumes

Production annuelle : 500 t
dont 300 t de matière recyclée

freins rencontrés & besoins identifiés?

Besoin d'augmenter la collecte locale pour éviter d'aller sourcer des matières dans d'autres pays et améliorer empreinte environnementale
Trop d'erreurs de tri / composition fautive sur étiquette
Besoin d'automatiser le tri et le délissage

Autre info

Certification GRS demandée aux trieurs pour assurer traçabilité.



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage

Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

N/A

description du process

Pas de programme de recyclage en propre à Gémo
Opérations de collecte dans 30 magasins en France.
Transport en caisse mobiles, partenariat avec Gebetex pour le tri.

IN/OUT :
*Type de matière/produit
*Cahier des charges

N/A

Modèle économique

N/A

Matière traitée & volumes

N/A

freins rencontrés & besoins identifiés?

Géographique : Production au Bangladesh : trop éloigné de l'Europe pour envisager l'intégration de matière post-conso
Economique : Articles à bas coût, incompatible avec le prix de la matière recyclée.
Sociologique : Consommateur
Massification
ESS
Règlementation

Autre info



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage



Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

----- N/A -----



description du process

Plateformes dédiées au recyclage des textiles (mécanique et thermo-mécanique)
Recherche sur le recyclage fibre-à-fibre (boucle fermée)



IN/OUT :
***Type de matière/produit**
***Cahier des charges**

N/A



Modèle économique

N/A



Matière traitée & volumes

N/A



freins rencontrés & besoins identifiés?

- Qualité des fibres très variables en post-conso
- Hygiénisation
- Tri par type d'étoffe et masse surfacique (pas seulement matière et couleur)
- Taux d'élasthane
- Le recyclage mécanique boucle fermée ne permet pas d'atteindre la couleur attendue par les designer (sauf blanc / denim)
- débouchés très limités en Europe pour recyclage mécanique en boucle fermée

Autre info

le Ceti travaille sur l'amélioration des processus de recyclage avec des industriels et possède donc une bonne vision des contraintes et des attendus



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage



Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Le client apporte son propre gisement

délissage/démantèlement par Essaimons



les entreprises qui fournissent la matière récupèrent les articles fabriqués



description du process

Fabrication d'objets injectés en matière recyclée (<5% de matière vierge) à partir de déchets textiles.



IN/OUT :
*Type de matière/produit
*Cahier des charges

Input => output = solution globale de transformation des déchets d'un client
CDC : pas de pièce métallique!



Modèle économique

Entreprise privée
Partenariat avec CDA développement pour l'injection des pièces



Matière traitée & volumes

500 T régénérée par an. Inclus déchets plastiques type masques chirurgicaux.
Pour le moment, 1 série = 4000 pièces max



freins rencontrés & besoins identifiés?

Difficulté à passer à plus grande échelle (trouver client)
Problèmes d'aspect sur produits finis
Financements pour agrandissement usine
Trouver des partenaires locaux (Injection)
Freins = coûts de la préparation (délissage/démantèlement)

Autre info

Il faut revoir le modèle économique de la filière TLC pour rendre le recyclage économiquement rentable (jusqu'à présent, trop focalisé sur la seconde main)



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage

Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

N/A

description du process

Accords avec entreprises de recyclage

IN/OUT :
*Type de matière/produit
*Cahier des charges

Coton
Polyester

Modèle économique

Privé

Matière traitée & volumes

Besoin grands volumes pour fabriquer des pièces en grande série

freins rencontrés & besoins identifiés?

Enjeu : sourcing textile (volatilité des marchés et ressources limités)
Qualité du gisement
Besoin de volumes suffisants => changement d'échelle
Prix compétitifs, Besoin soutien au recyclage par Refashion
Besoin de pouvoir exporter facilement les matières recyclées sur les sites de production hors Europe (sortie statut de déchet)
Vision Decathlon : veut acheter de la matière "prête à recycler" (triée, délassée, conforme au CDC des recycleurs)

Autre info

Questions supplémentaires pour GT : Quels sont les modèles économiques de la collecte et du tri dans les autres pays (qui n'ont pas de REP) ? / Comment changer les cahiers des charges de la seconde main pour réduire les exports "inutilisables" ? / réfléchir à l'application du DPP et ses conséquences dans le tri et le recyclage.

Collecte

Tri

Préparation

Recyclage

Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Carbios recherche des partenaires pour approvisionner du textile trié et idéalement préparé.



description du process

opération d'extrusion pour condenser, densifier la matière puis expanser (besoin d'augmenter la surface spécifique pour accès des enzymes à la chaîne polymère) puis dépolymérisation dans réacteur (avec PET emballage ou textile, mélange possible, sauf si contrainte traçabilité)

IN/OUT :
***Type de matière/produit**
***Cahier des charges**

IN : (autre PET emballage) : textile de composition majoritaire PET (idéalement 95%, mini 70-80%, spécification en cours d'élaboration). Sans point durs, format chiquettes
OUT : monomères MEG et PTA (Indorama) + "déchets" (colorants, autres matières, etc.)

Modèle économique

1 usine à Longlaville (région Grand Est)
Vente de licences pour implantation d'autres usines.

Matière traitée & volumes

Pilote Clermont : 2 T/an
Usine Longlaville : 50 kt/an. Objectif 50% textile

freins rencontrés & besoins identifiés?

- besoin matière caractérisée (taux mini de PET avec certificat). Critère de densité pour compatibilité avec extrudeuse.
- absence de points durs / éléments mécaniques (incompatibles avec extrusion)
- inhibiteurs aux enzymes à éviter (exemple : imperméabilisant sur vestes, huiles d'ensimage, ...)
- traçabilité des gisements?
- question annexe : NDA du groupe de travail ????

Autre info

Début de production avec approvisionnement textile objectif fin 2026.
Consortium textile Carbios avec Patagonia, Puma, Salomon, PVH
Partenariat avec Tomra pour travailler sur la chaîne de valeur du recyclage et la caractérisation de la matière.



Collecte

Tri

Préparation

Recyclage



Qui sont les acteurs de la filière en amont et aval?

Collecte de linge professionnel réformé



description du process

surtri
préparation et vente de chiffons
vente matière pour isolants



IN/OUT :
***Type de matière/produit**
***Cahier des charges**

IN : linge pro Coton majoritaire
OUT : chiffons ou étoffes triées & préparées pour marché isolant



Modèle économique

Entreprise privée.
PME
Entreprise adaptée (Trimatex)



Matière traitée & volumes

textile professionnel réformé
5000 T / an
majoritairement coton



freins rencontrés & besoins identifiés?

Manque de gisement qualitatif pour le recyclage, les trieurs envoient en priorité des balles à l'export pour la friperie.
Modèle économique de la REP textile incompatible avec le recyclage : seule l'activité de tri est subventionnée.

Autre info

sujet de recherche en cours : régénération matière en fil grossier pour alimenter l'usine Cobic (de production de lavettes industrielles (tissage).

ANALYSE DES CONTRAINTES & VERROUS

02

BILAN CONTRAINTES & VERROUS

PRINCIPALES CONTRAINTES ENONCEES DANS LES ENTREVUES

Besoin massification

Qualité fibres

Absence de standardisation

Composition

Traçabilité

Rentabilité économique

Législatif

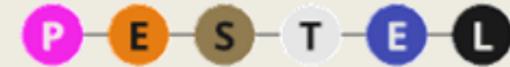
Coûts

Manque de débouchés

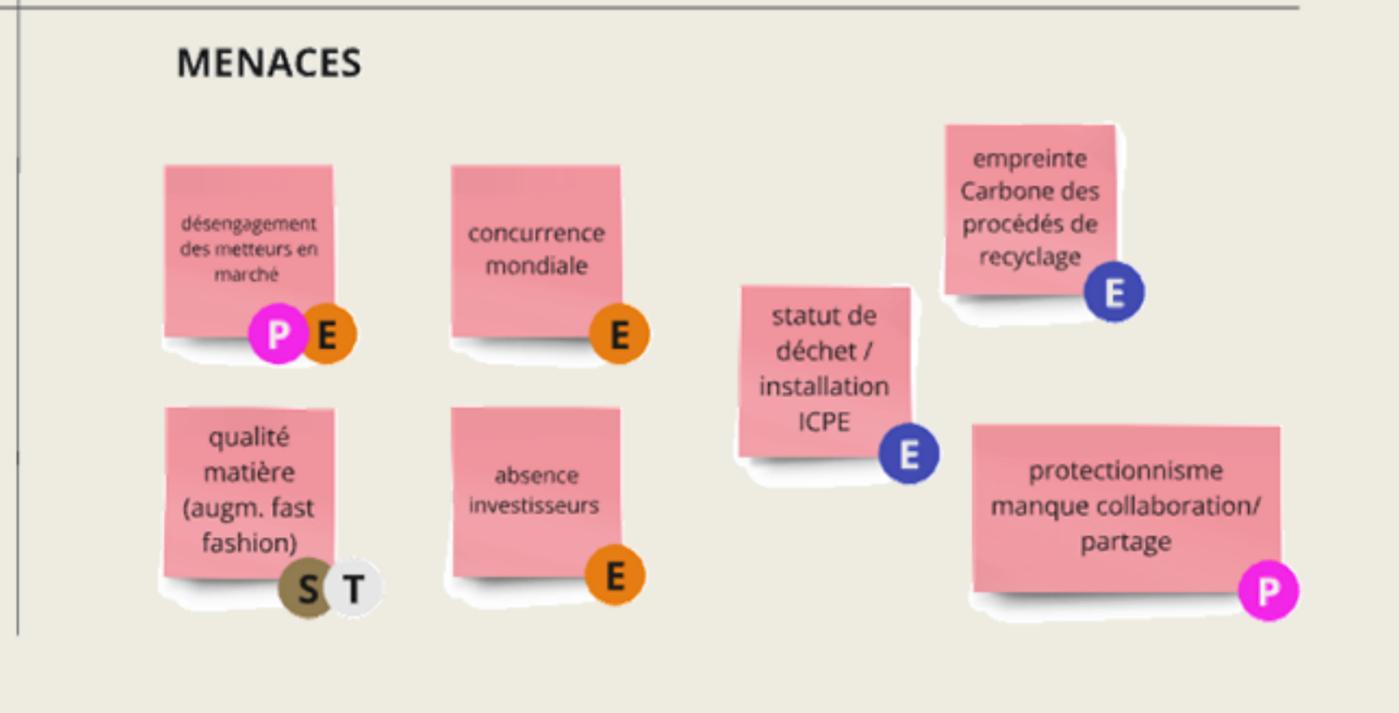
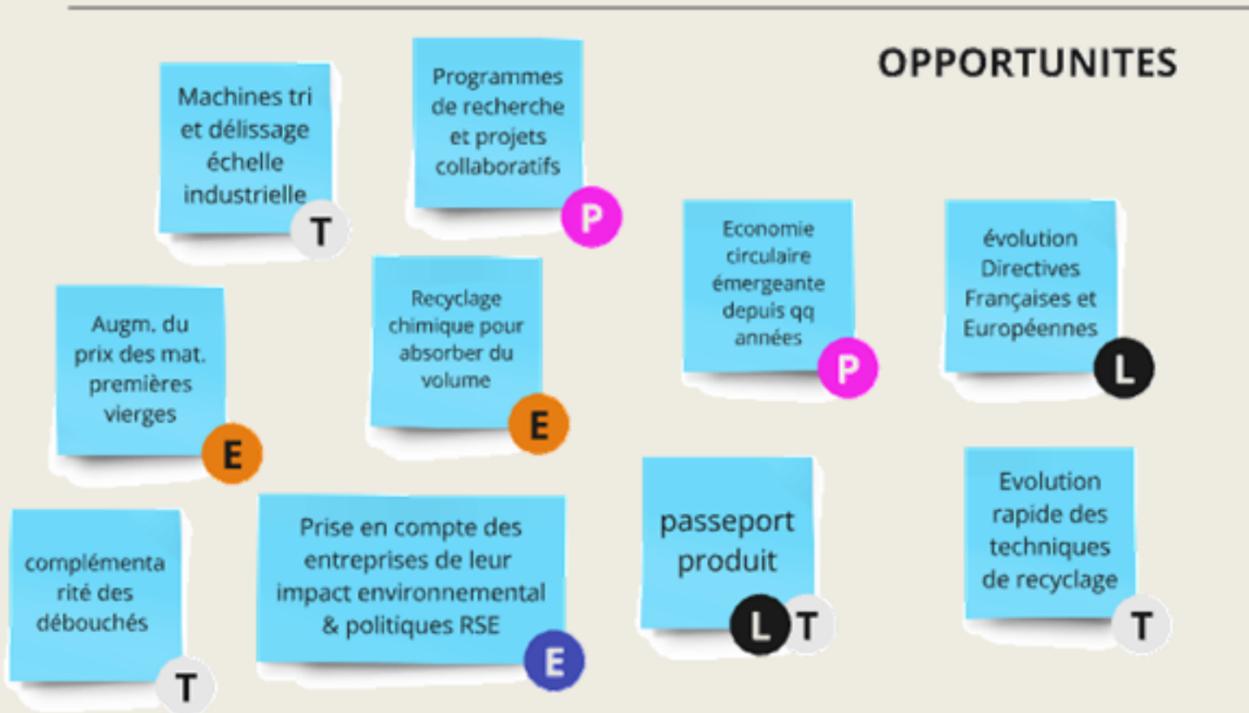
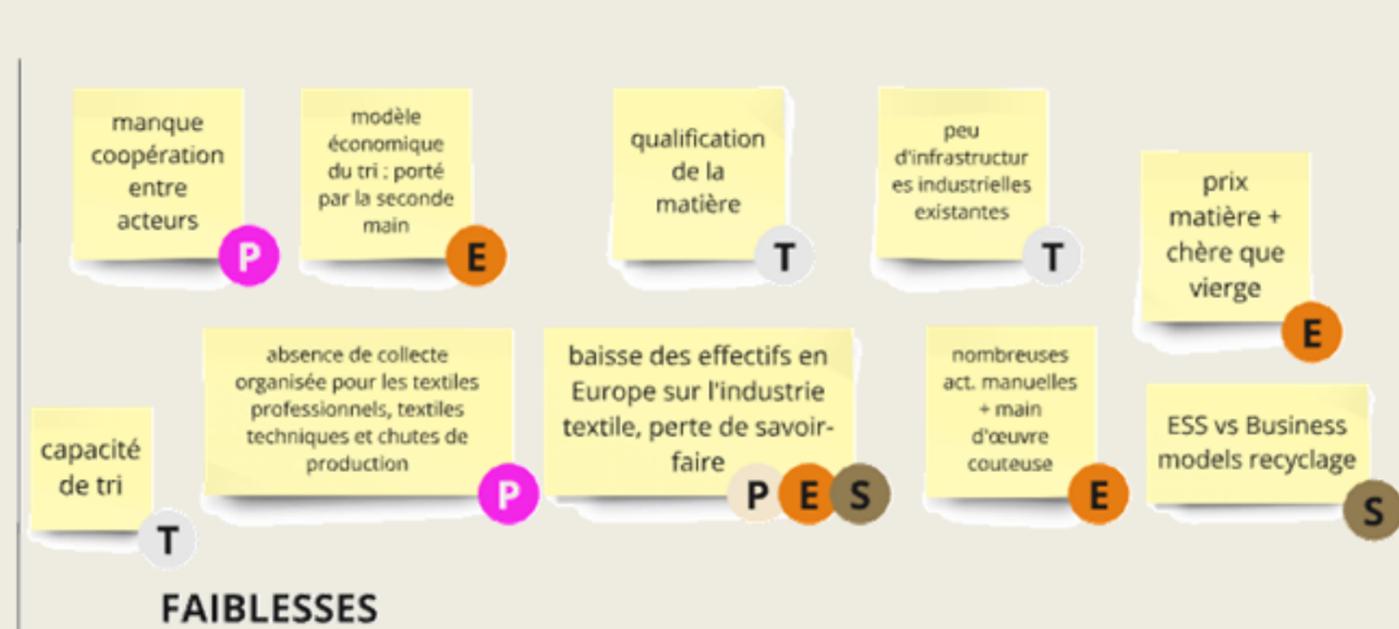
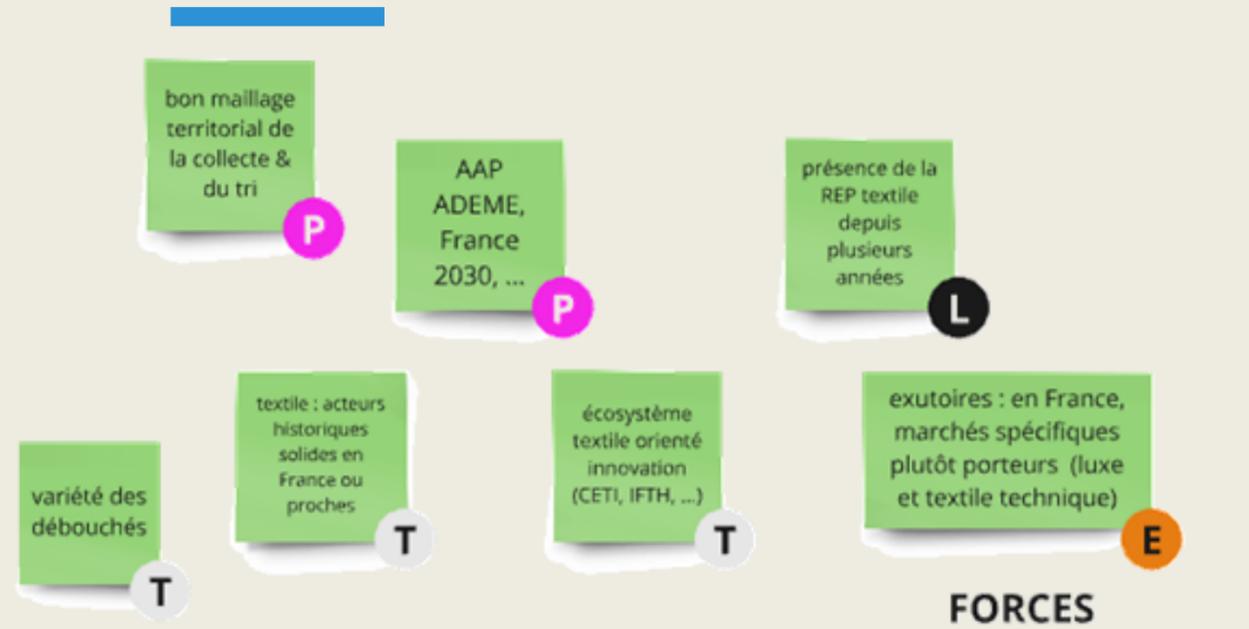
ANALYSE SWOT

SWOT Filière Recyclage Textile en France

Facteurs :

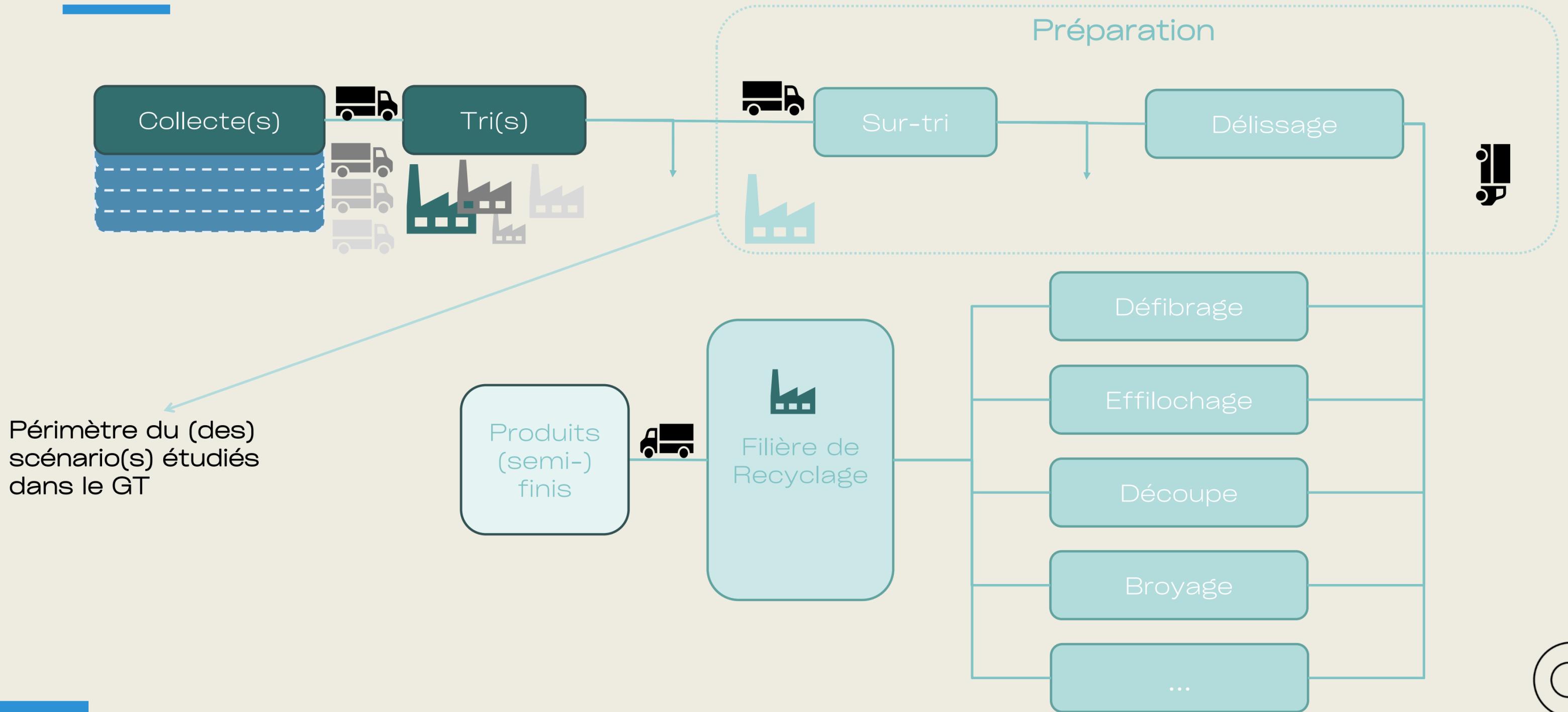


Politiques publiques
Economique
Social / sociétal
Technique/ technologiq.
Environnemental
Législatif / règlem.



Sources :
- Entrevues d'acteurs
- JRC, Circular Economy Perspectives in the EU Textile sector, 2021
- France 2030, Perfect'R - Besoin en emplois et compétences liés au recyclage textile, 2023 Entrevues d'acteurs

RAPPEL POSITIONNEMENT / CHAINE DE VALEUR



SYNTHESE TECHNOLOGIES

03

TECHNOLOGIES

Le cahier des charges du process « tri du futur » est le suivant :

- Technologies dont le TRL > 8
- Automatisation / réduction main d'œuvre
- Correspondant aux cahiers des charges des recycleurs, en gardant de la souplesse pour adapter aux nouvelles demandes / évolutions du marché

A partir de ces données, le choix des équipements serait le suivant :

- Tri automatisé avec détection par spectrométrie NIR/VIS + éjection par air (équipements : Valvan Fibersort, Pellenc ST Mistral +, Tomra Autosort, ...)
- Délissage automatisé, avec le choix entre 2 techniques :
 - Tri intelligent sur chiquettes (élimination des chiquettes contenant des perturbateurs au recyclage : points durs, coutures, fond de poches, étiquettes, ...)
 - Effilochage / grattage pour arracher les points durs

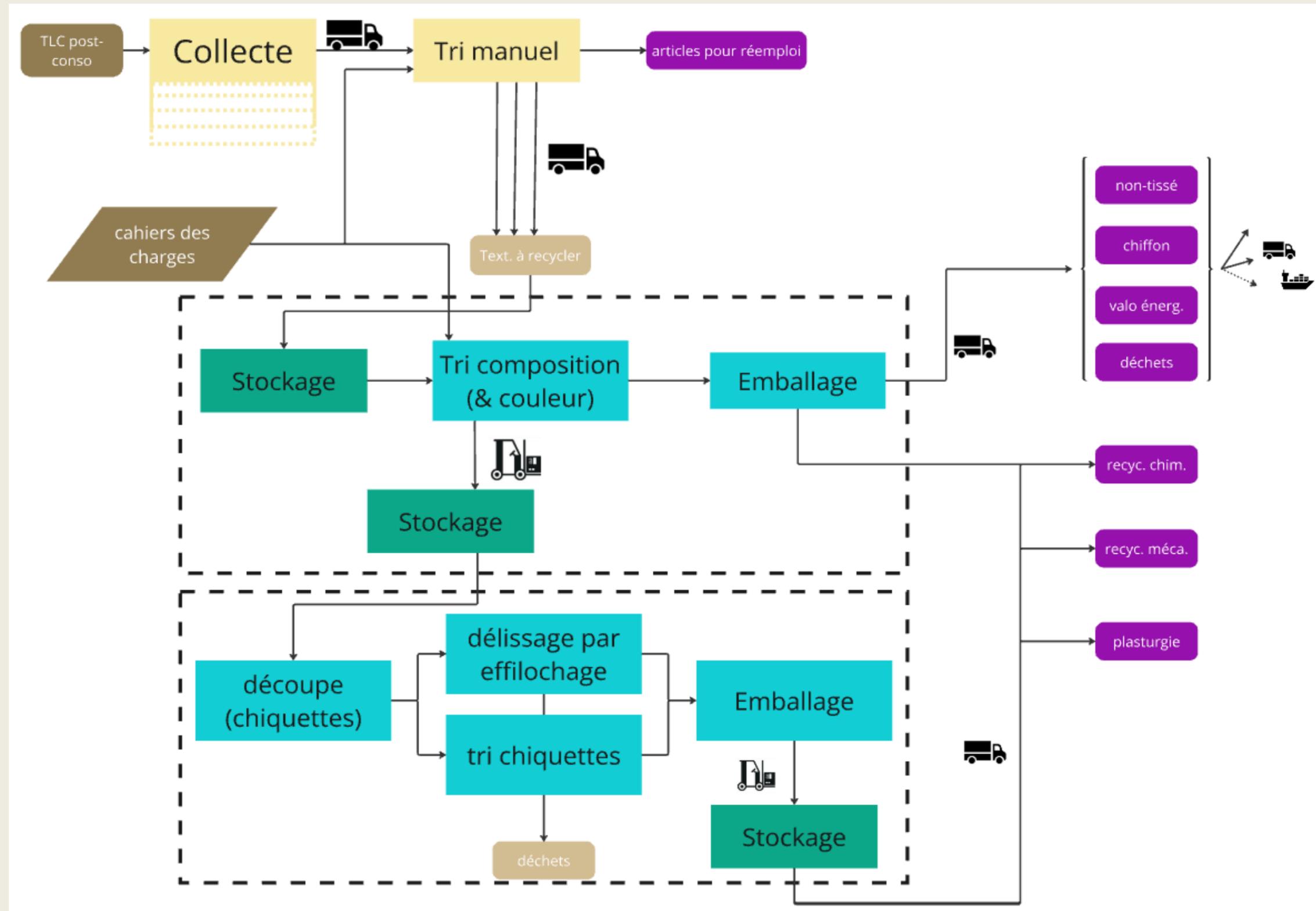
Les technologies et machines correspondantes sont décrites dans l'étude Refashion (veille technologique) publiée en 2023.

CHOIX DES FLUX

04

FLUX

Schéma général :



FLUX

Le schéma sera à compléter et affiner après avoir décidé d'un scénario pour l'étudier plus en détail.

Principaux critères :

- **Tri manuel** en amont pour séparer certains types d'étoffes et/ou d'articles
- **Tri automatisé avant délissage** (+ second tri sur chiquette possible)
- **Massification de la préparation** : 1 unité de préparation pour plusieurs centres de tri
- **Flexibilité** (cahiers des charges des recycleurs fluctuants)
- **Création de valeur** (exemple : peu de VA sur marché du non-tissé donc pas de passage par étape de préparation)

CONCLUSION

05

CONCLUSION

Avec les trois premiers livrables, le GT est désormais en possession de la majorité des données d'entrées nécessaires à la compréhension de la filière. Ce troisième livrable a permis de mettre l'accent sur les attendus et les verrous.

Ce livrable a permis également de définir le périmètre de l'étude : tri automatisé et délissage. Cela ne s'adresse pas à tous les acteurs du recyclage, car on constate que les effilocheurs qui fabriquent des non-tissés et isolants n'ont pas d'intérêt à acheter de la matière mieux triée, mieux qualifiée ou mieux préparée par rapport à ce qu'ils reçoivent aujourd'hui.

Le livrable 4 sera une mise à jour du diagramme de flux, appliqué à un ou deux scénarios, qui seront choisis avec des acteurs prêts à challenger les hypothèses pour poursuivre l'étude.

A noter la nécessité de travailler sur les cahiers des charges avec les recycleurs et les structures de tri. L'objectif pourrait être d'harmoniser certaines « catégories » en sortie de tri manuel et tri optique afin d'apporter plus de stabilité et donc favoriser la massification et la « mise à l'échelle » réclamée par plusieurs acteurs.

Enfin, la dimension économique, qui reste le frein numéro 1 dans la filière aujourd'hui, devra être réabordée. Le Groupe de Travail devra définir le mode d'étude ou de recherche à mettre en œuvre.



CHAIRE BALI

Disruptive materials & processes

Retrouvez l'ensemble des travaux de la Chaire BALI en cliquant sur [ce lien](#)



Valentina JACQUIER-NARDI

Responsable de la Chaire
BALI

v.nardi@estia.fr



Roxane COUFFITTE

Ingénieure d'études

roxane.couffitte@estia.fr