



PEPR Programmes et Equipements Prioritaires de Recherche *Stratégies d'Accélération France 2030*

Journée Recyclage CNC – 5 Décembre 2022 / Paris





---- STRATEGIES D'ACCELERATION -----

Stratégies nationales lancées par le Gouvernement (PEPR /stratégie)



Hydrogène décarboné



Recyclages et réincorporation de matériaux recyclés



Produits biosourcés - Carburants durables



Biothérapie et bioproduction des thérapies innovantes



5G et futures technologies de réseaux de télécommunications



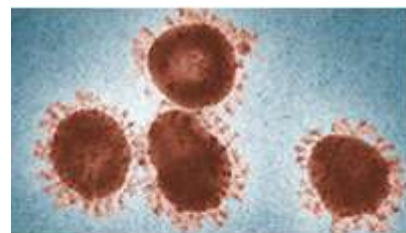
Cybersécurité



Technologies quantiques



Intelligence artificielle



Maladies infectieuses émergentes - menaces nucléaires radiologiques biologiques et chimiques →



Digitalisation et décarbonation des mobilités



Technologies quantiques



Cloud



Santé numérique



---- STRATEGIES D'ACCELERATION -----

Stratégies nationales lancées par le Gouvernement (PEPR /stratégie)



Alimentation durable et favorable à la santé



Systèmes agricoles durables et équipements agricoles contribuant à la transition écologique



Industries culturelles et créatives françaises



Décarbonation de l'industrie



Enseignement et numérique



Ville durable et bâtiments innovants

En cours



Verdissement du numérique



Technologies avancées pour les systèmes énergétiques



STRATEGIES D'ACCELERATION

Stratégies nationales lancées par le Gouvernement (PEPR /stratégie)

PEPR adossés aux [stratégies nationales d'accélération](#): accompagner une transformation déjà engagée avec des produits, services, usages et acteurs bien identifiés, pour un montant prévu de 2 Md€

PEPR des Stratégies Nationales

- > Technologies quantiques
- > Hydrogène décarboné - Appel en cours
- > Enseignement et numérique
- > Cybersécurité
- > Solutions pour la ville durable et innovations territoriales
- > Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux recyclés
- > Maladies Infectieuses Emergentes – Menaces NRBC » sur l'initiative PREZODE
- > Maladies infectieuses (ré)émergentes et Menaces NRBC
- > Santé numérique
- > Biothérapies et bioproduction de thérapies innovantes

Stratégie d'accélération	Pilotes scientifiques	Montants
Technologies quantiques	CEA CNRS INRIA	<u>150 M€</u>
Hydrogène décarboné	CEA CNRS	<u>80 M€</u>
Enseignement et numérique	AMU CNRS INRIA	<u>77 M€</u>
Cybersécurité	CEA CNRS INRIA	<u>65 M€</u>
Solutions pour la ville durable et innovations territoriales	CNRS Université Gustave Eiffel	<u>40 M€</u>
Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux recyclés	CNRS	<u>40 M€</u>
Maladies Infectieuses Emergentes – Menaces NRBC » sur l'initiative PREZODE	CIRAD INRAE IRD	<u>30 M€</u>
Maladies infectieuses (ré)émergentes et Menaces NRBC	INSERM	<u>80 M€</u>
Santé numérique	INSERM INRIA	<u>60 M€</u>
Biothérapies et bioproduction de thérapies innovantes	INSERM CEA	<u>80 M€</u>



---- PEPR STRATEGIES D'ACCELERATION & EXPLORATOIRES AU CNRS --

30 PEPR pilotés ou copilotés par le CNRS (2/09/2022)

Stratégie Nationale
Exploratoire

CNRS seul porteur

ICC Industries culturelles

MolecularXiv Stockage des données ADN

Origins

Recyclage, recyclabilité

Ensemble

Faircarbon Neutralité carbone

Hydrogène

IA

IRIMA Risques

LUMA Lumière-matière

Numpex

O2R Organic robotics

Onewater

Propsy Santé mentale

Quantique

Solubiod Biodiversité

Sous-sol

Spin

TASE Systèmes énergétiques

Traces Modélisation du climat

Ville durable

INRIA / UGA / UPSaclay

INRAE

CEA

CEA / INRIA

BRGM / INERIS

CEA

CNRS / INRIA

CEA / INRIA

BRGM / INRAE

CEA / INSERM

CEA / INRIA

INRAE

BRGM

CEA

CEA

METEO France

UGE

Co-pilotés par le CNRS

5G

Atlasea Génômes marins

Batteries

Bridges

Cybersécurité

Décarbonation de l'Industrie

Diademe IA & matériaux

Electronique

Enseignement numérique

CEA / IMT

CEA

CEA

IFREMER / IRD

INRIA

IFPEN

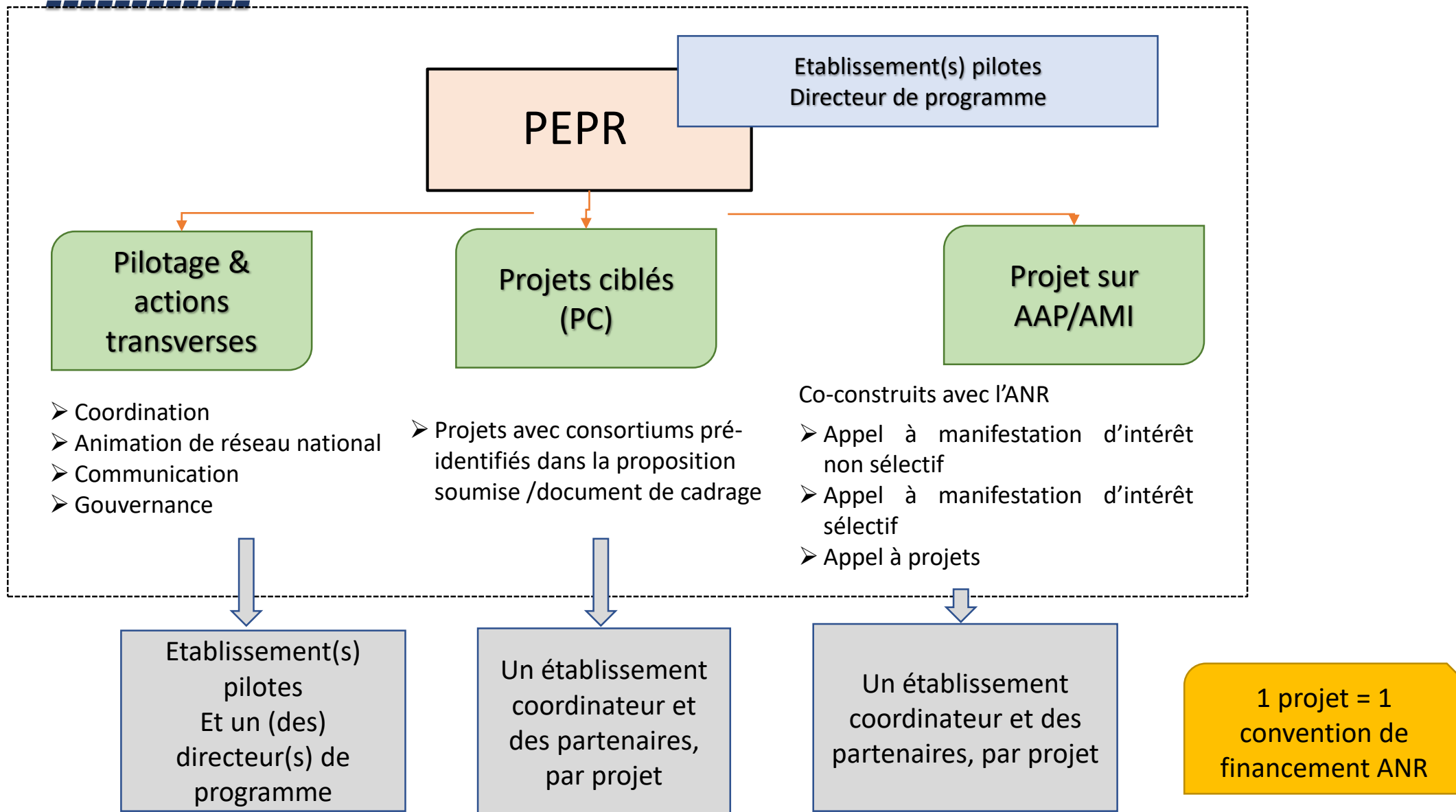
CEA

CEA

AMU / INRIA



STRUCTURE DES PEPRs





**PREMIER
MINISTRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

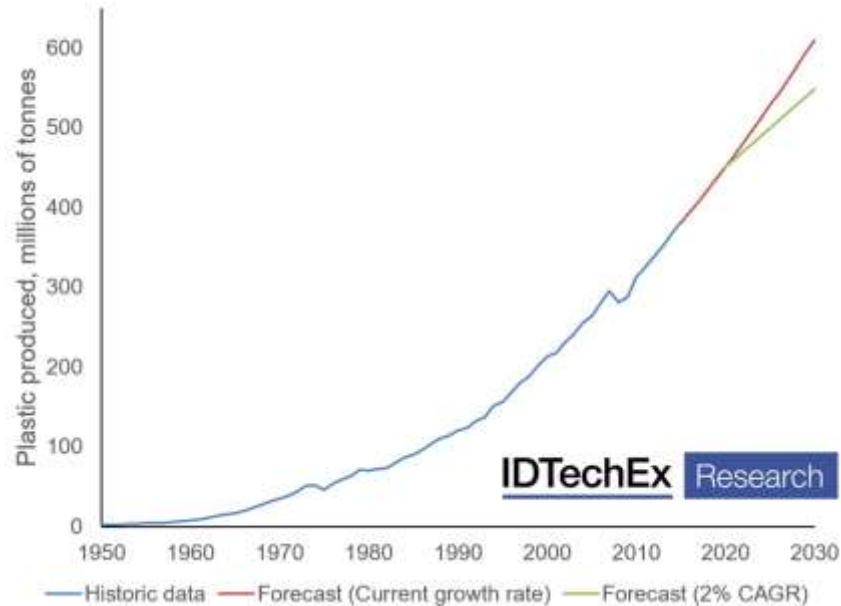


PEPR Stratégie d'Accélération Nationale « Recyclabilité, Recyclage & Réincorporation des Matériaux »

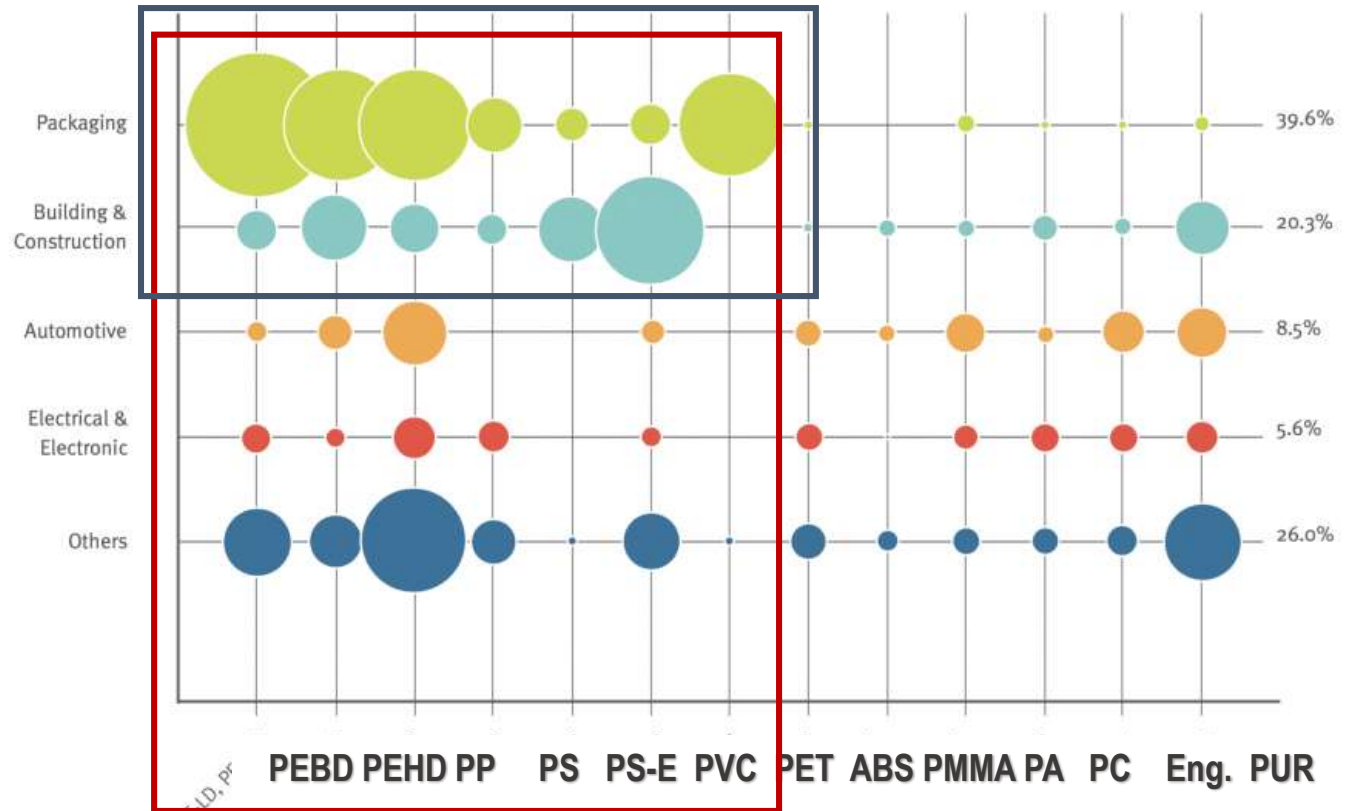
Pilote scientifique : CNRS – porteur CNRS: Jean-François GERARD



INTRODUCTION – Polymères & Recyclage



Le packaging, la construction et l'automobile les trois principaux marchés des polymères



European plastics demand* by segment and polymer type 2013
 Source: PlasticsEurope (PEMRG) / Consultic / ECEBD
 * EU-27+NO/CH

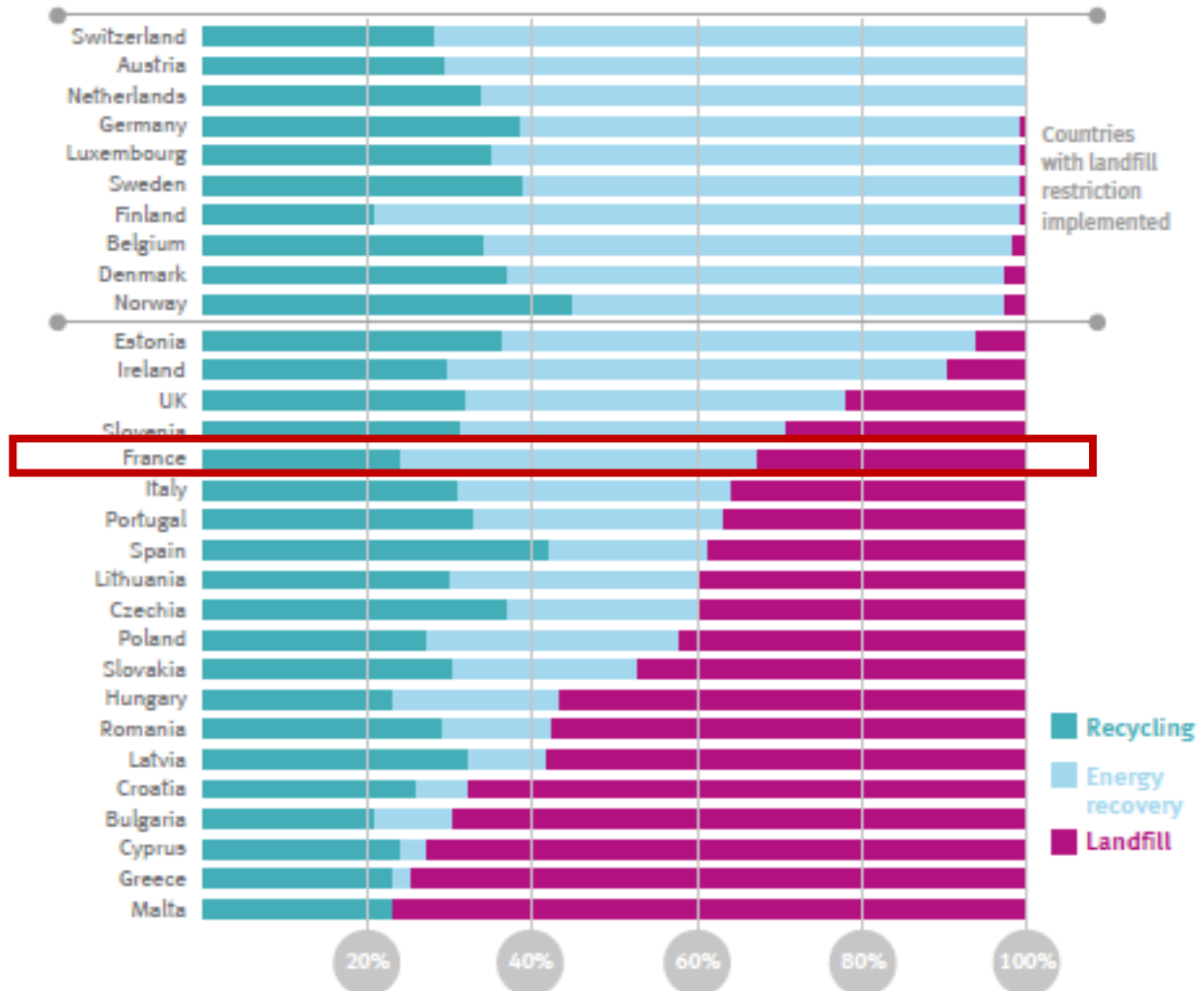
INTRODUCTION – Polymères & Recyclage



Quelle situation actuelle pour le recyclage des polymères ?

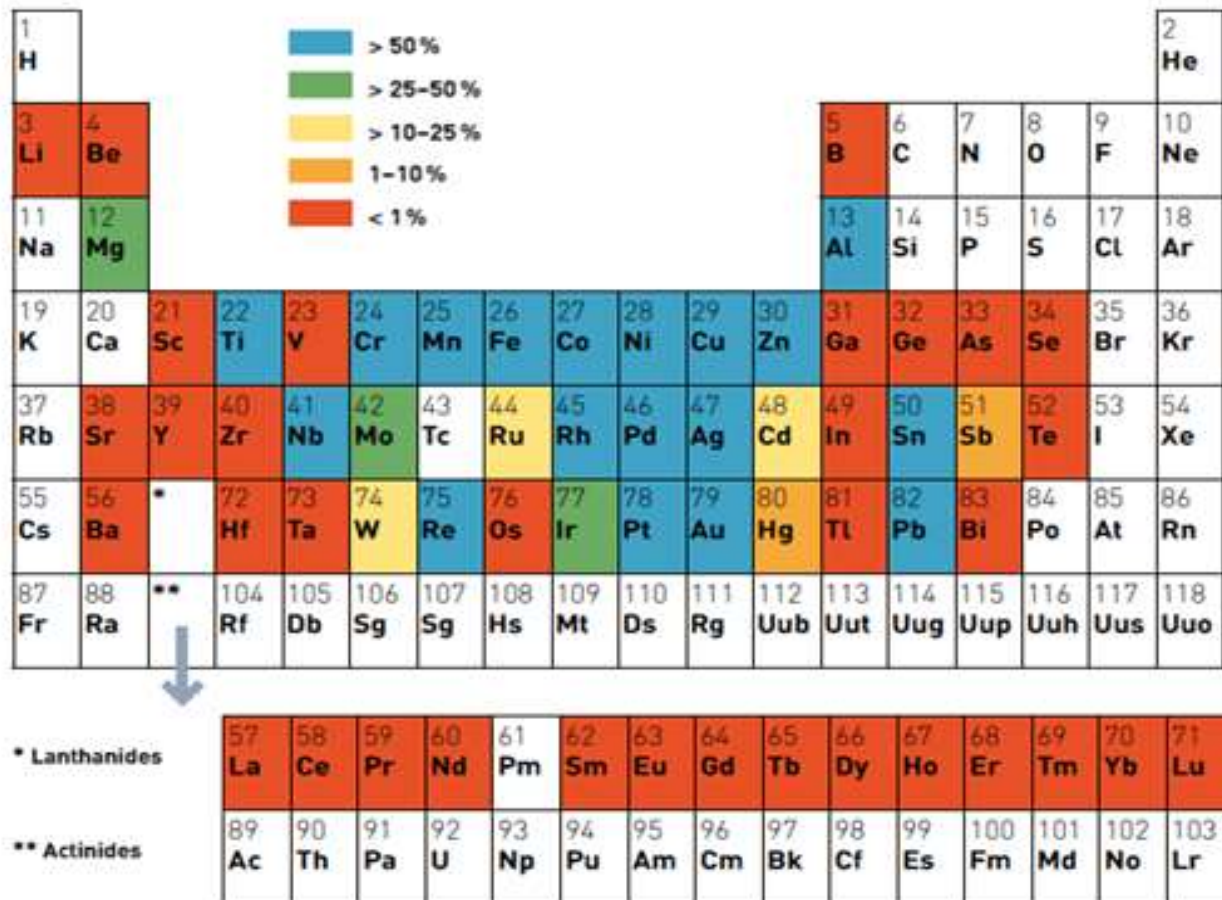


Part méthodes de recyclage /pays EU (2018)



INTRODUCTION – Métaux stratégiques & terres: les mines urbaines ...

Taux de recyclage



Présence dans gisements:

- DEEE Déchets Electronique & Electroménager IoT, plastronique, etc
- NTE Nouvelles technologies de l'énergie (PV, H2, éolien)
- Batteries

40 PAYS
EN EUROPE

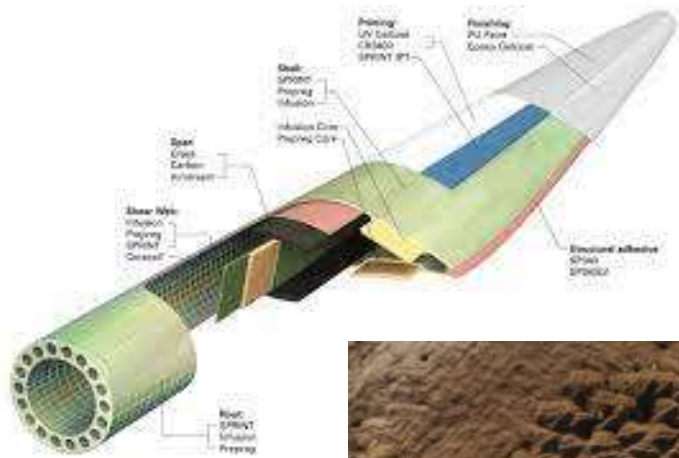
0.7 MILLIARD
D'HABITANTS

16.6 KG DE DÉCHETS-E
PAR HABITANT

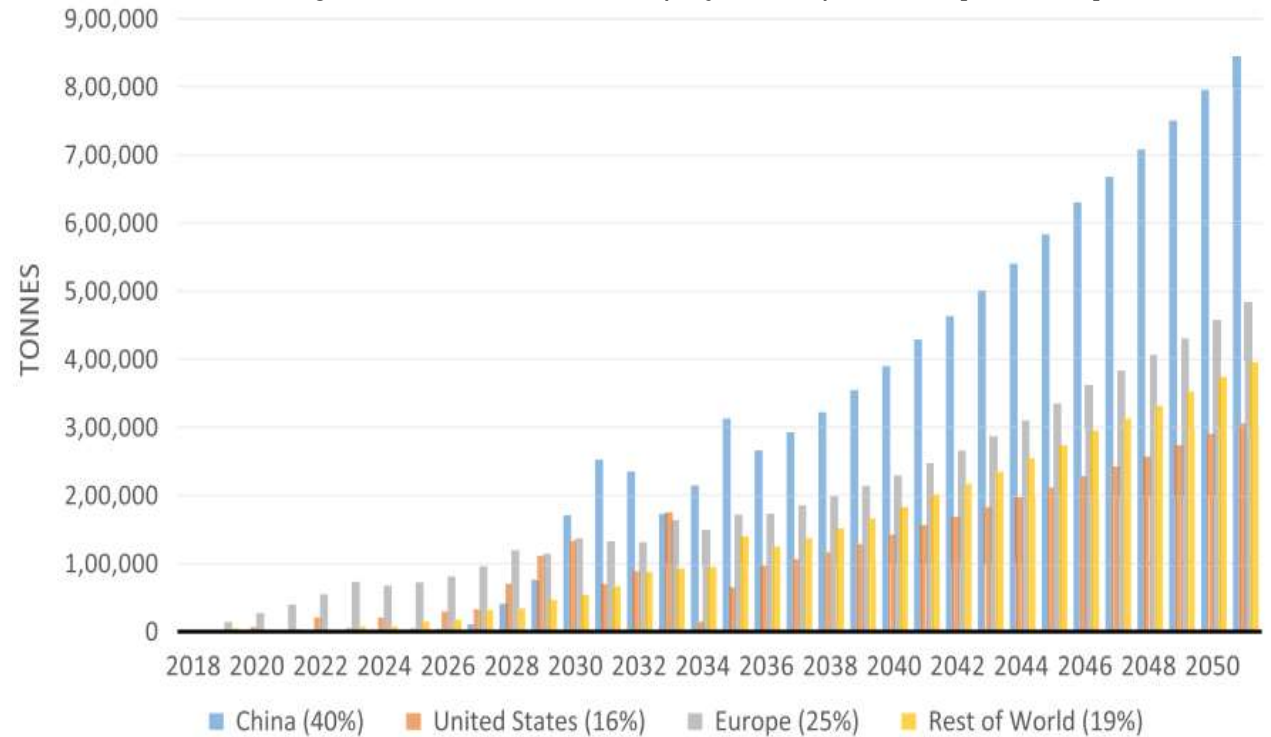


Electrical and electronic equipment waste generated in 2016 in Europe [Baldé, 2017]

INTRODUCTION – Matériaux composites: Des gisements croissants ...



Regional wind turbine waste projection up to 2050 [Liu, 2017]

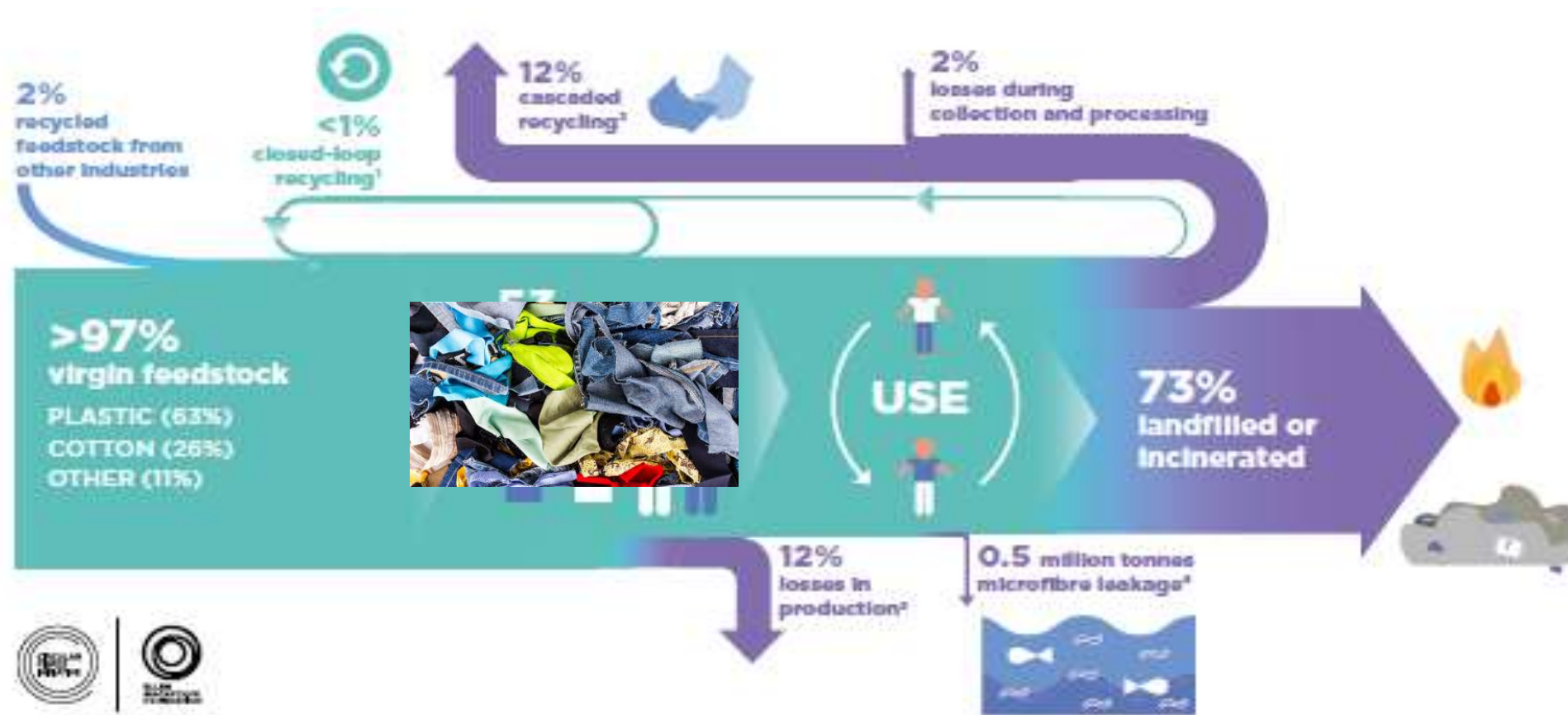


Présence dans gisements:

- Eolien
- Aéronautique
- Nautisme
- Automobile

⇒ Valorisation fibres (FC, FV), matrices

INTRODUCTION – Les textiles: Encore très peu de valorisation matière ...



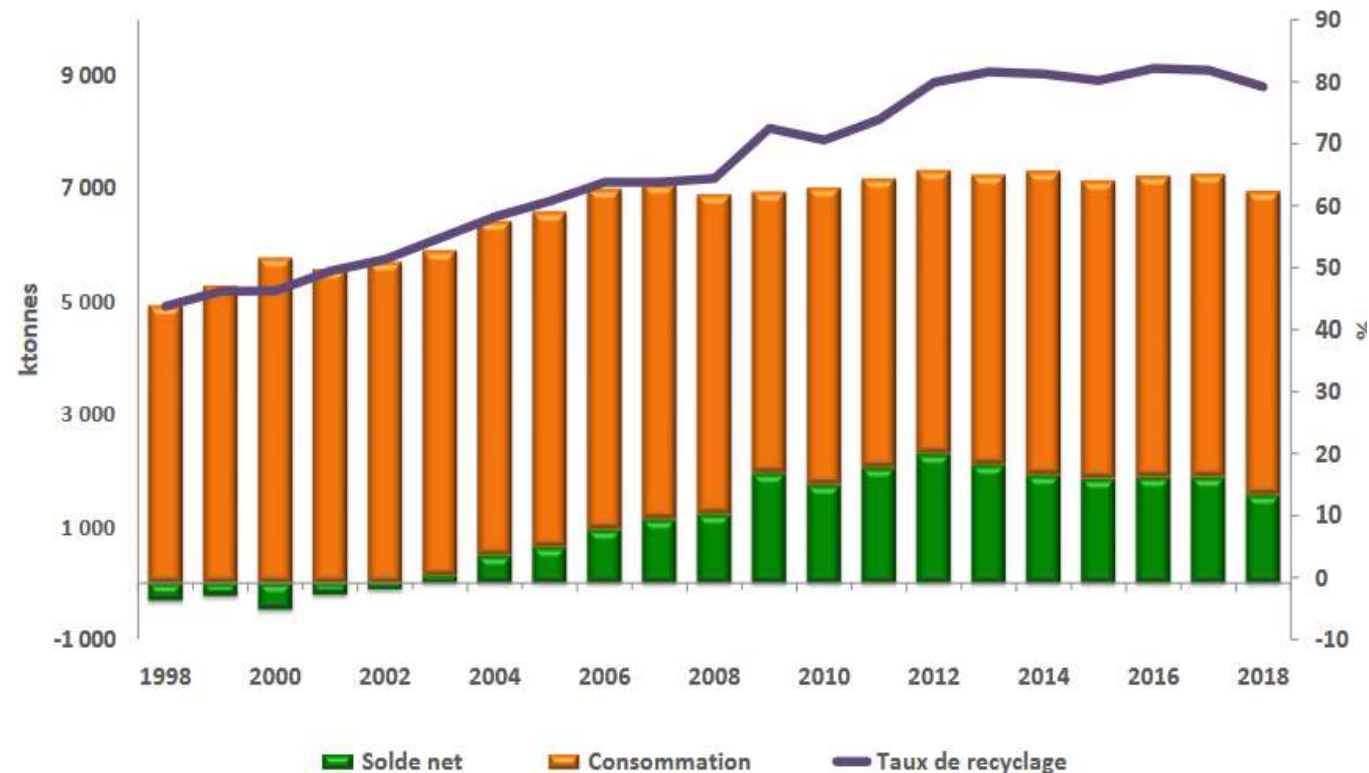
- 1 Recycling of clothing into the same or similar quality applications
- 2 Recycling of clothing into other, lower-value applications such as insulation material, wiping cloths, or mattress stuffing
- 3 Includes factory offcuts and overstock liquidation
- 4 Plastic microfibres shed through the washing of all textiles released into the ocean

Global material flows for clothing textiles in 2015 [Circular Fibres Initiative analysis, 2015]

INTRODUCTION – Les papiers/cartons: Un recyclage important mais ...



Consumption, net balance, and recycling rate (1998 - 2018) for papers and cardboards [Copacel, 2019]



Le recyclage en chiffres:

62% de consommation de fibres via fibres issues recyclage
(92% dans packaging, 71% dans journaux, 38% dans papier toilette)

L'industrie papetière aux fortes spécificités:

- Forts investissements et coûts d'exploitation industriels (OPEX et CAPEX)
- Faible retour financier
- Fort impact environnemental et énergétique
- Matériaux de recyclage ré-intégrés dans produits de faible valeur ajoutée (downcycling)

ECONOMIE CIRCULAIRE & MATERIAUX

Principe 1

Préserver et restaurer le capital naturel en contrôlant les stocks de ressources limitées et en équilibrant

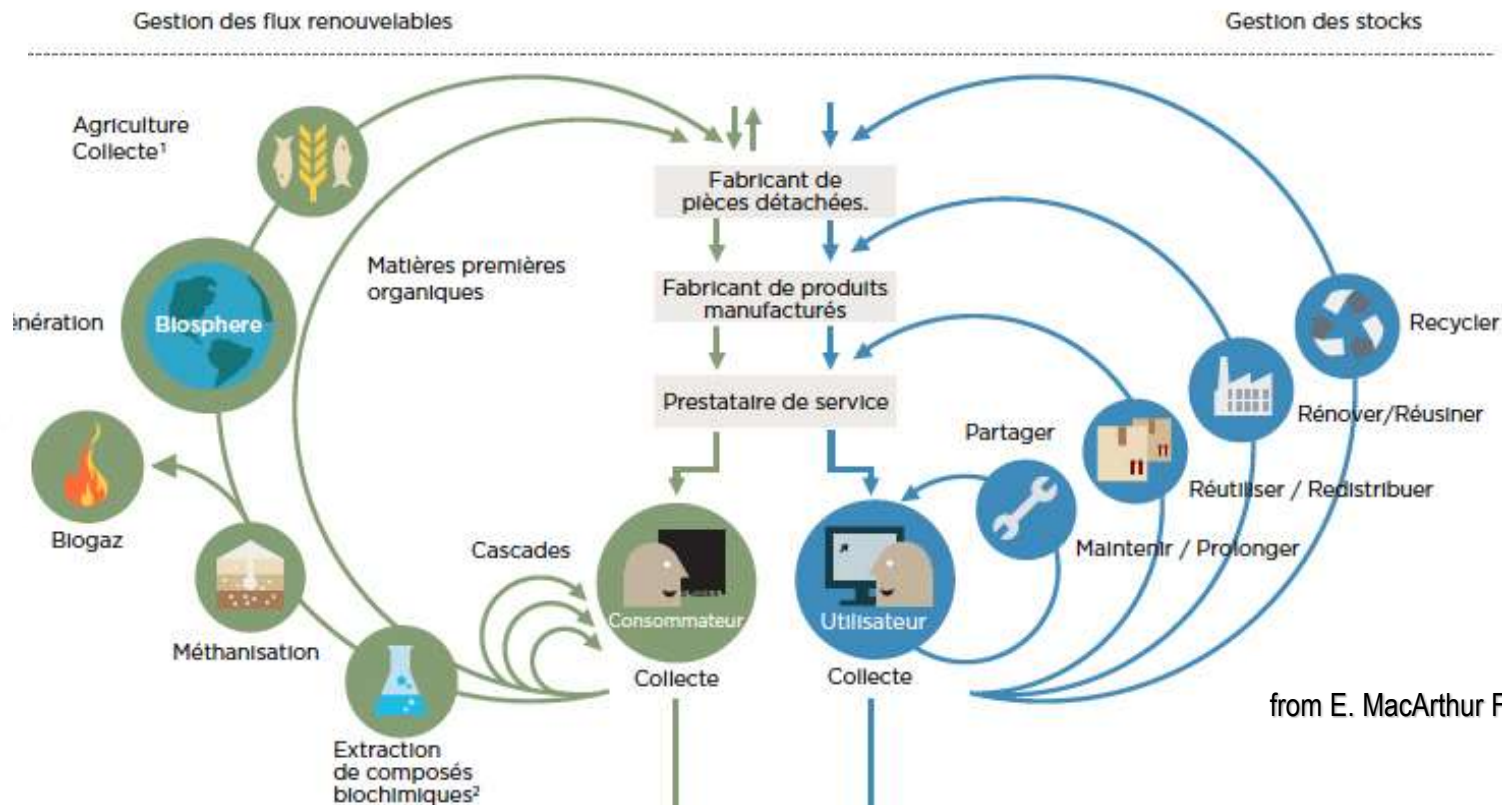
Leviers ReSOLVE : Régénérer, Dématérialiser, Echanger



Principe 2

Optimiser le rendement des ressources en favorisant la circulation des produits, des composants et des matériaux à leur niveau de fonctionnalité maximal à tout moment au cours des cycles techniques et biologiques

Lever ReSOLVE : Régénérer, Partager, Optimiser, Cycler



from E. MacArthur Foundation

Principe 3

Favoriser l'efficacité du système en décelant et en éliminant les externalités négatives

Tous les leviers ReSOLVE

Minimiser les fuites systématiques et les externalités négatives



---- STRATÉGIE D'ACCÉLÉRATION RECYCLABILITÉ, RECYCLAGE ET RÉINCORPORATION DE MATÉRIAUX -

Objectifs:

- Emergence modèle français dans le domaine des matières premières de recyclage (MPR) pour leur réincorporation dans de nouveaux produits.

Modèle reposant sur une chaîne de valeur du recyclage cohérente et intégrée:

recyclabilité des produits mis sur le marché



collecte ou la récupération des produits en fin de vie



tri et la préparation / production des MPR



réincorporation dans de nouveaux cycles de production

- Substituer des matières premières vierges (MPV) par des matières premières de recyclage (MPR) pour:

- *concrétiser de forts gains environnementaux*
- *créer de la valeur sur le territoire*
- *réduire la dépendance extérieure de la France et développer l'emploi.*





---- STRATÉGIE D'ACCÉLÉRATION RECYCLABILITÉ, RECYCLAGE ET RÉINCORPORATION DE MATÉRIAUX -

7 ambitions prioritaires pour la stratégie d'accélération (1 / 2)

- **Développer le recyclage des métaux stratégiques** dont ceux nécessaires aux déploiements des technologies bas carbone y compris en développant les capacités industrielles du traitement des technologies bas carbone. En particulier, d'ici 2030, se doter des capacités industrielles pour recycler au moins la totalité des volumes de batteries des véhicules électriques arrivant en fin de vie en France.
- **Quadrupler les tonnages de textiles recyclés à horizon 2025**, pour les textiles ménagers et professionnels
- **Développer la filière française du recyclage des papiers/cartons** tout en progressant sur la prévention pour réduire de 25 % en 2025 puis de 50 % en 2030 l'excédent de quantité de papiers/cartons à recycler en développant de nouveaux débouchés dans le but de capter plus de valeur via la production de MPR de qualité pour leur réincorporation dans de nouveaux produits
- **Développer des capacités industrielles capables de produire 2 Mt de matières plastiques issues du recyclage, par an, à horizon 2025, en vue de les réincorporer en cohérence avec l'objectif de généralisation du recyclage des plastiques d'ici 2025**, notamment en accentuant les signaux économiques (comme par exemple les modulations des contributions aux éco-organismes pour les plastiques sous REP) pour favoriser les incitations à l'incorporation de MPR



---- STRATÉGIE D'ACCÉLÉRATION RECYCLABILITÉ, RECYCLAGE ET RÉINCORPORATION DE MATÉRIAUX

ambitions prioritaires pour la stratégie d'accélération (2 / 2)

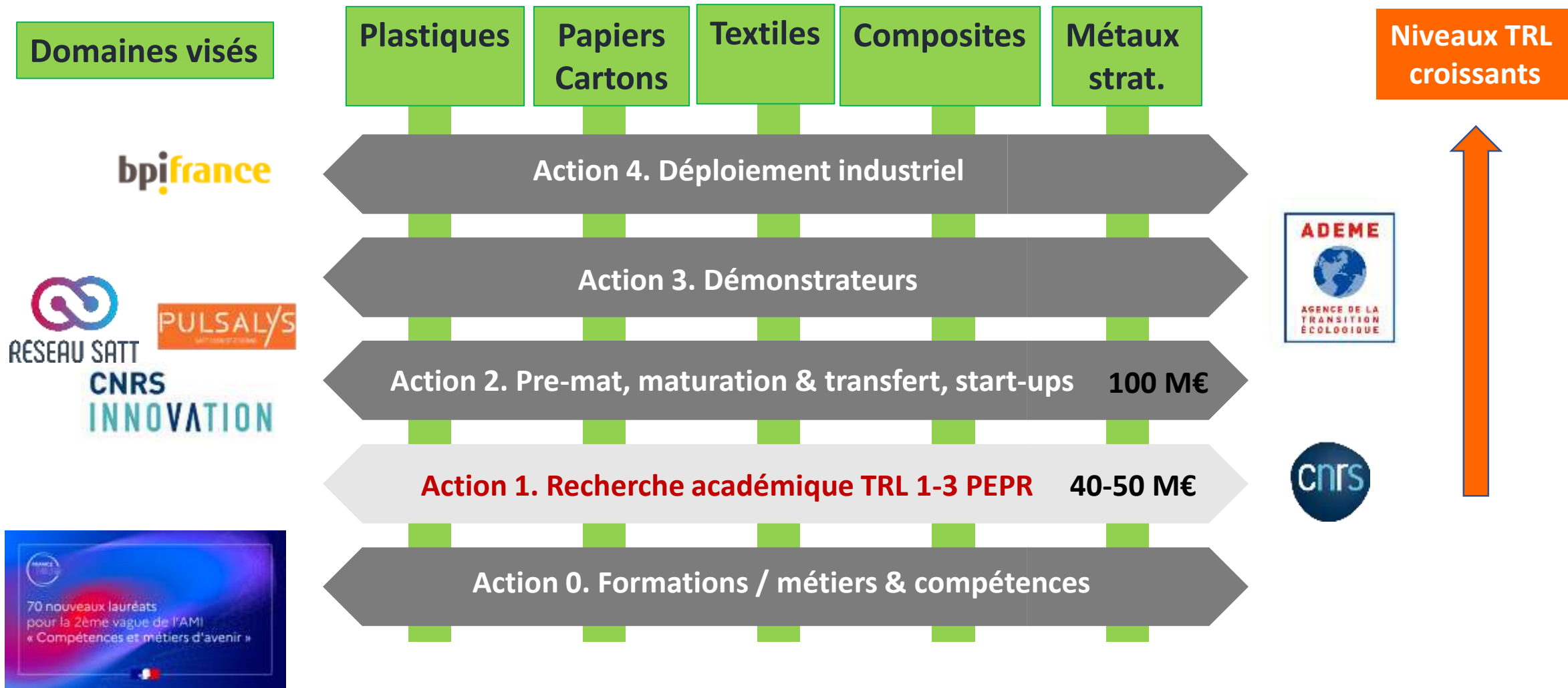
- **Accompagner les acteurs du secteur des composites à faire émerger une filière nationale de recyclage et pour accélérer l'émergence et le développement de résines matures pour des composites recyclables, notamment avec l'essor de la collecte des bateaux de plaisance en fin de vie et des technologies de la transition énergétique dont l'éolien**
- **Soutenir la position de leader d'innovation des acteurs français des technologies du tri, en assurant un continuum de financement des innovations qui permettront d'aller mieux trier les déchets et valoriser les outils industriels de production de MPR existants**
- **Soutenir l'effort de recherche publique et partenariale afin :**
 - **De disposer en avance de technologies innovantes favorisant la mise sur le marché de produits et matériaux plus facilement recyclables, offrant des solutions pour développer de nouveaux débouchés pour les MPR, simples ou élaborés, en synergie avec d'autres filières afin de permettre aux industriels français de développer une offre de produits plus respectueuse de l'environnement et de gagner en compétitivité dans la durée ;**
 - **De structurer la communauté scientifique autour des enjeux du recyclage, avec un focus particulier à l'interface entre recherche et développement ;**
 - **De s'assurer que les matières recyclées soient de qualité comparable au vierge et puisse répondre aux mêmes usages.**





STRATÉGIE D'ACCÉLÉRATION RECYCLABILITÉ, RECYCLAGE ET RÉINCORPORATION DE MATÉRIEAUX

600 M€ à 1,2 Md€ sur une période de 6 ans à compter de mi-2022





---- Action #1. Soutenir la recherche académique sur les technologies et les enjeux socio-économiques de recyclage (PEPR) -----

Objectifs principaux

Production scientifique et technique (TRL1-3)

- Elargir et approfondir les connaissances fondamentales
- Comprendre et maîtriser les phénomènes qui sous-tendent les méthodes et procédés de recyclage
- Lever les verrous scientifiques liés au recyclage. .
- Dynamiser le domaine et de stimuler l'élaboration de nouveaux projets ambitieux et interdisciplinaires.

Mobilisation des acteurs de la Recherche concernés pour des études en recherche fondamentale, dirigée ou partenariale, focalisées vers :

- *Les enjeux du recyclage*
- *Le transfert technologique vers les entreprises (start-up, PME ou grandes entreprises).*

Rendre visible et valoriser le potentiel de recherche français afin de :

- *Contribuer à assurer la compétitivité technologique de l'industrie du recyclage à moyen-long terme ;*
- *Contribuer à éclairer les acteurs économiques et politiques sur les enjeux et les impacts socio-économiques du recyclage.*



---- L'ENSEMBLE DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES MOBILISEES -----

- *Spécificité des différentes classes de matériaux de part leur nature, leurs procédés d'élaboration et de mise en forme (matériaux organiques vs. métaux vs. papiers/cartons vs. textiles vs. composites), etc très différents.*

Sciences de la matière / Sciences de l'Ingénieur

Distinction des matériaux par classes

- Sciences mises en jeu communes quelque soit la classe de matériaux dans le périmètre du PEPR

Outils de tri: spectroscopies, robotique, analytique

Numérique dont traitement des données en masse

Toxicologie: de la collecte et traitement à la ré-utilisation, analytique

Analyse du Cycle de Vie – Life Cycle Engineering

Economie : maîtrise approvisionnements/gisements (sécurisation des approvisionnements amont et aval), flux (cartographie, modélisation), outils d'analyse, pertinence économique, analyse systémique

Droit: mises en place et effets des réglementations, normalisation

SHS: perception citoyen, politiques publiques et leurs effets

Mise en commun et développement de connaissances et méthodologies transverses

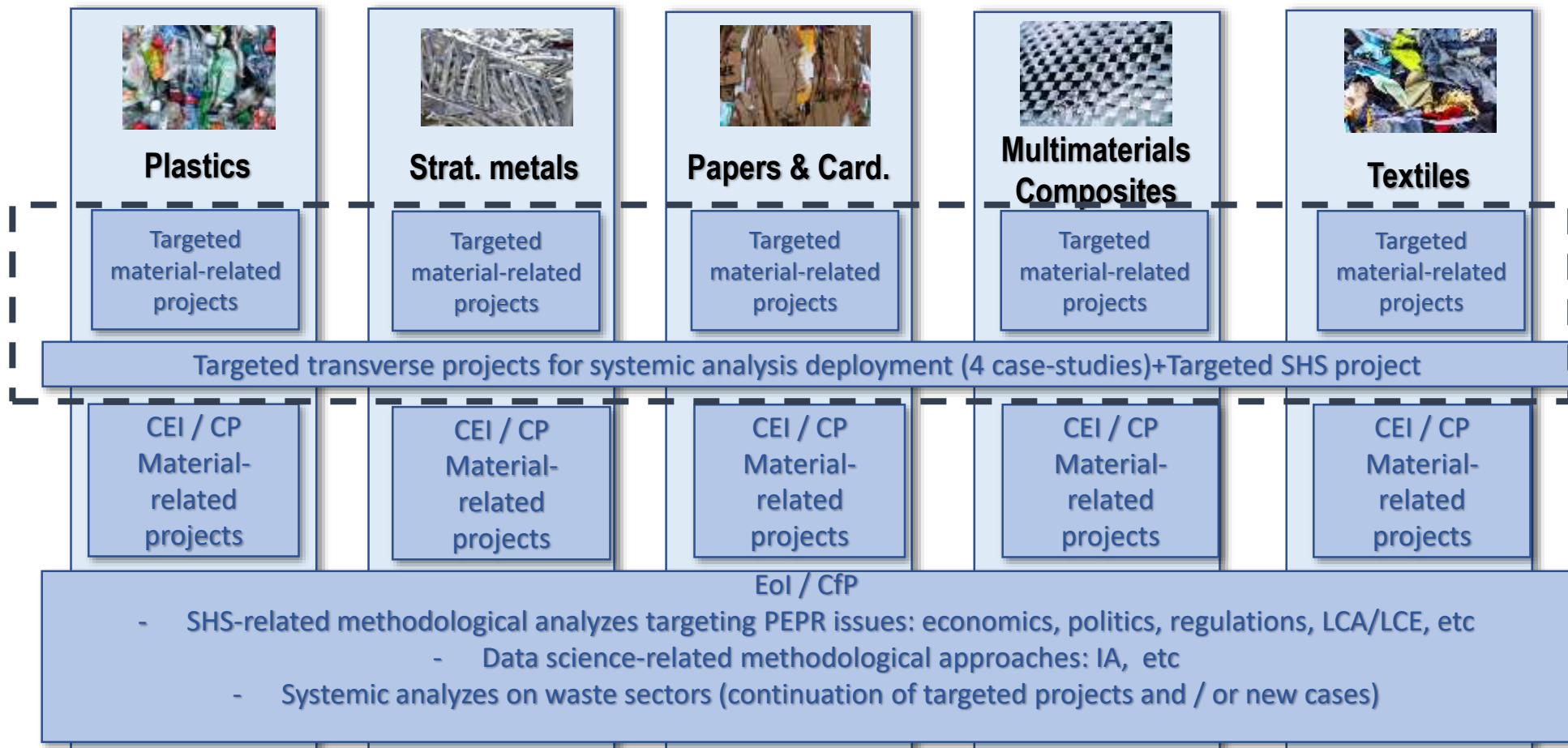




STRUCTURATION GENERALE PEPR

- Projets de recherche ciblés lancés en début de programme

env. 35 % budget PEPR



Network of centers (displaying & sharing transverse competences and tools, training places, Society meet.)

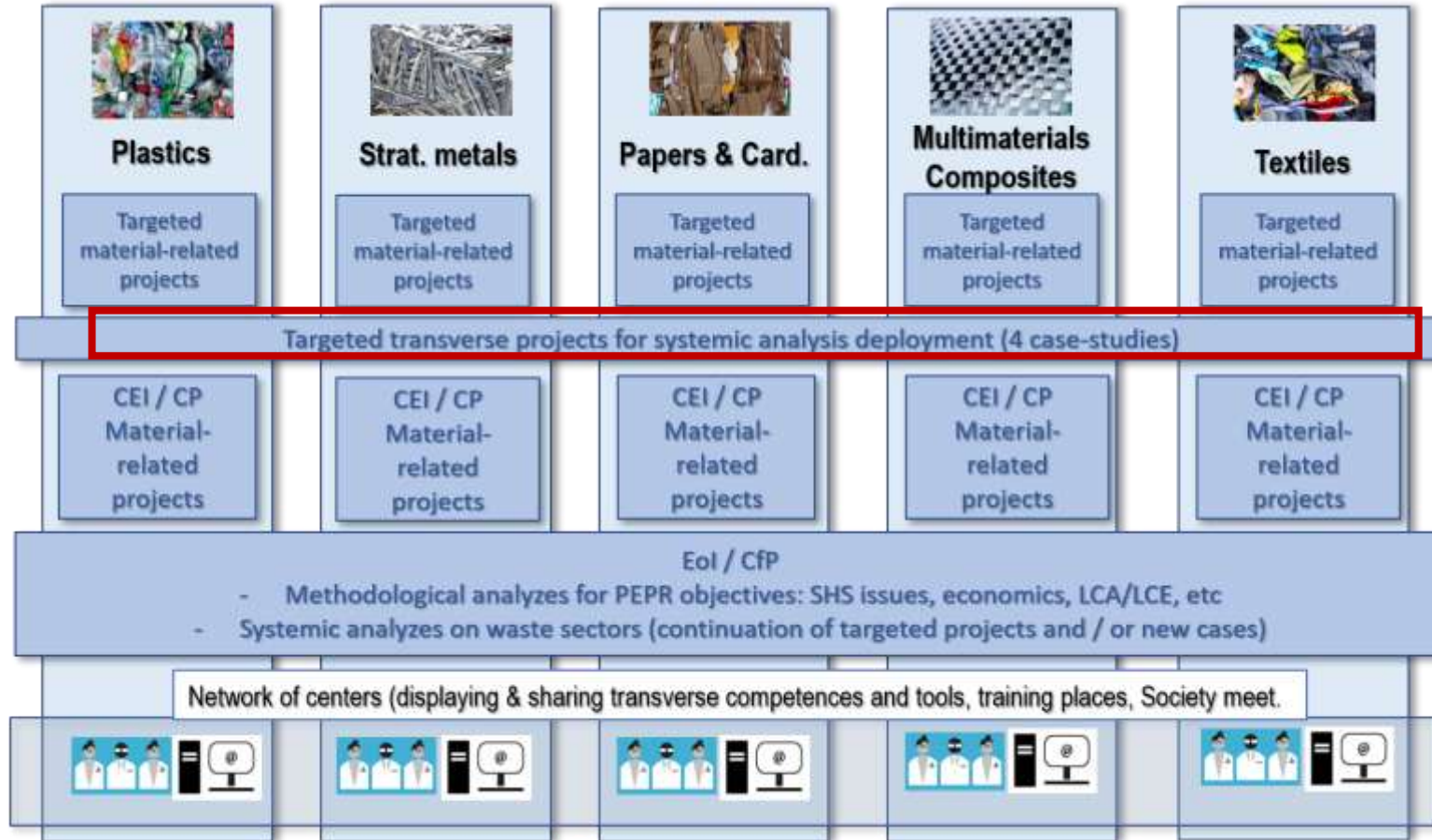




---- STRUCTURE GENERALE PEPR ----



Projets ciblés cas d'école pour développement d'approches systémiques



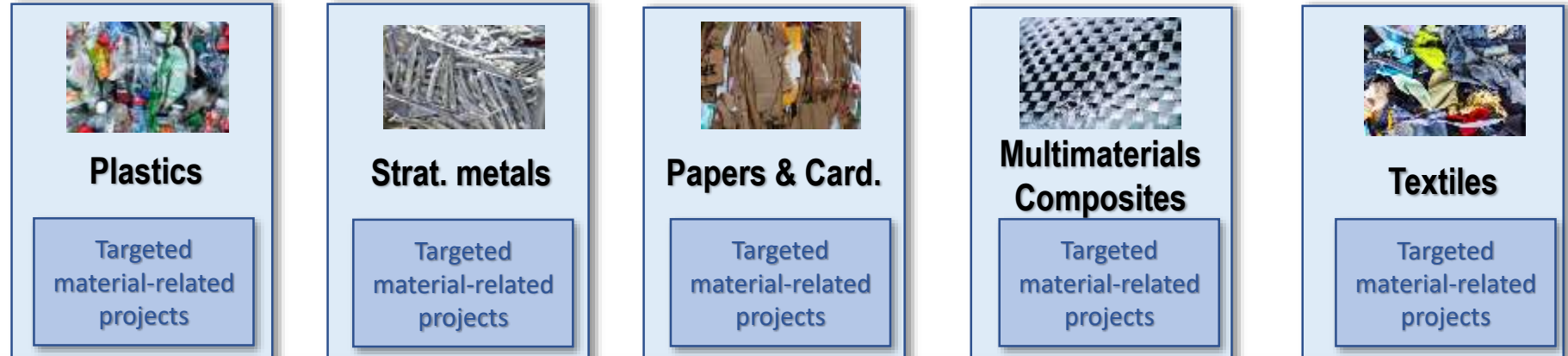
- Batteries
- Nouvelles Technologies pour l'Energie (photovoltaïque, piles/électrolyseurs/stockage/transport de l'hydrogène, aimants permanents -éolien-)
- DEEE (équipements électriques et électroniques)
- Déchets ménagers -hors organiques & verre- (emballages, textiles, etc).

+ Projet 'SHS' 'Society of Re-Use & Recycling'





----- STRUCTURATION GENERALE PEPR -----



Targeted transverse projects for systemic analysis deployment (4 case-studies)+Targeted SHS project



EoI / CfP

- SHS-related methodological analyzes targeting PEPR issues: economics, politics, regulations, LCA/LCE, etc
 - Data science-related methodological approaches: IA, etc
- Systemic analyzes on waste sectors (continuation of targeted projects and / or new cases)

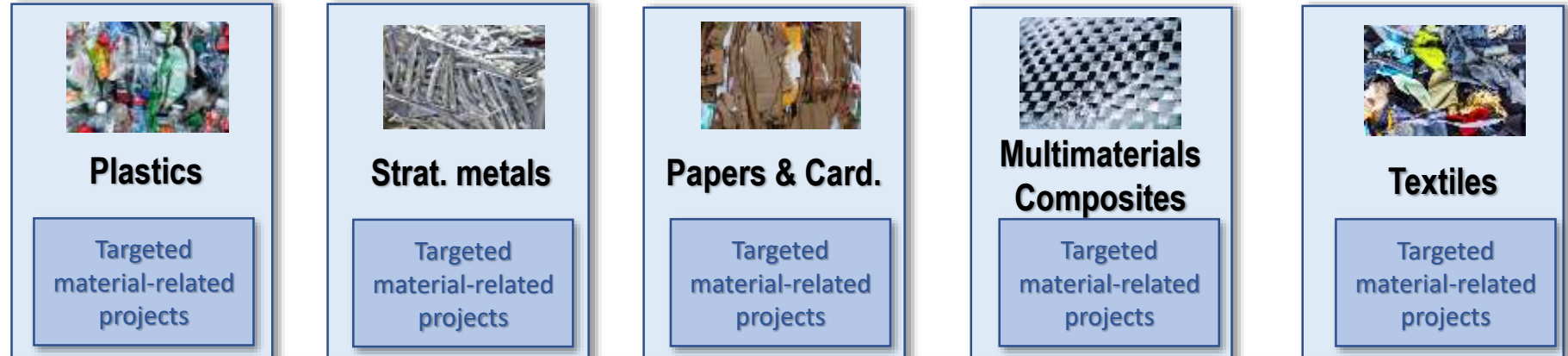
Network of centers (displaying & sharing transverse competences and tools, training places, Society meet.)



- Projets de recherche (lancés après AMI et AAP)

env. 40 % budget PEPR





Targeted transverse projects for systemic analysis deployment (4 case-studies)+Targeted SHS project



EoI / CfP

- SHS-related methodological analyzes targeting PEPR issues: economics, politics, regulations, LCA/LCE, etc
 - Data science-related methodological approaches: IA, etc
- Systemic analyzes on waste sectors (continuation of targeted projects and / or new cases)

Network of centers (displaying & sharing transverse competences and tools, training places, Society meet.)



env.
8 % budget
PEPR

- Centres lieux 'totems' repartis sur le territoire français



----- CALENDRIER DU PEPR -----

Tools – Actions	M0	M12	M24	M36	M48	M60	M72
Initial targeted projects	Material type-related projects						
	Systemic analysis-related projects (case-studies) + SHS project						
Call for expression of interest			<i>Identification scientific questions for definition of AAP priorities</i>				
Call for projects			<i>Identification of needs for centers</i>	Material type-related projects			
				<ul style="list-style-type: none"> - Systemic analysis-related projects related to different types of waste - Methodological developments for recycling and re-use of materials (SHS Societal questions, economics and politics, LCA/LCE, etc) - Data science-related projects targeting the PEPR issues 			
Co-ordination centers		Design		Construction-Deployment	Involvement in projects		

↑
T1 / 2023





---- COMMUNAUTÉ MOBILISÉE POUR PROJETS CIBLÉS PEPR -----

- 66 laboratoires ESR mobilisés dans la cadre des projets ciblés lancés en début de programme
- Mobilisation de l'ensemble de la communauté scientifique (laboratoires impliqués + autres) dans le cadre de:
 - Appel à manifestation d'intérêt et AAP à venir
 - Définition et mise en place des centres avec concertation forte avec les acteurs socio-économiques (entreprises, clusters, agences, collectivités)





----- ORGANISATION GENERALE -----

