

PEPR RECYCLABILITÉ, RECYCLAGE, RÉ-UTILISATION DES MATIÈRES



Jean-François GERARD Directeur de Programme
Pilote PEPR : CNRS

*Journée de lancement Axes 'Métaux Stratégiques/NTE/DEE/Batteries'
18 Septembre 2023 – Roubaix ENSAIT*



PEPR_SNA_Recycl

Natalia-StockAdobe.com

104/09/2023



Edit profile

PEPR Recyclage

@PEPR_SNA_Recycl

Action 'Projets & Equipements Prioritaires de Recherche' de la Stratégie Nationale d'Accélération France 2030 Recyclage/Recyclabilité/Ré-Utilisation MPR

Pilote Programme : CNRS Joined May 2023

19 Following 10 Followers

Tweets

Replies

Media

Likes



PEPR Recyclage @PEPR_SNA_Recycl · 22h

Kick-off de l'axe 'Métaux Stratégiques' du PEPR piloté par @CNRS #Recyclage #Recyclabilité et Ré-Utilisation des Matières porté par Y. Menard @BRGM_fr et S. Pellet-Rostaing @INC_CNRS @CEA_Official au BRGM Paris @SGPI_avenir @AgenceRecherche



PEPR Recyclage

27 Tweets



12





**CONTEXTE
STRATEGIE NATIONALE D'ACCELERATION
'RECYCLAGE, RECYCLABILITE, RE-UTILISATION
DES MATIERES'**

---- 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



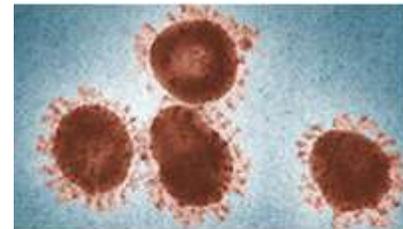
Cybersécurité



Technologies quantiques



Intelligence artificielle



Maladies infectieuses émergentes - menaces nucléaires radiologiques biologiques et chimiques →



Digitalisation et décarbonation des mobilités



Technologies quantiques



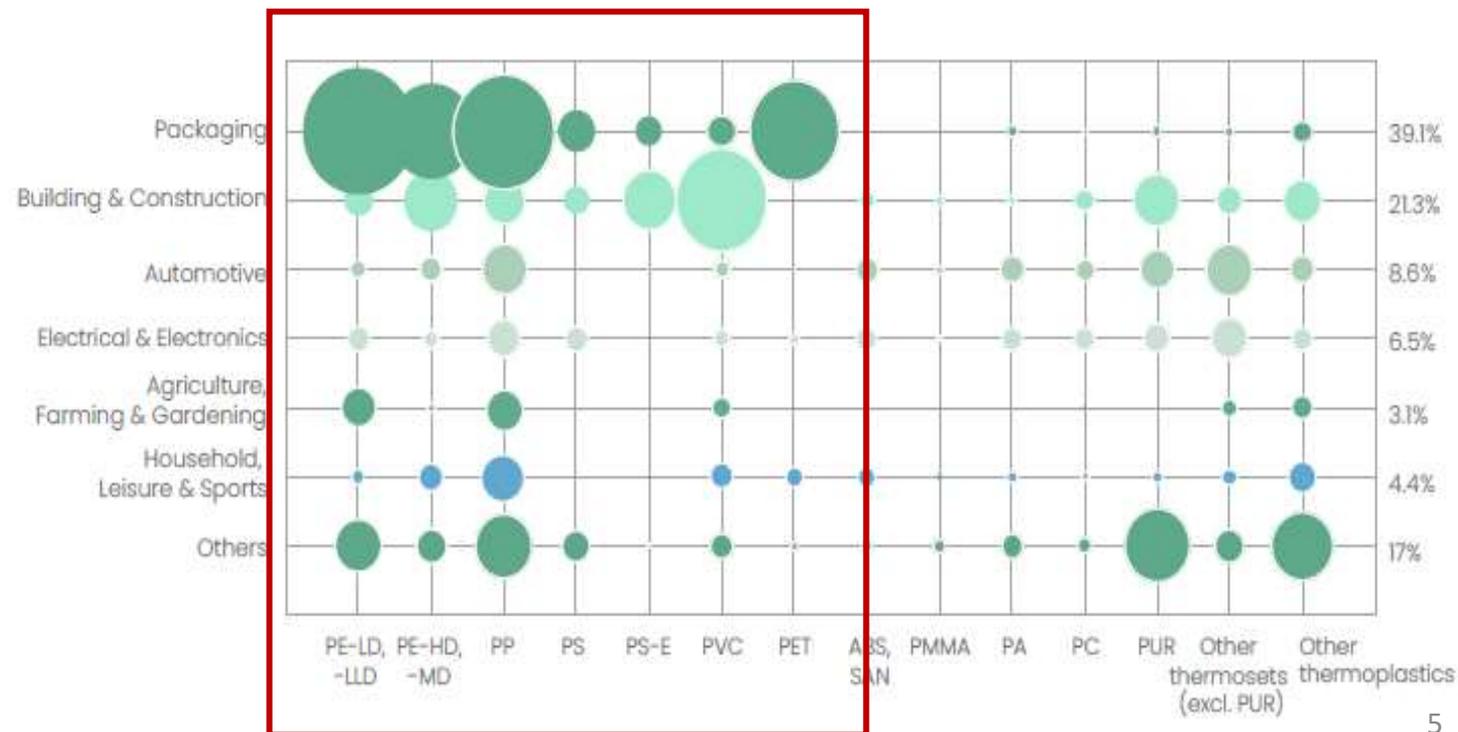
Cloud



Santé numérique

QUELQUES EXEMPLES DE CONTEXTE ... POLYMERES & RECYCLAGE

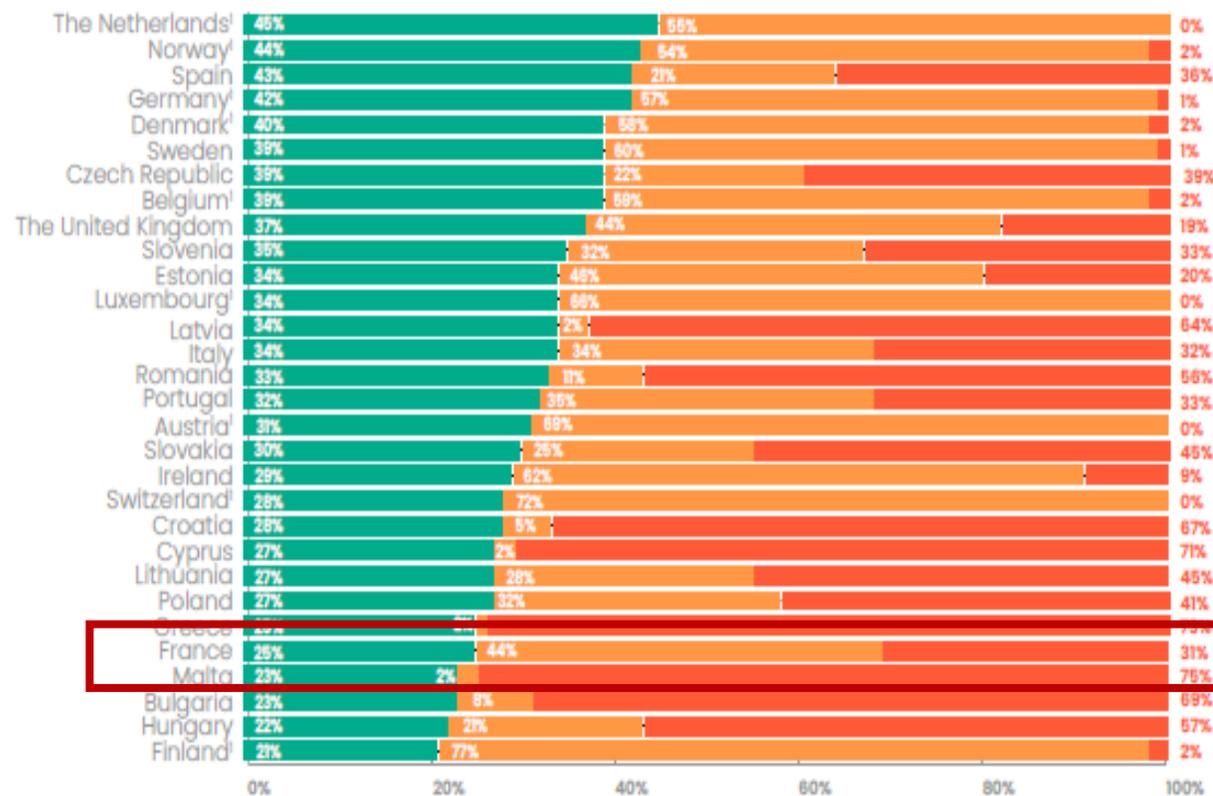
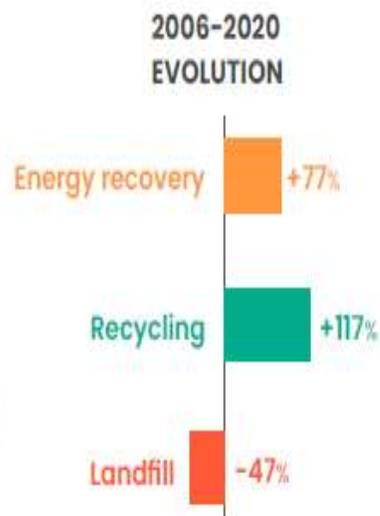
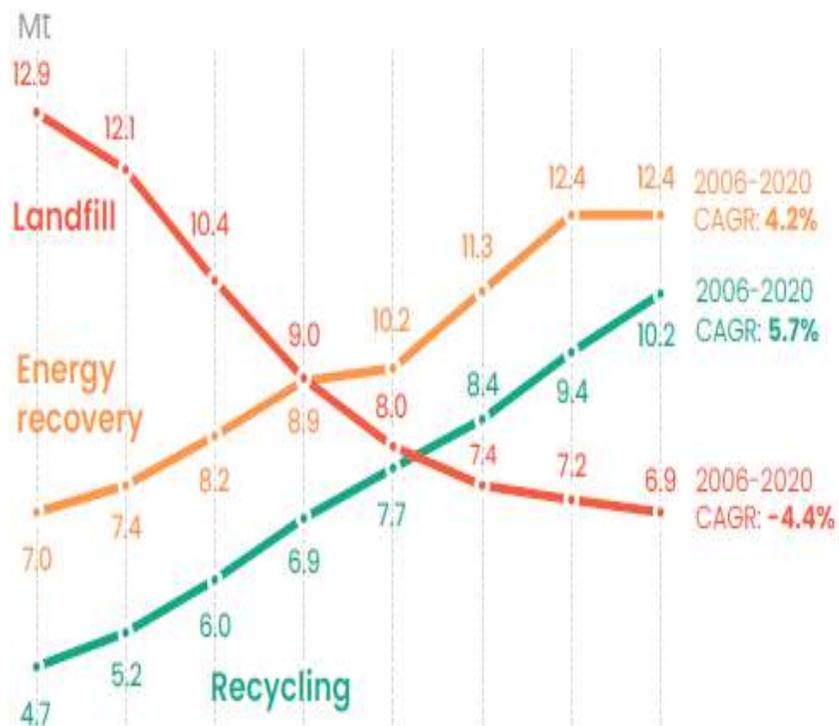
Le packaging, la construction et l'automobile les trois principaux marchés des polymères



QUELQUES EXEMPLES DE CONTEXTE ... POLYMERES & RECYCLAGE

Quelle situation actuelle pour le recyclage des polymères ?

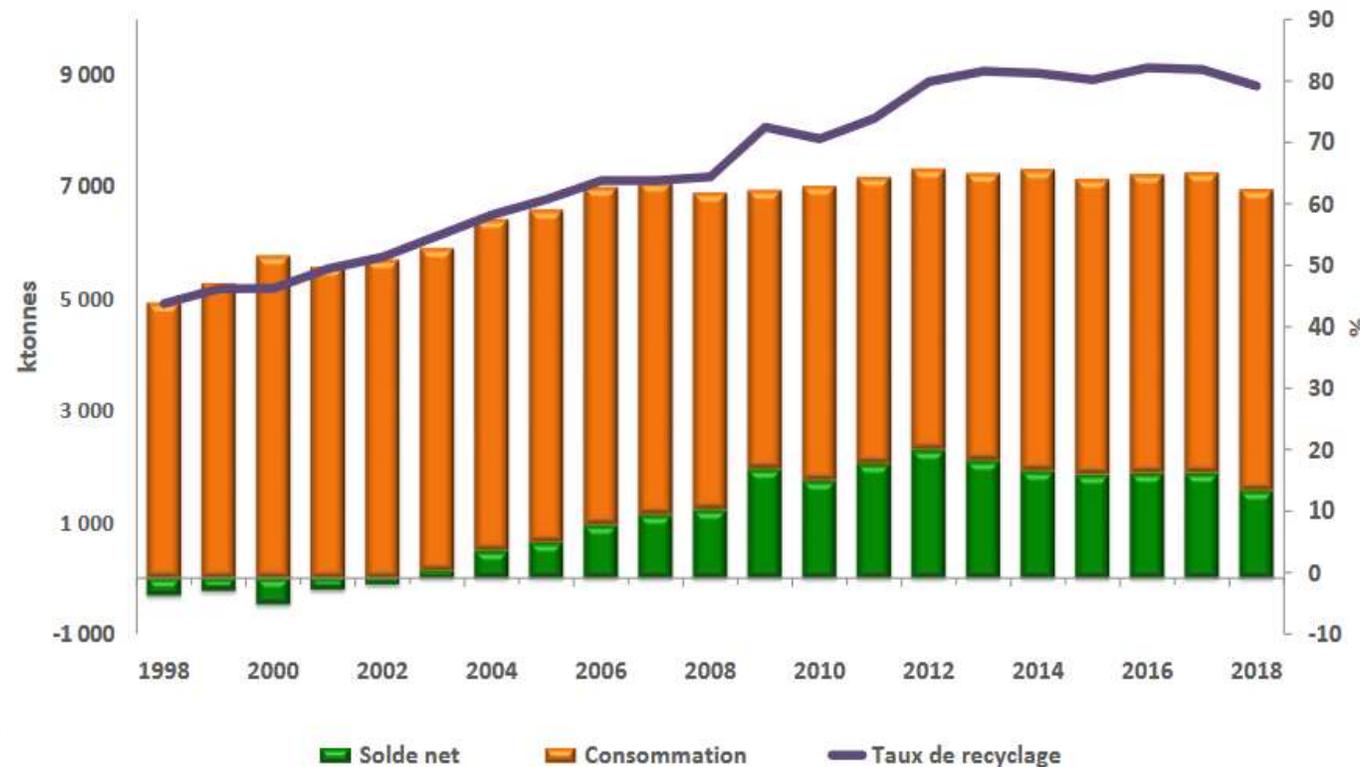
Evolution of post-consumer plastics waste treatment (EU27+3)



QUELQUES EXEMPLES DE CONTEXTE ... LES PAPIERS / CARTONS



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



Le recyclage en chiffres:

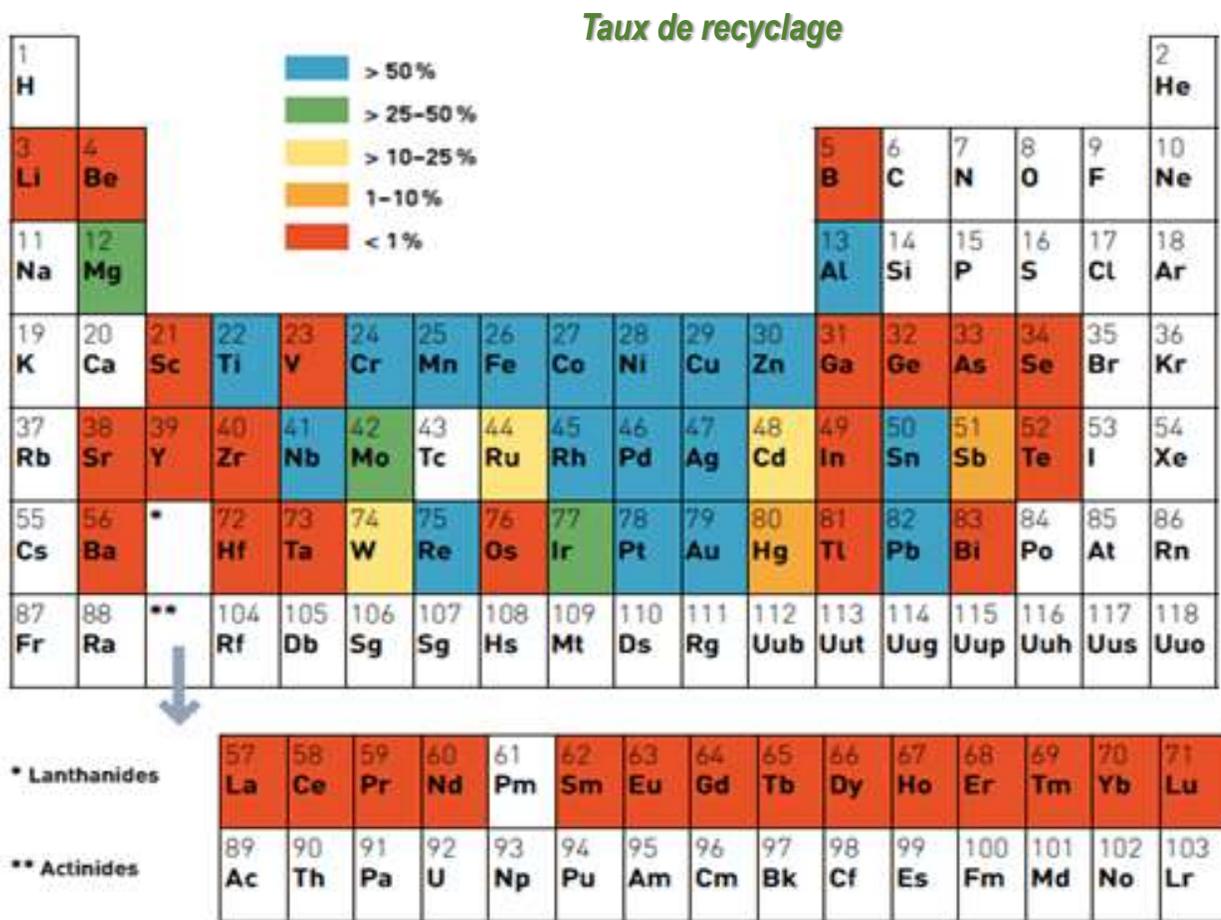
62% de consommation de fibres via fibres issues recyclage
(92% dans packaging, 71% dans journaux, 38% dans papier toilette)

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)

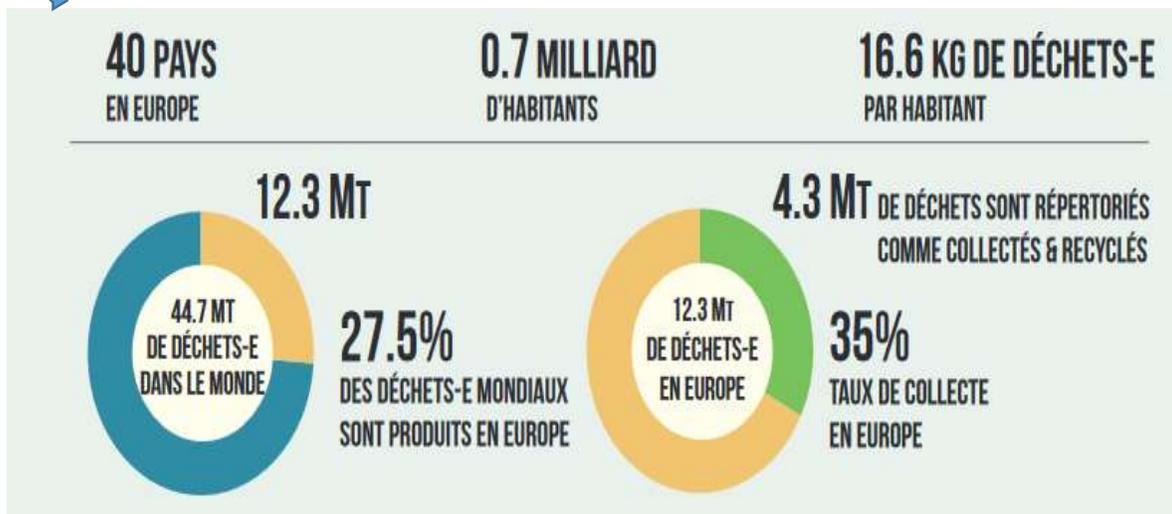
QUELQUES EXEMPLES DE CONTEXTE ... LES METAUX STRATEGIQUES

Les métaux stratégiques: des taux de recyclage faibles ...



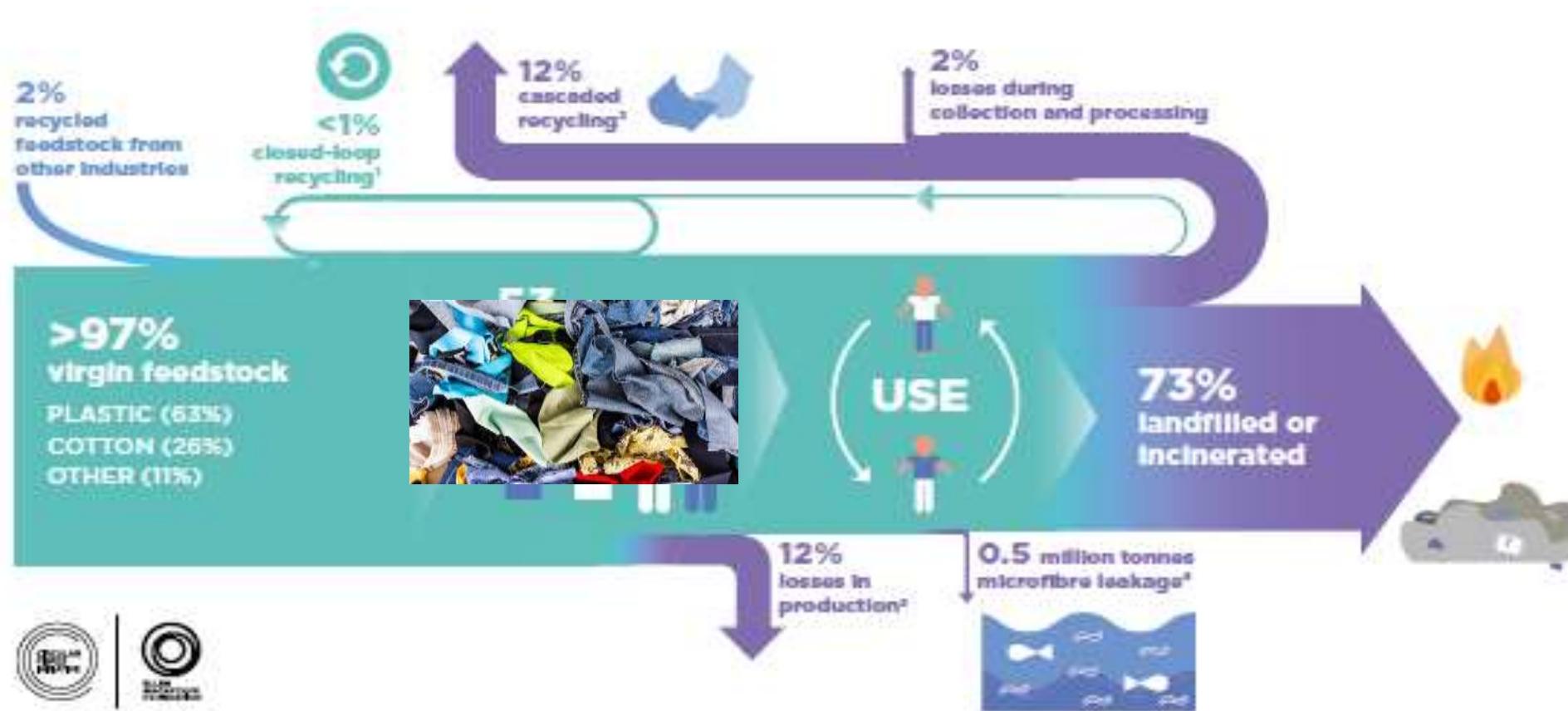
Présence dans gisements:

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



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

QUELQUES EXEMPLES DE CONTEXTE ... LES TEXTILES



- 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]

ECONOMIE CIRCULAIRE DES MATIERES ... UN ENJEU ESSENTIEL

Principe 1

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

Leviers ReSOLVE : Régénérer, Dématérialiser, Echanger



Régénérer Matériaux de substitution Dématérialiser Restaurer

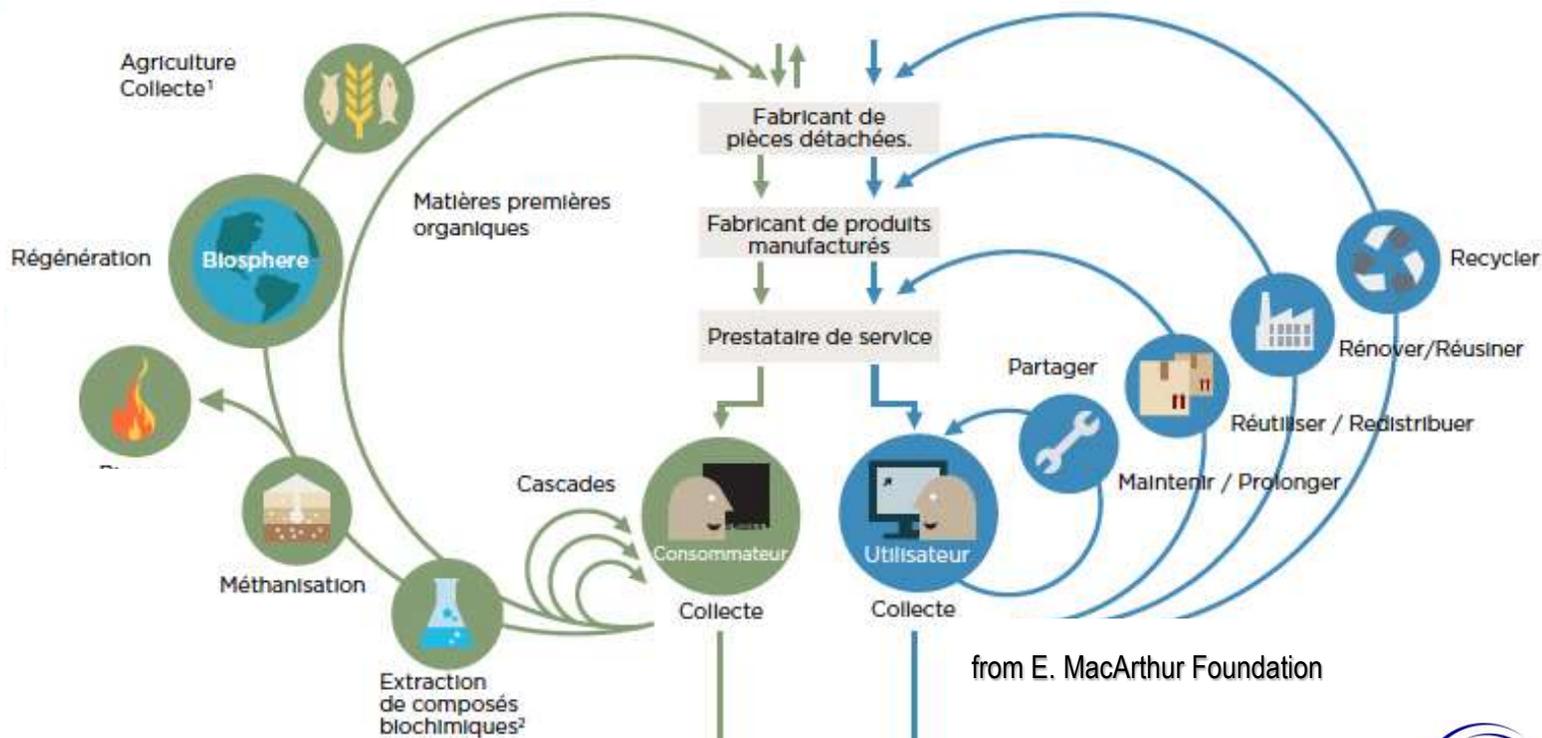
Gestion des flux renouvelables

Gestion des stocks

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

Levier 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

LES ENJEUX & OBJECTIFS POUR LES ACTIONS DE LA STRATEGIE NATIONALE D'ACCELERATION

ENJEUX

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:

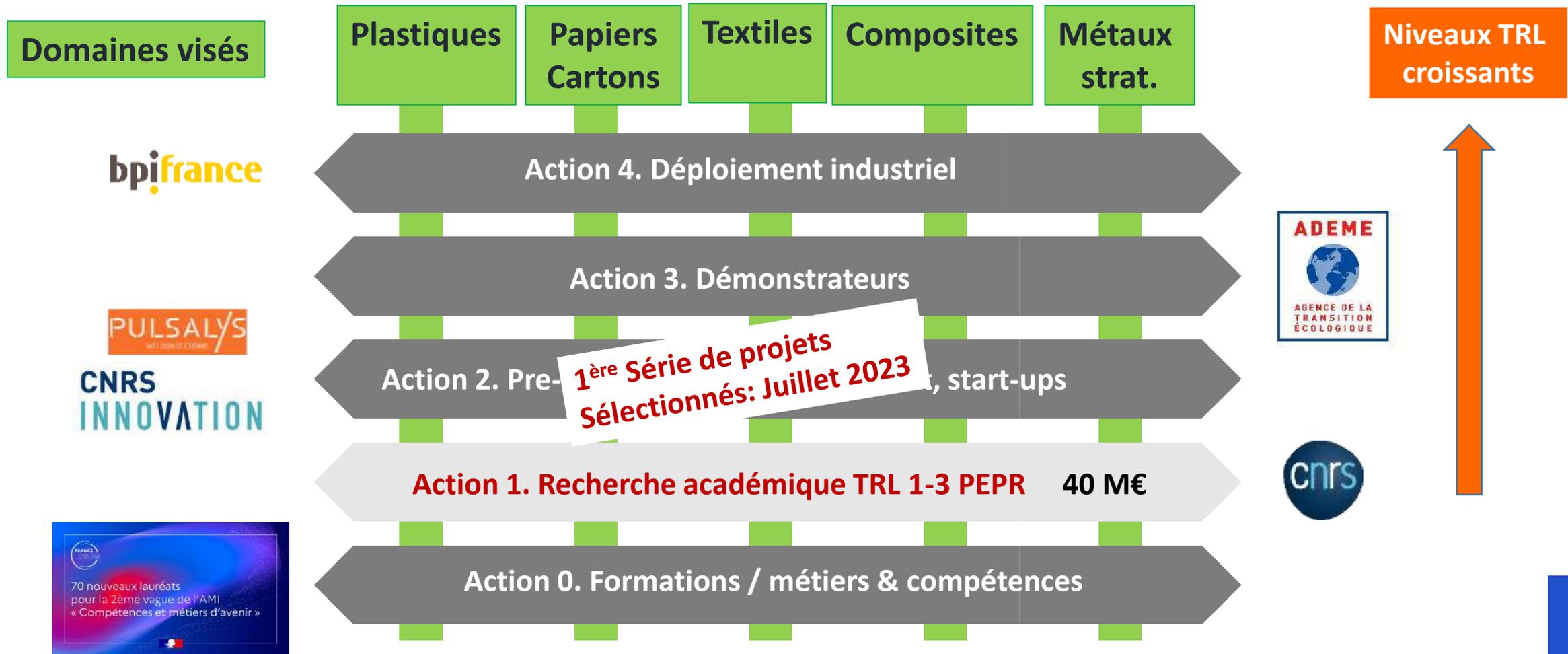
- recyclabilité des produits mis sur le marché
- collecte ou la récupération des produits en fin de vie
- tri et la préparation / production des MPR
- réincorporation dans de nouveaux cycles de production – Substitution MPV par MPR

Circularité des matières avec empreinte réduite

OBJECTIFS

- **Développer le recyclage des métaux stratégiques à échéance 2030**
- **Quadrupler les tonnages de textiles recyclés à horizon 2025**
- **Développer des capacités industrielles capables de produire 2 Mt de matières plastiques issues du recyclage, par an, à horizon 2025**
- **Accompagner les acteurs du secteur des composites à faire émerger une filière nationale de recyclage**
- **Soutenir la position de leader d'innovation des acteurs français des technologies du tri**
- **Soutenir l'effort de recherche publique et partenariale (PEPR)**

PEPR : DES ACTIVITES CONNECTEES AVEC LES AUTRES ACTIONS DE LA SNA RECYCLAGE, RECYCLABILITE & RE-UTILISATION DES MATIERES



LES MISSIONS & AMBITIONS DU PROGRAMME PEPR

MISSIONS

- **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 ;

AMBITIONS

- **Production scientifique et technique (TRL1-3)**
 - ✓ *Elargir et approfondir 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*
- **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.*

ORGANISATION GENERALE PEPR AXES DE RECHERCHE

©Natalia-StockAdobe.com



PROGRAMME
DE RECHERCHE
RECYCLAGE

CONSTRUCTION DE LA FEUILLE DE ROUTE PEPR POUR UNE MOBILISATION DE L'ENSEMBLE DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES

PRINCIPES & OBJECTIFS AYANT GUIDE LA CONSTRUCTION

- *Travail de construction avec large concertation des acteurs: avec autres établissements (BRGM, CEA, IFPEN, INRAE, Univ.) et groupes de travail / axes*
- *Prise en compte des principes et objectifs inscrits dans la feuille de route et lettre de mission*
- *Identification des verrous technologiques sous-investis par approches de recherche et à fort potentiel d'innovation à 6 ans: traduction en questions scientifiques*
- *Recherches conduisant à des innovations pouvant être saisies par les partenaires socio-économiques*
- *Mise en avant transversalité des travaux et coordination de la communauté scientifique*
- **Capacité d'intervenir à l'échelle européenne**

UNE MOBILISATION DE L'ENSEMBLE DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES POUR UNE APPROCHE HOLISTIQUE DE LA CIRCULARITE DES MATIERES

AXES DE RECHERCHE DEFINIS

- *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/filières

- **Plastiques**
- **Métaux stratégiques**
- **Composites**
- **Textiles**
- **Papiers / cartons**

UNE MOBILISATION DE L'ENSEMBLE DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES POUR UNE APPROCHE HOLISTIQUE DE LA CIRCULARITE DES MATIERES

AXES DE RECHERCHE DEFINIS

- *Sciences mises en jeu communes quelque soit la classe de matériaux dans 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

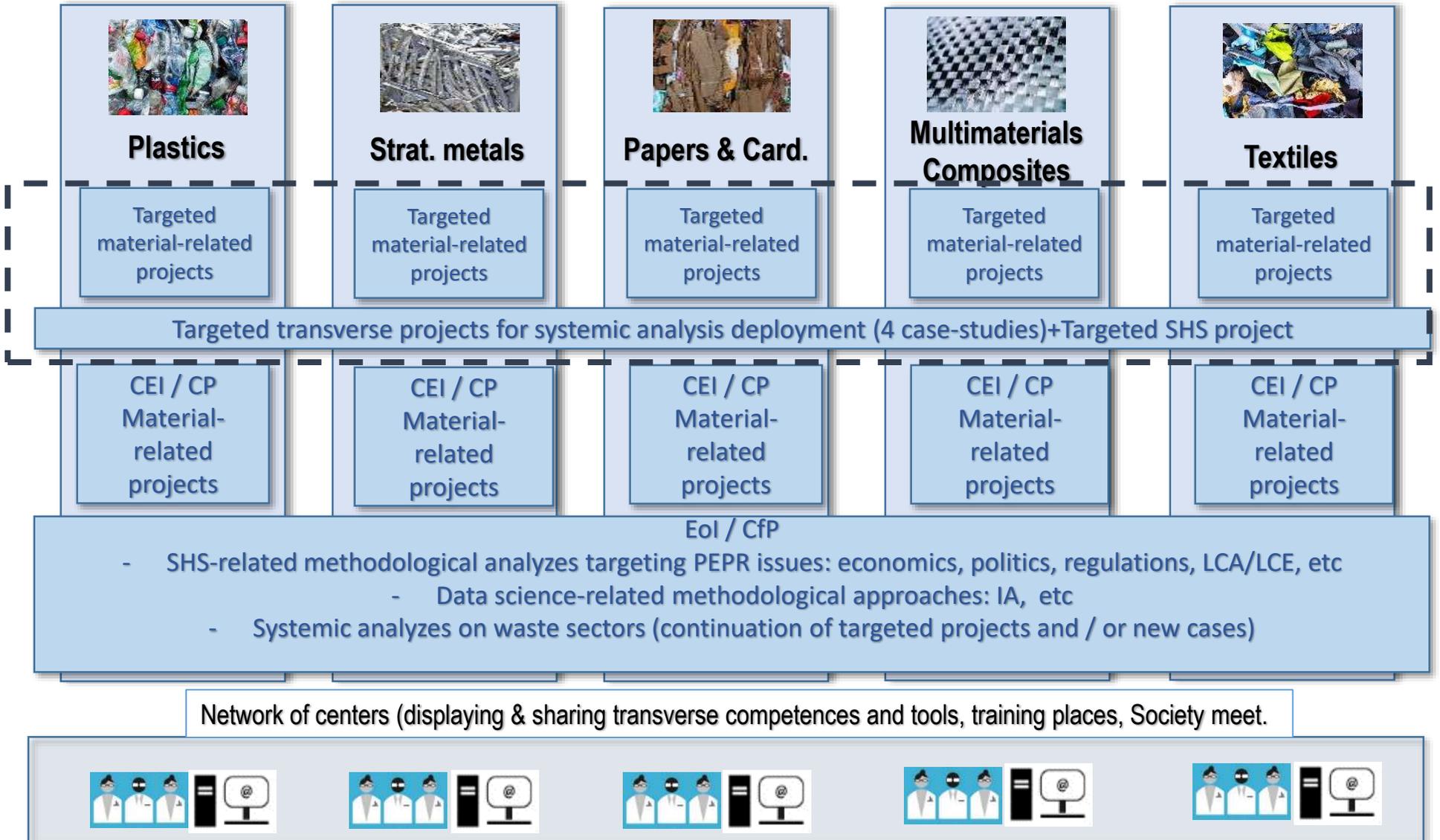
Mise en commun et développement de connaissances et méthodologies transverses

⇒ Définition de (4) projets / axes 'transverses' sur dispositifs et filières

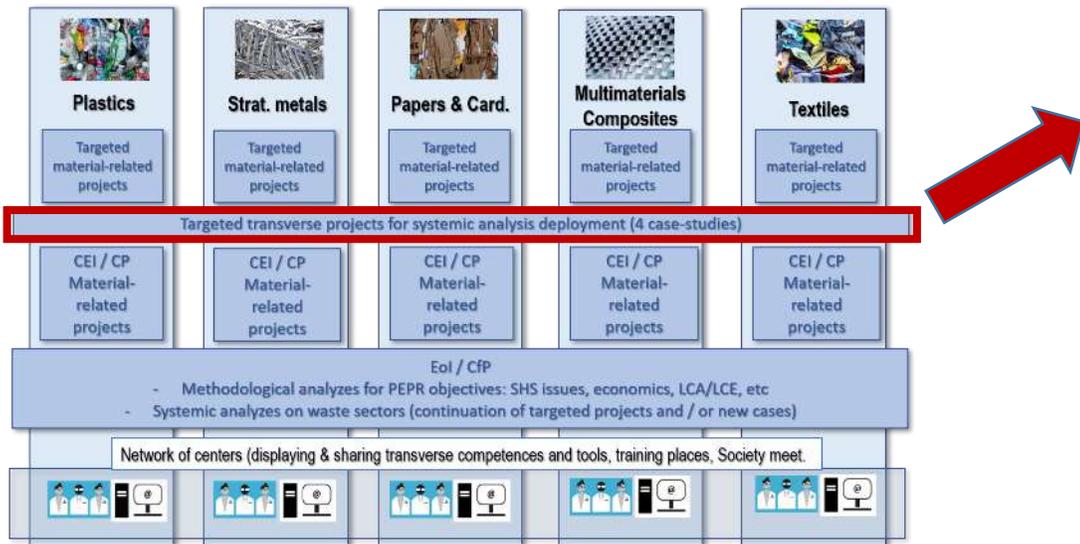
UNE DECLINAISON MATRICIELLE DES PROJETS/AXES DE RECHERCHE

- Projets de recherche ciblés lancés en début de programme M1-M48

env.
35 % budget
PEPR



UNE DECLINAISON MATRICIELLE DES PROJETS DE RECHERCHE DES PROJETS TRANSVERSES POUR UNE APPROCHE SYSTEMIQUE



- 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).



L'IMPLICATION DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES POUR UNE APPROCHE SYSTEMIQUE

Approche Transverse SHS 'Société du Recyclage et de la Ré-Utilisation'



Task 1. Political and territorial ecology of recycling: stakeholders, territories and uses

- Spatial and social dimension of material loops
- Recycling through the lens of plural regimes of circularity governance
- Cleaning, recycling and reusing: the ecologisation of urban cleanliness management in question

Task 2. Consumer behaviour, new roles for public and private stakeholders, regulation and business models

- Consumer behaviour, new roles for public and private actors
- Environmental regulation and new business models

Task 3. Recycling practices and representations in the Anthropocene

- The peripheral territories of waste
- Formal vs informal: analyse the waste practices
- Material property and material politics of waste

Task 0. Coordination

- Day-to-day management including administrative and financial management
- Communication and dissemination strategy

UNE DECLINAISON MATRICIELLE DES PROJETS DE RECHERCHE DES PROJETS TRANSVERSES POUR UNE APPROCHE SYSTEMIQUE



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



Eol / 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)

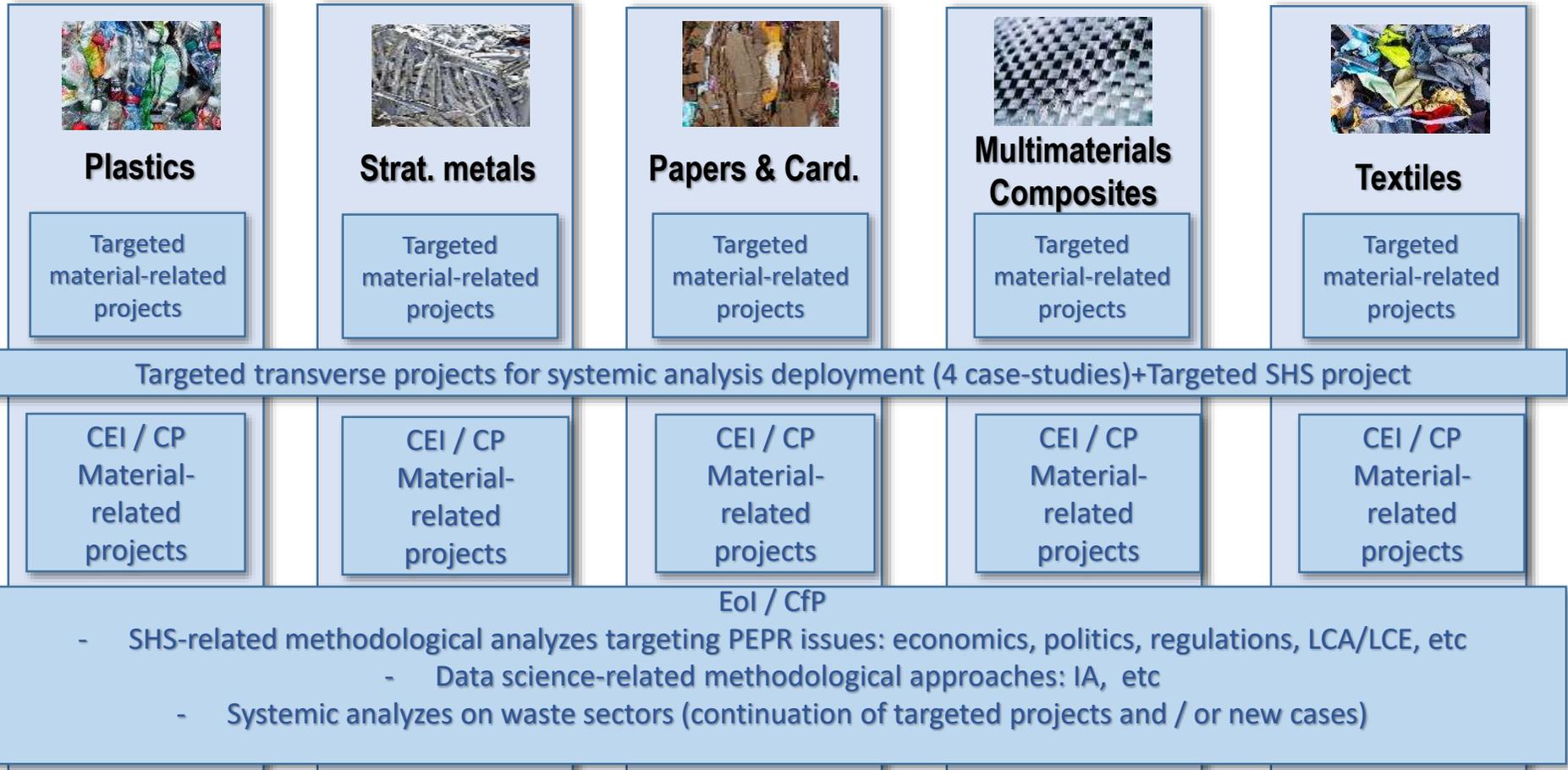
Network of centers (displaying & sharing transverse competences and tools, training places, Society meet.)



- Projets de recherche (lancés après AMI et AAP) AAP M12 et M24

env. 40 % budget PEPR

DES LIEUX-TOTEM POUR 'MATERIALISER' LA MOBILISATION DES DIFFERENTES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES ET L'INTERDISCIPLINARITE



env.
8 % budget
PEPR

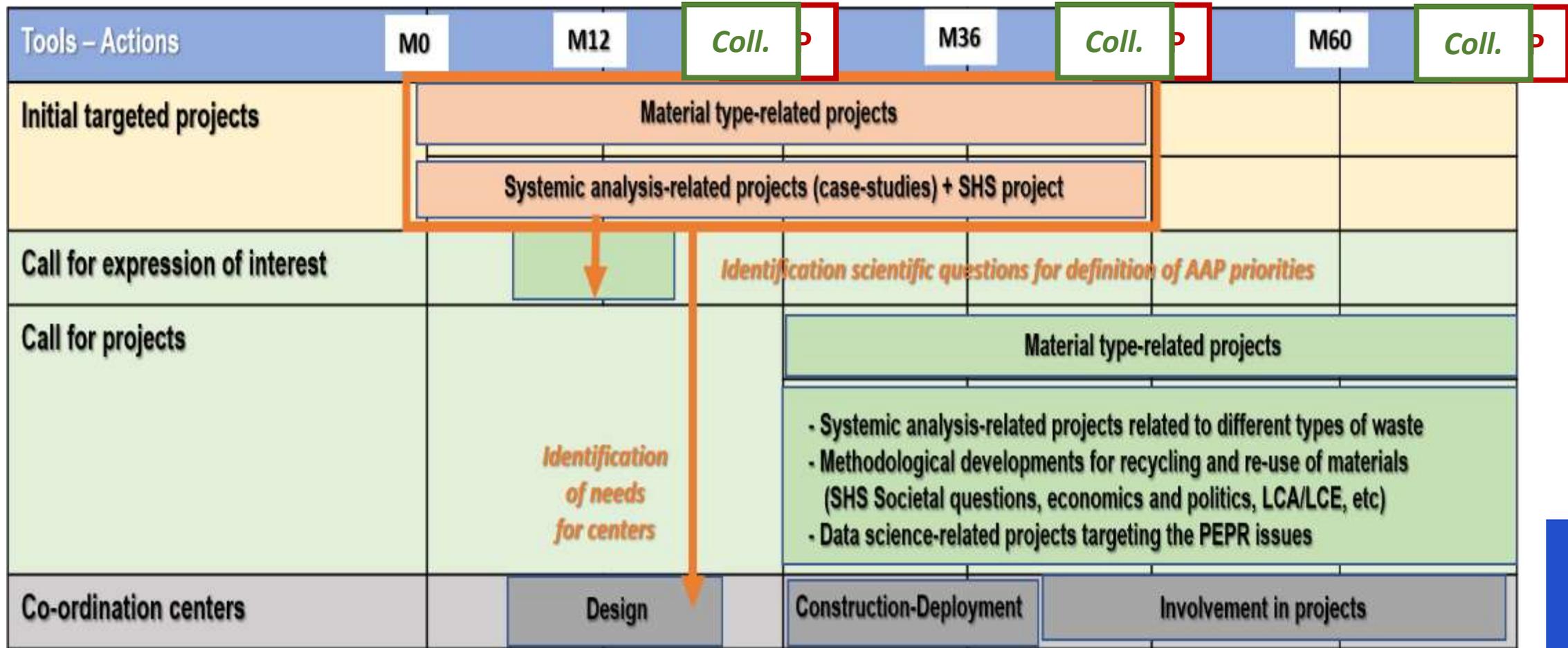
- Centres lieux 'totems' repartis sur le territoire français M6-M72

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



UN DEPLOIEMENT DES ACTIONS ET OUTILS DU PEPR DANS LE TEMPS

DIFFERENTES ACTIONS & CALENDRIER



UNE MOBILISATION DE L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE EN FORTE INTERACTION AVEC LES ACTEURS CONCERNES

- Près de 70 laboratoires ESR mobilisés dans le cadre des (10) projets ciblés lancés en début de programme
- Mobilisation de l'ensemble de la communauté scientifique (laboratoires impliqués + autres) dans le cadre:
 - Appel à manifestation d'intérêt et AAP à (M6/7)
 - Définition et mise en place des leix-totem et leurs actions

Début de processus lors des journées de lancement des projets ciblés / axes



UNE LARGE CONCERTATION POUR LA DEFINITION & MISE EN PLACE DES ACTIONS

SOURCES D'APPUI A LA DEFINITION FEUILLE DE ROUTE

International Scientific Advisory Board

24 scientifiques européens (pour certains ayant participé au CSTP)

Consultation pour retour sur activités de recherche PEPR, avis sur thématiques des AAPs

Expertises des projets

Autres réseaux de recherche : PEPR, Fédérations de recherche, GDR, etc

PEPR Stratégies Nationales: H₂, Batteries, TASE, Bâtiment Ville Durables, ...

PEPR Exploratoires : DIADEM (IA & Matériaux)

Fédérations de recherche (RS2E, H₂, etc), GDR (Polymères & Océans), PROMETHEE, etc

Réseaux européens (ex-NoE): ECNP, EMMI, EPNoE



UNE LARGE CONCERTATION POUR LA DEFINITION & MISE EN PLACE DES ACTIONS

SOURCES D'APPUI A LA DEFINITION FEUILLE DE ROUTE

Club de partenaires socio-économiques et collectivités

Entreprises, centres techniques, pôles de compétitivité, clusters industriels
CSFs du Conseil National de l'Industrie, collectivités, etc
Organismes et agences

Animation : Direction Relations avec les Entreprises du CNRS

Consortium CIRCLE animé par CNRS Innovation et SATT Pulsalys

Ouverture vers le Grand Public & Vulgarisation

**Animations, rencontres, expositions dans lieux-totem PEPR
Science participative**



CELLULES D'APPUI

Cellule de veille stratégique et de valorisation

Deux missions :

- Identification des travaux de recherche menés au sein du PEPR avec potentiel d'aller vers des innovations et offrir des solutions technologiques (⇒ Prématuration / Maturation)
- Ouverture européenne:
 - . Identification des outils européens auxquels les chercheurs du PEPR puissent répondre:
AAPs Horizon, EIC, MCSA, ...
 - . Propositions de feuilles de route stratégiques → PCNs, Bureau Bruxelles

Cellule Science Ouverte (Open Science Support incl. FAIR pour données)

Cellule Communication

ACTIONS PEPR / GANTT GENERAL

Actions	Année I		Année II		Année III		Année IV		Année V		Année VI	
	M1-M6	M7-M12	M13-M18	M19-M24	M25-M28	M29-M36	M37-M42	M43-M48	M49-M54	M55-M60	M61-M66	M67-M72
Pilotage PEPR												
Journée de lancement PEPR	31/05/23											
Revue de programme pour CSTP				M24				M48				M72
Réunions acteurs PEPR		M11		M20		M35		M44		M59		M72
Colloques bisannuels ouverts				M20				M44				M72
Ecoles				M21		M31		M45		M57		M69
Réunions Comité Partenaires S-Eco.		M9		M21		M32		M46		M58		M72
Réunions bilan valorisation / CIRCLE		M9		M21		M31		M45		M57		M72
Ouverture Grand Public		M10		M22		M34		M46		M58		M70
Appels financements internes PEPR : réunions, colloques, missions, international		M11		M23		M35		M47		M59		
Projets ciblés												
Période travaux	M1-M48											
Réunions annuelles de projet		M11		M20		M35		M44				
Appels à projets												
Appel à manifestation d'intérêt AAP#1		M9-M11										
Définition des AAPs #1			M13-14									
Dépôt des projets AAP#1			M15-M17									
Evaluation ANR des projets AAP #1				M18-M22								
Période de travaux AAP#1	M25-M72											
Réunions annuelles de projets AAP#1						M35		M44		M59		M72
Appel à manifestation d'intérêt AAP#2				M22-M24								
Définition des AAPs#2					M26-M27							
Dépôt des projets AAP#2					M28-M30							
Evaluation ANR des projets AAP#2						M31-M35						
Période de travaux AAP#2	M37-M72											
Réunions annuelles de projets AAP#2								M44		M59		M72
Lieux totem												
Appel interne lieux	M7-M12											
Définition lieux totem et programmation				M13-M23								
Mise en place des lieux totem/activités	M24-M72											

RENDEZ-VOUS AUX JOURNEES SCIENTIFIQUES DE LANCEMENT DES DIFFERENTS PROJETS / AXES !

- Connaissance du détail des contenus des axes travaillés et des acteurs engagés
- Préparation des champs de recherche pour les AAPs à venir
- Recueil des actions attendues dans le cadre du PEPR

Importance de la présence des acteurs socio-économiques concernés

PEPR RECYCLAGE, RECYCLABILITE & RE-UTILISATION DES MATIERES

JOURNEES SCIENTIFIQUES DE LANCEMENT DES PROJETS / AXES

PROJET-AXE	PORTEURS	DATE/LIEU
PLASTICS	S. DUQUESNE - K. LAMNAWAR	19 Juin - Lyon
STRATEGIC METALS	Y. MENARD - S. PELLET-ROSTAING	14 Septembre - Orléans
COMPOSITE MATERIALS	C. AYMONIER - J. BEAUGRAND	6 Septembre - Nantes
PAPERS & CARDBOARDS	N. MARLIN - E. ESPITALIER	30 Novembre - Grenoble
TEXTILES	J. DUCHET - A. PERWUELZ	18 Septembre - Roubaix
BATTERIES	A. CHAGNES - E. BILLY	14 Septembre - Orléans
NEW TECHNOL. ENERGY	S. NACHBAUR - E. BOUYER	14 Septembre - Orléans
WEEE	J.C. GABRIEL - S. TOUZE	14 Septembre - Orléans
HOUSEHOLD WASTE	L. BARNA - Y. CHALAMET	16 Juin - Toulouse
SOCIETY OF RECYCLING/REUSE	J.C. BAHERS - Y.P. TASTEVIN	20 Octobre - Tours

Merci de votre attention !

©Natalia-StockAdobe.com