



Webinaire

Métaux critiques et stratégiques : quels enjeux pour l'écoconception des EEE ?



22 mars 2024

Mag REEsource

THE GREEN RARE EARTH MAGNET COMPANY



ecosystem

Un éco-organisme de la filière REP DEEE

ecosystem
recycler c'est protéger

Organisation privée à but
non lucratif agréée pour :

01 Organiser la collecte, la dépollution et le recyclage des



DEEE
Ménagers



DEEE
Professionnels



Lampes
et tubes



Petits appareils
extincteurs

02 Allonger la durée d'usage des équipements électriques et électroniques (EEE) et donner une 2^{ème} vie aux matières grâce à plusieurs leviers



Réemploi



Réparation



Recyclage

Sommaire

- 1 Introduction et réglementations – Axel ROY, ecosystem
- 2 Métaux critiques et stratégiques dans les EEE – focus sur les cartes électroniques – Alice BIZOUARD et Henri DE NICOLAY, ecosystem
- 3 Témoignage autour du recyclage des aimants – Luc AIXALA, MagREESource
- 4 Bénéfices environnementaux et sociaux du recyclage des métaux critiques et stratégiques – Guillaume AUDRAIN, ecosystem
- 5 L'accompagnement d'écosystem et conclusion – Axel ROY, ecosystem



01

Introduction et règlementations

Un cadre réglementaire de plus en plus exigeant

Une communication accrue sur la composition des EEE



Recyclabilité

- Loi AGEC (fiche env. + écomodulations + PPE)
- CSRD
- Taxonomie
- REPD



Contenu recyclé

- Loi AGEC (fiche env. + écomodulations + PPE)
- CSRD
- REPD
- Règlement sur les MPC



Substances dangereuses

- Loi AGEC (fiche env. + écomodulations)
- REACH
- Taxonomie



Matières premières critiques

- Loi AGEC (terres rares & métaux précieux) + éco-modulation
- Règlement sur les MPC
- Taxonomie
- Piste de révision DEEE



Réparabilité et durabilité

- Loi AGEC
- Directive droit à la réparation
- CSRD + Taxonomie
- REPD



Autres

- Ecolabel (Taxonomie)
- Séparabilité de la batterie
- Gaz HFC
- RFB dans les plastiques

CSRD : Corporate Sustainability Reporting Directive

HFC : Hydrofluorocarbures

MPC : Matières Premières Critiques

REPD : Règlement sur l'Ecoconception pour des Produits Durables (ESPR)

RFB : Retardateurs de Flamme Bromés

■ En vigueur

■ A venir



Règlement sur les matières premières critiques (CRM Act)

Accroître le recyclage des terres rares en Europe

Proposition de règlement par la Commission européenne

16 mars 2023

Accord final du Conseil

Mars 2024

Prochaine étape

Promulgation au Journal Officiel

Objectif: garantir un approvisionnement sûr, diversifié, abordable et durable en MPC dans l'UE, indispensables aux secteurs stratégiques

La demande de terres rares dans l'UE :

- x6 d'ici 2030
- x7 d'ici 2050

La demande de lithium dans l'UE :

- x12 d'ici 2030
- x21 d'ici 2050



D'ici 2030, la **capacité de recyclage de l'UE** doit lui permettre de produire au moins **25 % de sa consommation annuelle** de MPC

Source: [Accord provisoire sur la proposition de règlement](#)

Règlement sur les matières premières critiques

Matières critiques et matières stratégiques



Le Règlement identifie :

- **34 Matières premières critiques** (en bleu et jaune à gauche)
- **dont 17 sont stratégiques** (en jaune)



Au plus tard le 1^{er} janvier 2027, adoption d'un acte délégué prévoyant une **capacité de recyclage de l'Union**, exprimée en **pourcentage des matières premières stratégiques disponibles dans les flux de déchets concernés**

Source: Accord provisoire sur la proposition de règlement



Règlement sur les matières premières critiques

Accroître la circularité des matières critiques



Mesures nationales pour accroître la circularité

D'ici 2026*, les Etats Membres doivent mettre en place des **programmes nationaux** visant à :

- Accroître la **réutilisation** et la **réparation** des produits et composants avec un potentiel de récupération des MPC
- **Accroître la collecte, le tri et le traitement des déchets** avec un potentiel élevé de valorisation de MPC et garantir leur acheminement vers le **système de recyclage approprié**
- Accroître la maturité des technologies de recyclage des MPC
- Accroître l'utilisation des **MPC secondaires**
 - contenu recyclé dans les critères d'attribution des marchés publics
 - incitations financières à leur utilisation

*2 ans après l'adoption du règlement



Entreprises et produits

Aimants permanents dans les EEE

- Inscription sur plusieurs types de produits et dans le passeport produit de la **présence d'aimants permanents et de leur composition***
- Communication du pourcentage de contenu recyclé*
- Pourcentage minimal de contenu recyclé à partir de 2032 (acte délégué)

*néodyme, dysprosium, praséodyme, terbium, bore, samarium, nickel et cobalt

Source: Accord provisoire sur la proposition de règlement



Décret n°2022-748

Davantage de transparence sur la composition des EEE

Incorporation de matière recyclée	« produit comportant au moins [%] de matières recyclées »
Recyclabilité	<ul style="list-style-type: none">« produit majoritairement recyclable » : si les 5 critères sont remplis« entièrement recyclable » : si >95%
Métaux précieux	« contient au moins [X milligrammes] de métaux précieux ¹ »
Terres rares	« contient au moins [X milligrammes] de terres rares ² »
Substances dangereuses	« contient une substance dangereuse » ou « contient une substance extrêmement préoccupante » + nom de la substance (si concentration >0,1%)
Bonus/malus	« Dans le cadre de la modulation des éco-contributions, ce produit a fait l'objet: <ul style="list-style-type: none">d'une prime sur l'incorporation de matières recycléesd'une prime sur la réparabilitéd'une pénalité sur la présence de substances dangereuses »

¹or, argent, platine, palladium

²scandium, yttrium, lanthane, cérium, praséodyme, néodyme, prométhium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutécium

	Chiffre d'affaires annuels pour les produits concernés	Nombre d'unités mises sur le marché annuellement
	Critères cumulatifs	
Depuis le 1 ^{er} janvier 2023	50 M€	25 000
Depuis le 1 ^{er} janvier 2024	20 M€	10 000
A partir du 1 ^{er} janvier 2025	10 M€	10 000

Sources: Article 13-1 de la loi AGEC / Décret n°2022-748



Eco-modulation

Réflexion autour d'un système de bonus/malus sur les matières premières critiques et stratégiques

En application de la loi AGECE, les éco-organismes proposent des primes et pénalités (dont le montant varie en fonction des produits) fondées sur des critères de performance environnementale pertinents

Tous les critères ne sont pas applicables à l'ensemble des EEE et le dispositif final est en cours de validation par les pouvoirs publics.

* R134a, R407c, R410a, R404a, R507

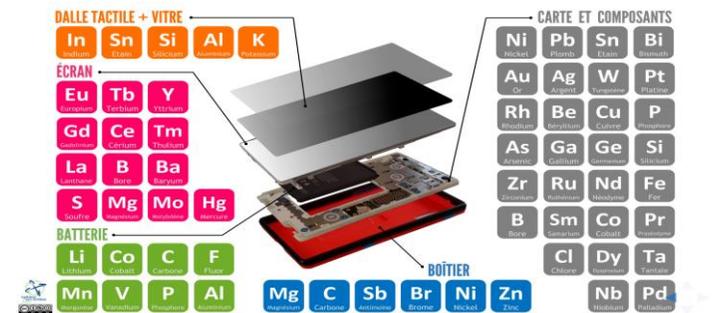
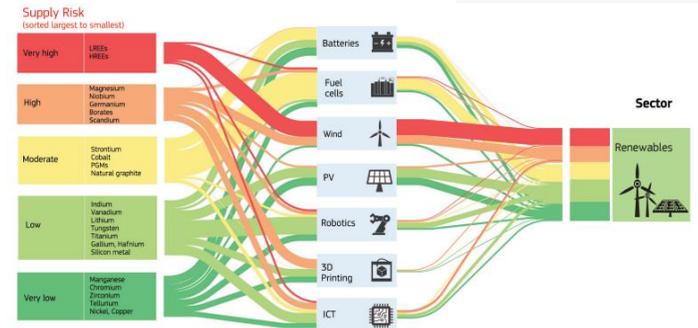
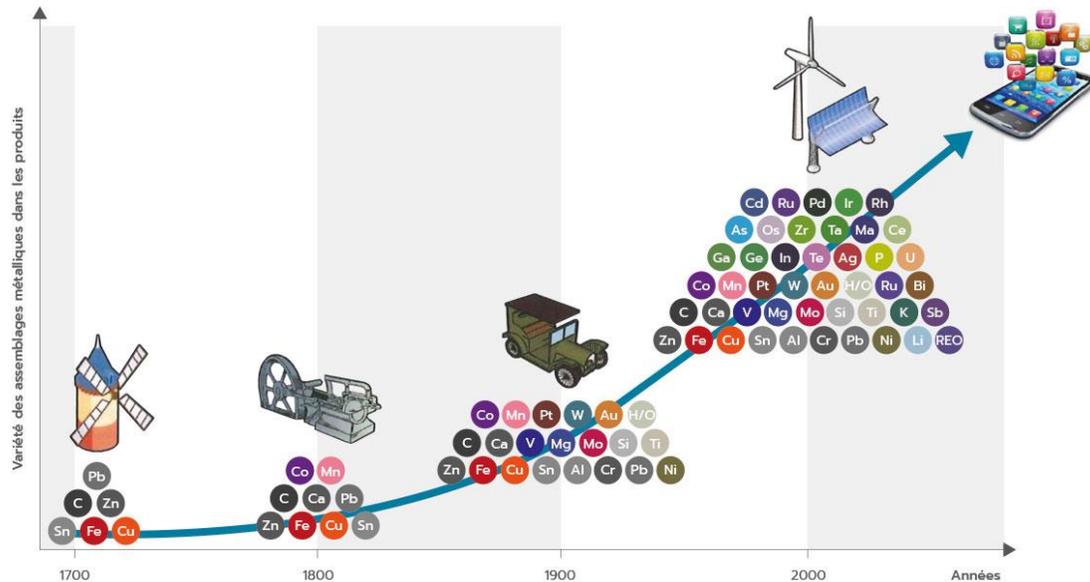
Primes			Pénalités			
Indice de réparabilité élevé	Disponibilité des pièces détachées	Incorporation de plastiques recyclés	Indice de réparabilité faible	Batterie non séparable	Gaz HFC*	RFB dans les plastiques

- Deux nouveaux critères de performance environnementale obligatoires portant sur l'incorporation de matière recyclée **autre que le plastique**, notamment de matières premières **critiques et stratégiques**, et [...]

02

Métaux critiques et stratégiques dans les EEE

Des métaux critiques dans les (D)EEE : Oui ...



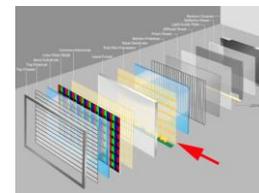
...Mais

- Quelles quantités, quelles formes chimiques ?
- Dans quels équipements ou composants se trouvent-ils ?
- Quelles évolutions ?
- Comment les extraire ?

Métaux critiques (MC) et DEEE : ce que l'on sait

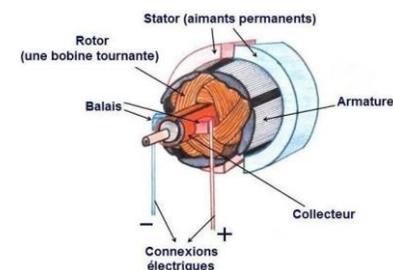
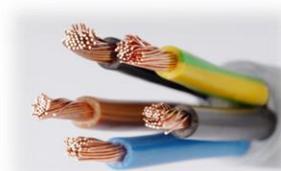
Les MC dans les DEEE se retrouvent **principalement dans**

- Les cartes électroniques
- Les aimants permanents
- Les plastiques bromés
- Les puces LED
- Les dalles d'écrans plats TV/moniteurs



Le cuivre est également un métal critique. On le retrouve principalement dans les DEEE:

- Les câbles
- Les moteurs
- Les compresseurs
- Les inducts
- Les déviateurs



Une récolte de données à plusieurs niveaux

De la répartition des équipements aux concentrations d'éléments



ECHANTILLONNAGE :

- Connaître la répartition des équipements dans nos flux
- Evaluer les évolutions technologiques
- Dater les équipements
- Estimer le pillage

...

➤ EN UN AN, PLUS DE **400 000** OBJETS ÉCHANTILLONNÉS SOIT PRÈS DE 1000 TONNES

Bilan Matière Equipement :

- Connaître la composition des équipements
- Mesurer son évolution dans le temps

➤ PLUS DE **20 000 ÉQUIPEMENTS DÉMONTÉS** SOIT PRÈS DE 250 TONNES DÉPUIS LE DÉBUT DU PROGRAMME

Analyse des composants :

- Connaître les concentrations en métaux critiques

➤ PLUS DE 500 ANALYSES SUR PLUS DE 3000 COMPOSANTS

Démontage des éléments complexes

Avoir un bilan matière précis sans éléments complexes (moteurs, pompes, ventilateur, déviateurs...)

➤ ET PLUS DE **2000 COMPLEXES DÉMONTÉS**

% Métaux précieux	Or	0,00437%
	Argent	0,01525%
% Platinoïdes		0,00300%
% Autres métaux stratégiques	Cobalt	0,01136%
	Gallium	0,00060%
	Germanium	0,00025%
	Indium	0,00193%
	Tantale	0,00663%
	Titane	0,21301%
% Terres rares	Tungstène	0,07020%
	Dysprosium	0,00025%
	Néodyme	0,00064%
% Autres métaux	Praséodyme	0,00028%
	Aluminium	3,69765%
	Antimoine	0,11485%
	Cuivre	12,62589%
	Etain	2,48153%
	Fer	7,43099%
	Magnésium	0,11455%
	Manganèse	0,74066%
Nickel	0,39432%	
Plomb	0,38743%	

Etude ecosystem sur les cartes électroniques

Contexte:

- **Peu de données régulièrement mises à jour** sur les métaux critiques dans les DEEE dans la biblio
- **ecosystem** est probablement l'acteur avec le plus de données sur le sujet

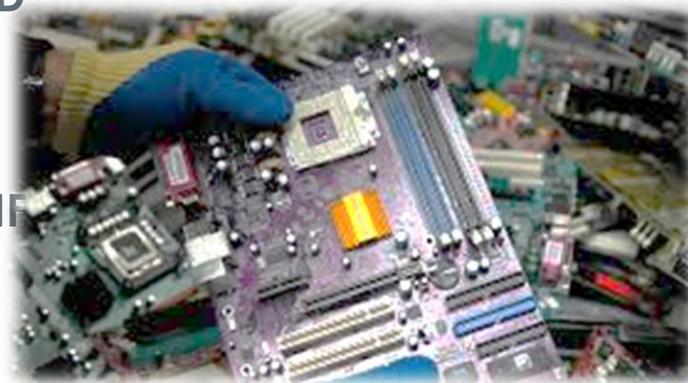
(projets européens PROSUM et FUTURAM)

Objectifs

- ❓ **Quantifier la part de métaux identifiés comme critiques:**
 - Dans la fraction carte, par flux (Etude effectuée)
 - Par type d'équipement (**Etude en cours**)
- ❓ **Eclairer nos choix sur la stratégie en R&D**

Périmètre de l'étude

- ❓ **Gros Electroménager Hors Froid (GEM HF)**
- ❓ **Petits Appareils en Mélange (PAM)**
- ❓ **Ecrans Plats (EP)**
- ❓ **Ecrans CRT**



Etude ecosystem sur les cartes électroniques

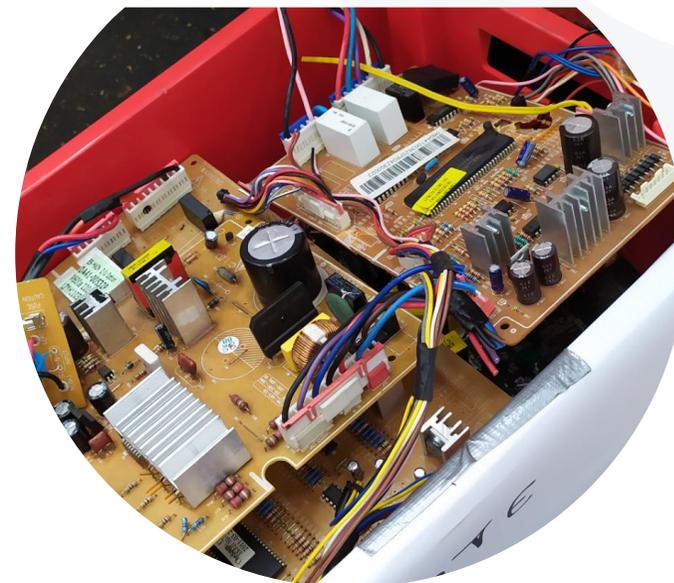
Méthodologie

Etat des lieux des sites d'extraction

- Type de traitement
- Etape d'extraction des cartes
- Par massique des cartes dans le flux

Protocole de prélèvements

- Prélèvement sur 4 h de fonctionnement
- Cartes issues d'au moins 5 types d'équipements



Protocole de préparation

- Réductions granulométriques
- Broyage cryogénique à 500 microns
- Tri des imbroyables (ferreux, non ferreux)

Analyses laboratoire

- Pertinence et cohérence des résultats des laboratoires
- Composition des cartes



Gisement en métaux critiques dans les cartes

Famille	Élément	Masse dans la collecte française (t)
Métaux non ferreux	Etain	157,471
Métaux non ferreux	Plomb	46,272
Métaux précieux	Or	0,567
Métaux rares et semi précieux	Antimoine	11,187
Métaux rares et semi précieux	Beryllium	0,007
Métaux rares et semi précieux	Tantale	0,980
Métaux rares et semi précieux	Titane	12,293
Métaux rares et semi précieux	Vanadium	0,206
Platinoïde	Palladium	0,139
Platinoïde	Platine	0,017
Terres rares	Gallium	0,056
Terres rares	Ytterbium	0,005

Rapport collecte française /
demande européenne *
pouvant aller jusqu'à 20%

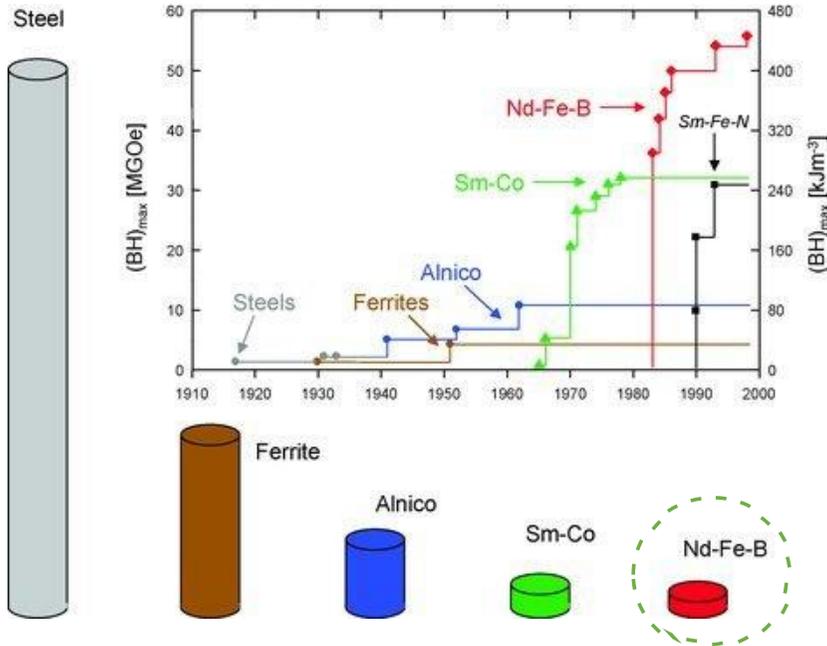
Des quantités faibles mais avec un impact potentiel fort sur l'économie

*source rapport JRC- SCIENCE FOR POLICY REPORT - Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU. Les secteurs ciblés sont **UNIQUEMENT** les secteurs considérés comme stratégiques par l'étude

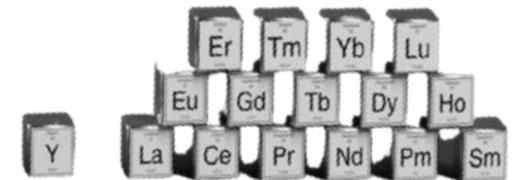
03

Témoignage autour du recyclage des aimants

Les aimants permanents aux terres rares



- 25-30% Nd
- 1-4% Dy



Relative magnet size and shape of various permanent magnet materials to generate 1000 G at 5 mm from the pole face of the magnet

Source : <https://doi.org/10.1002/adma.201002180>



Des applications très variées



Source : TCMag

>30-40% des aimants NdFeB sont destinés aux EEE !



Forte
demande

Un matériau critique



98% des usines
d'aimants en
Chine



Les enjeux du recyclage

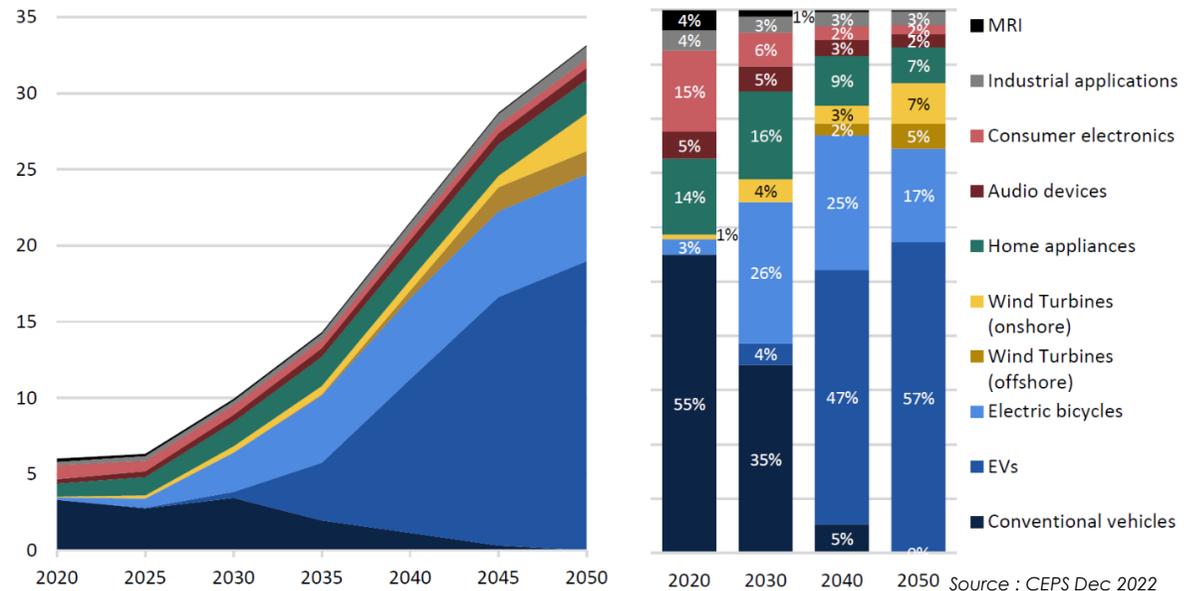
Moins de 1% des aimants sont actuellement recyclés

Mais la ressource en déchets d'aimants ne fait qu'augmenter

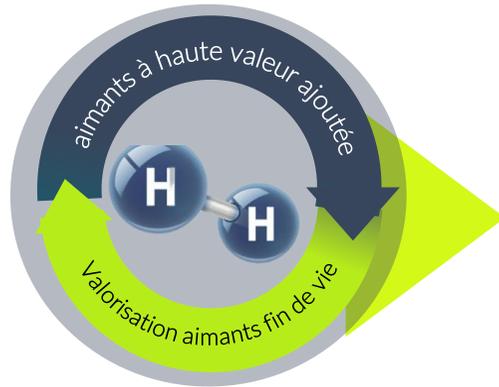
2020
5,000t de déchets

2035
15,000t de déchets

EoL NdFeB magnet recycling potential in the EU from selected applications (kT)



MagREEsources – recyclage en voie courte



Issu de 25 ans de recherche au CNRS, un procédé de recyclage propre – à l'hydrogène – sans chimie, sans rejets et peu consommateur d'énergie



91%

6kg CO₂ eq vs. 67,6 kg pour un aimant à partir de terres rares minées



96%

Réduction de la consommation des ressources minérales

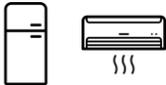


87%

1187 L d'eau en moins pour fabriquer 1 kg d'aimant



Les aimants NdFeB dans les D3E

<p>Disques durs</p> 	<p>EDPM (trottinettes, hoverboards, VAE...)</p> 	<p>Haut-Parleurs</p> 	<p>GEM HF (machines à laver)</p> 	<p>GEM F (frigos, clim...)</p> 	<p>Autres flux D3E (moteurs électriques, disjoncteurs, compteur Linky, etc...)</p>
<p>2g dans les 2,5" 10-15g dans les 3,5"</p>	<p>140g dans les trottinettes et overboards</p>	<p>5-10g à 100g dans les HP des TV écran plat et enceintes (haut de gamme)</p>	<p>70g dans les moteurs</p>	<p>70-150g dans les compresseurs</p>	<p>Variable</p>
					



Perspectives de développement



Basé à Grenoble sur l'autoroute de Lyon, atelier de 1 200m² pour la R&D, le recyclage et la production (50-100t/an)

2023



« MagFactory » : 1^{ère} usine durable d'aimant permanents en Europe (500-1000t/an)

2027

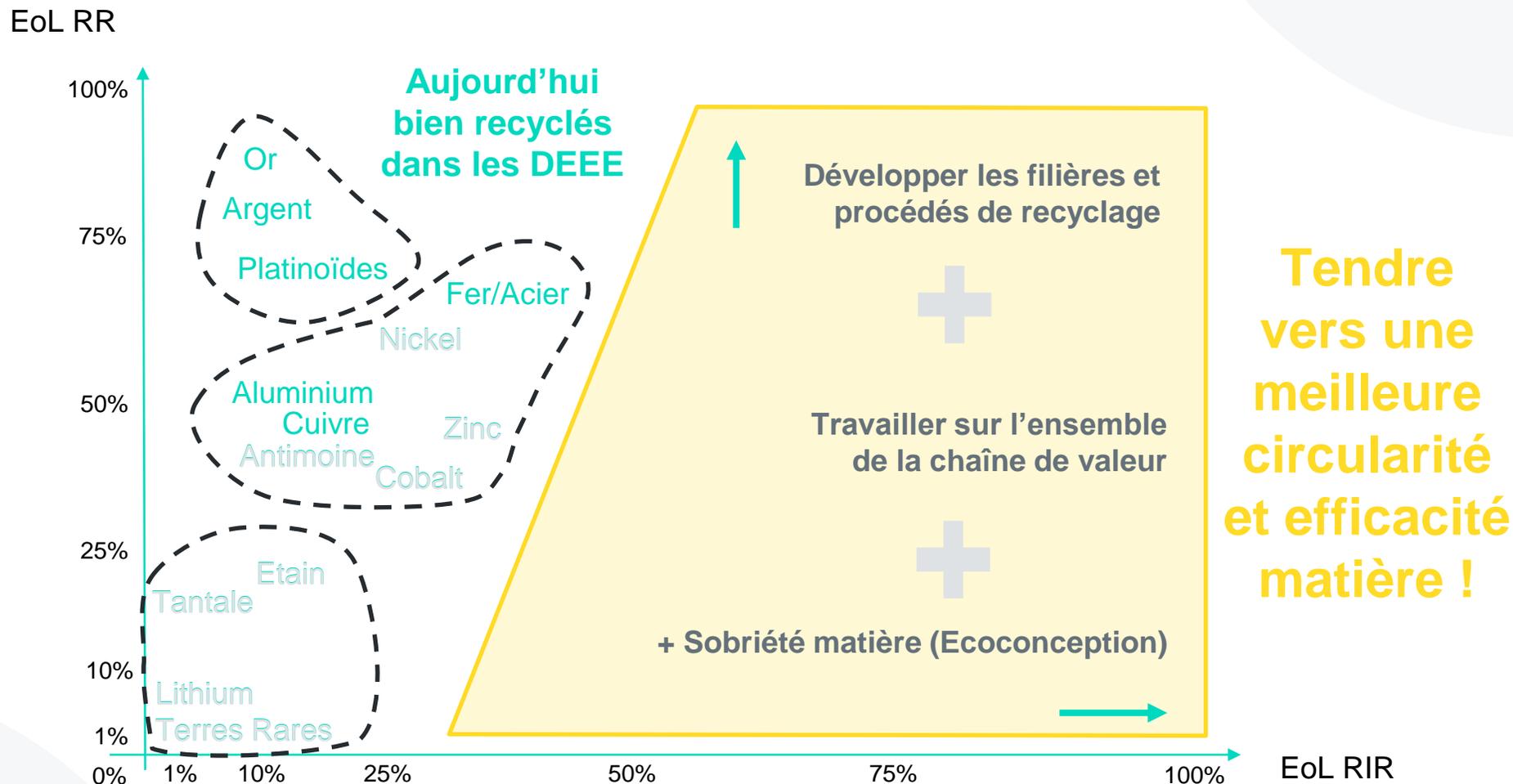


04

Bénéfices environnementaux et sociaux du recyclage des métaux critiques

Positionnement du recyclage au regard des enjeux

De quels indicateurs parle-t-on ?



EoL RR = End of Life Recycling Rate = Taux de matière réellement recyclée dans un gisement potentiel
EoL RIR = End of Life Recycling Input Rate = Contribution du recyclage à l'approvisionnement (ici UE)

Selon les définitions du JRC (Commission Européenne)

S'ajoute à cela l'enjeu de réduire les impacts environnementaux !



Source: Miningdigital.com

S'ajoute aussi l'enjeu de réduire les impacts sociaux !



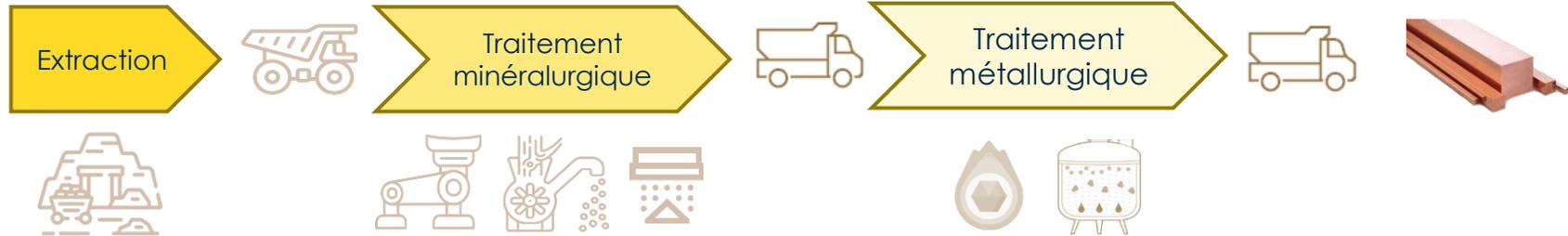
Source: mining.com
Crédit: Cobalt Blockchain

Identifier/Évaluer les impacts sur les chaînes de valeur

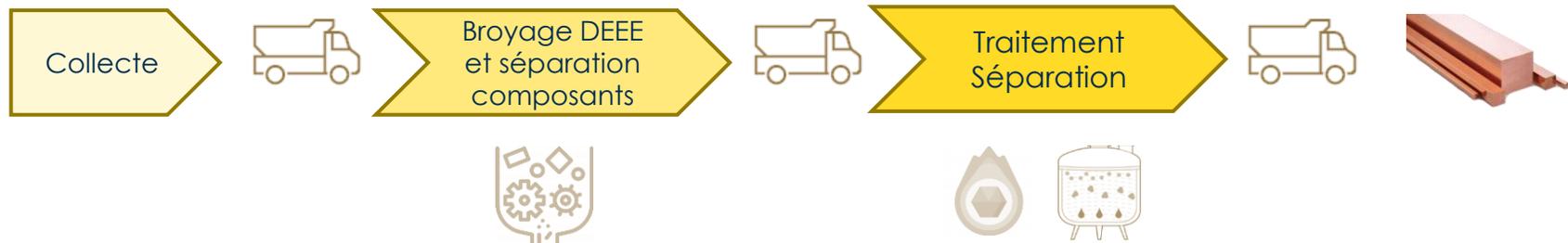
Des impacts différents entre la chaîne du recyclage et de la mine !



source: mining.com



source: neomag (2021)



Enseignements actuels sur les métaux recyclés

Une réduction significative des impacts environnementaux

Le tableau ci-dessous présente les réductions d'impacts en % sur différents indicateurs grâce à l'utilisation d'or, d'argent, de cuivre recyclés issus de DEEE (petits appareils) plutôt que leurs équivalents issus de l'extraction minière :



Matériau	Changement climatique	Ressources fossiles (pétrole, charbon, gaz)	Ressources minérales (minerais)
	% d'impacts évités		
Or	99 %	99 %	99 %
Argent	99 %	99 %	99 %
Cuivre	72 %	63 %	99 %

[Pour plus d'informations :](#)



<https://weee-lci.ecosystem.eco/>

Objectif 1 :

Estimer les bénéfices environnementaux potentiels associés au recyclage des métaux critiques, issus des DEEE et n'étant aujourd'hui pas recyclés afin d'orienter la filière sur le développement de nouveaux procédés

Objectif 2 :

Estimer les bénéfices sociaux potentiels associés au recyclage des métaux critiques issus des DEEE et n'étant aujourd'hui pas recyclés au regard de la production primaire

Phases de l'étude environnementale

1. Quelle appréhension du phénomène de dissipation des métaux dans les DEEE ?

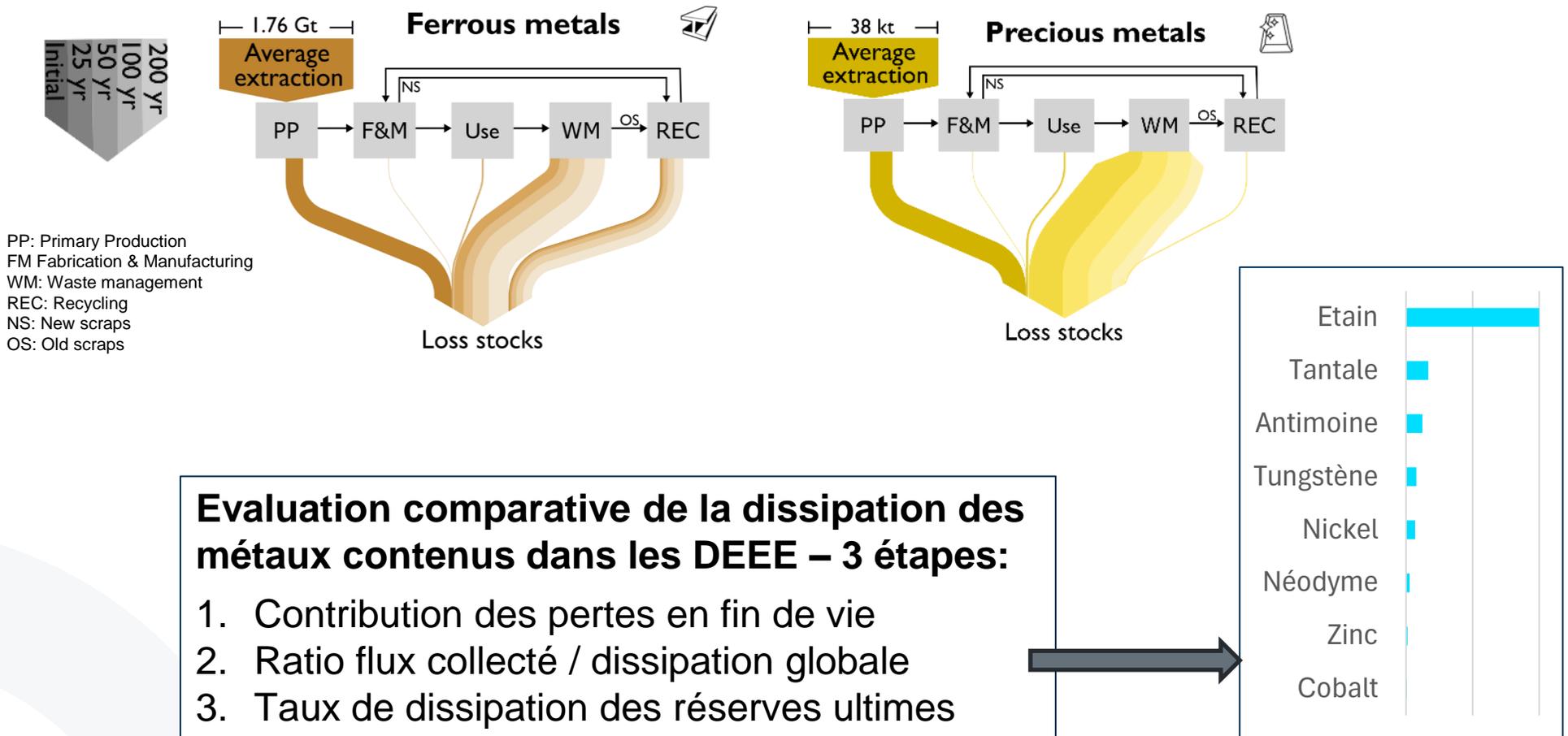
2. Sur quels métaux le recyclage doit-il être encouragé de manière plus forte selon les enjeux ?

3. Quels enseignements sur les impacts environnementaux du recyclage des métaux critiques ?

Dissipation des métaux

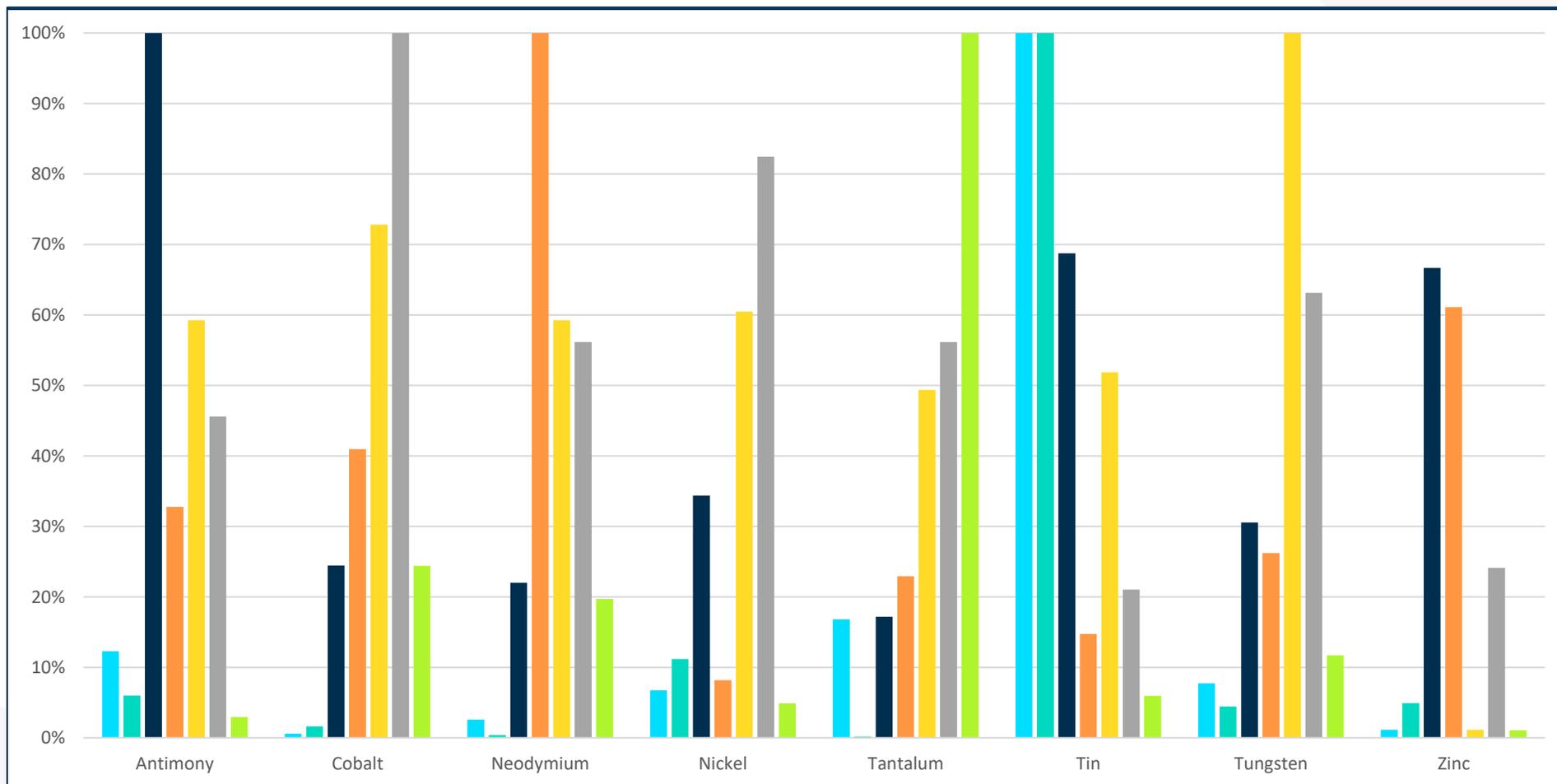
Compréhension et évaluation du phénomène

Evaluation des flux et pertes en métaux au cours du temps et des étapes de cycle de vie



Quels métaux recycler en priorité ?

Une évaluation multicritères et des compromis à trouver !



Dissipation

Quantité de métal dans le flux de DEEE

Épuisement de la ressource

Risque approvisionnement

Economique

Besoin et croissance du marché

Empreinte CO₂



Enseignements clés sur le volet environnemental

Des impacts différents selon les technologies et procédés de recyclage

Pyrométallurgie → Energie | Hydrométallurgie → Solvants

Des bénéfices attendus avec un ratio moindre que sur l'or et l'argent

Etapas complémentaires de traitement / affinage

Des bénéfices atténués en fonction des conditions d'extraction des métaux vierges

Coextraction, localisation de la mine,...

La concentration du métal dans les gisements est un facteur clé !

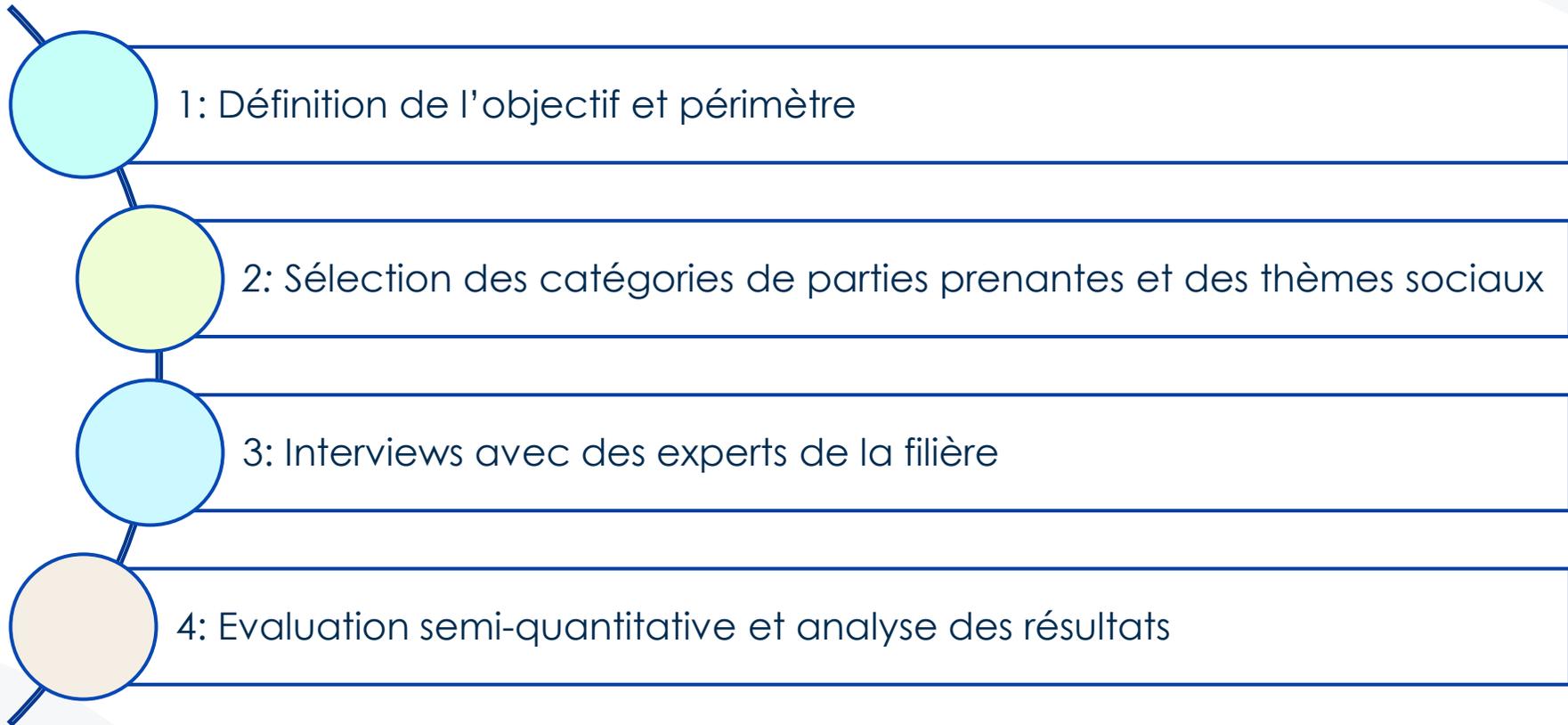
Que ce soit pour le recyclage ou pour la mine !

Etude toujours en cours



Phases de l'étude d'ACV sociale

Les étapes clés de la démarche



Sélection des critères d'évaluation

Par typologie de partie prenante

Employés

Liberté d'association
Travail des enfants
Salaire juste
Heures de travail
Travail forcé
Égalité des chances
Santé et sécurité
Avantages sociaux
Harcèlement

Acteurs de la chaîne de valeur

Consommateurs

Santé et sécurité
Traitement des retours d'expérience
Gestion responsable en la fin de vie
Confidentialité des données
Transparence

Conditions de vie sécurisées

Compétition juste
Promouvoir la responsabilité sociale
Relation fournisseurs
Respecter les droits de propriété intellectuelle
Répartition des richesses

Communauté locale

Petits exploitants
Accès aux ressources matérielles
Accès aux ressources immatérielles
Délocalisation / migration
Héritage culturel
Conditions de vie saine et sûres
Respect des droits autochtones
Engagement pour la communauté
Emploi local

Société

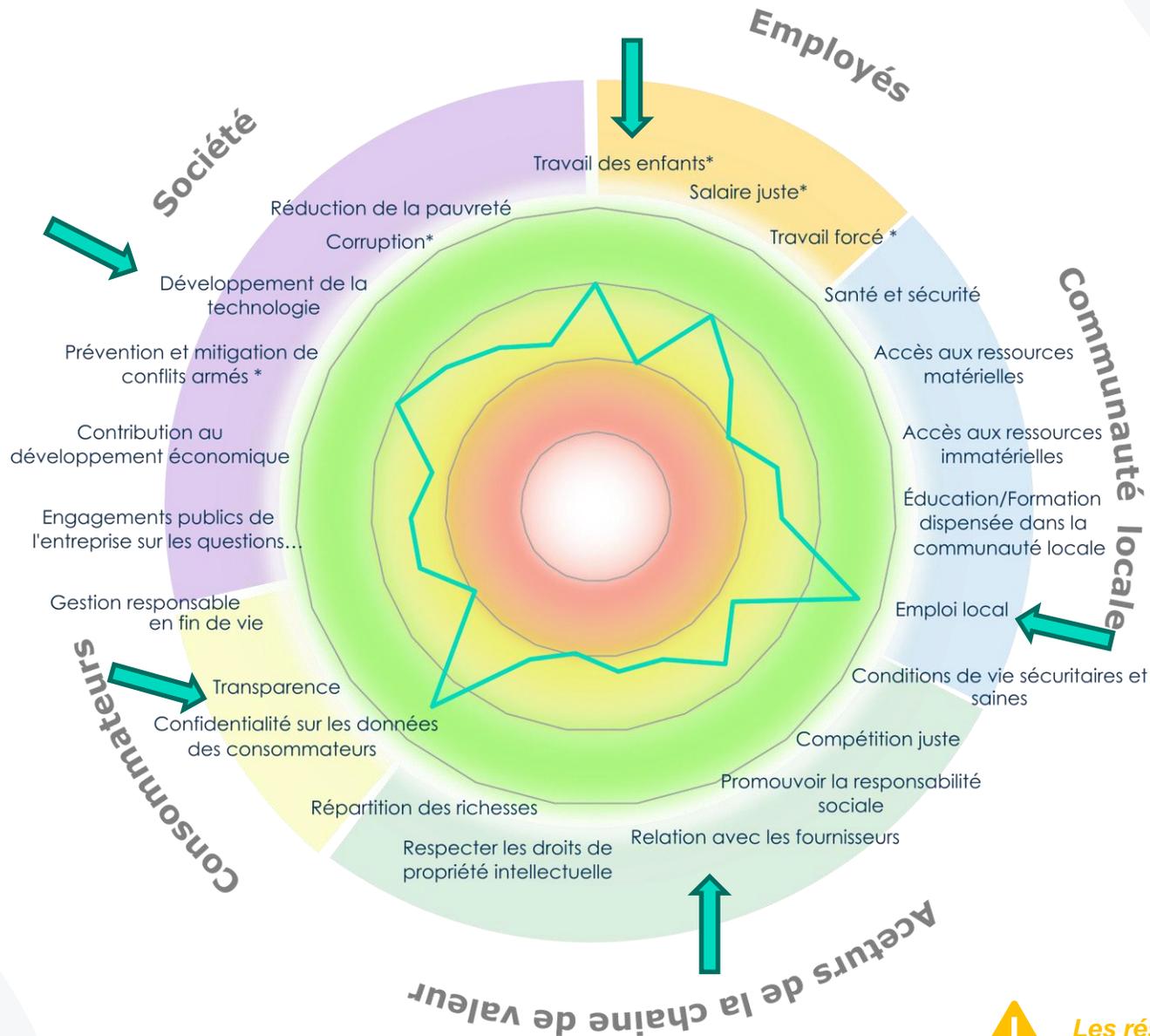
Engagements publics de l'entreprise
Contribution au développement économique
Prévention et mitigation de conflits armés
Développement de la technologie
Corruption
Traitement éthique des animaux
Réduction de la pauvreté

Enfants

Éducation / formation
Problème de santé
Pratiques commerciales

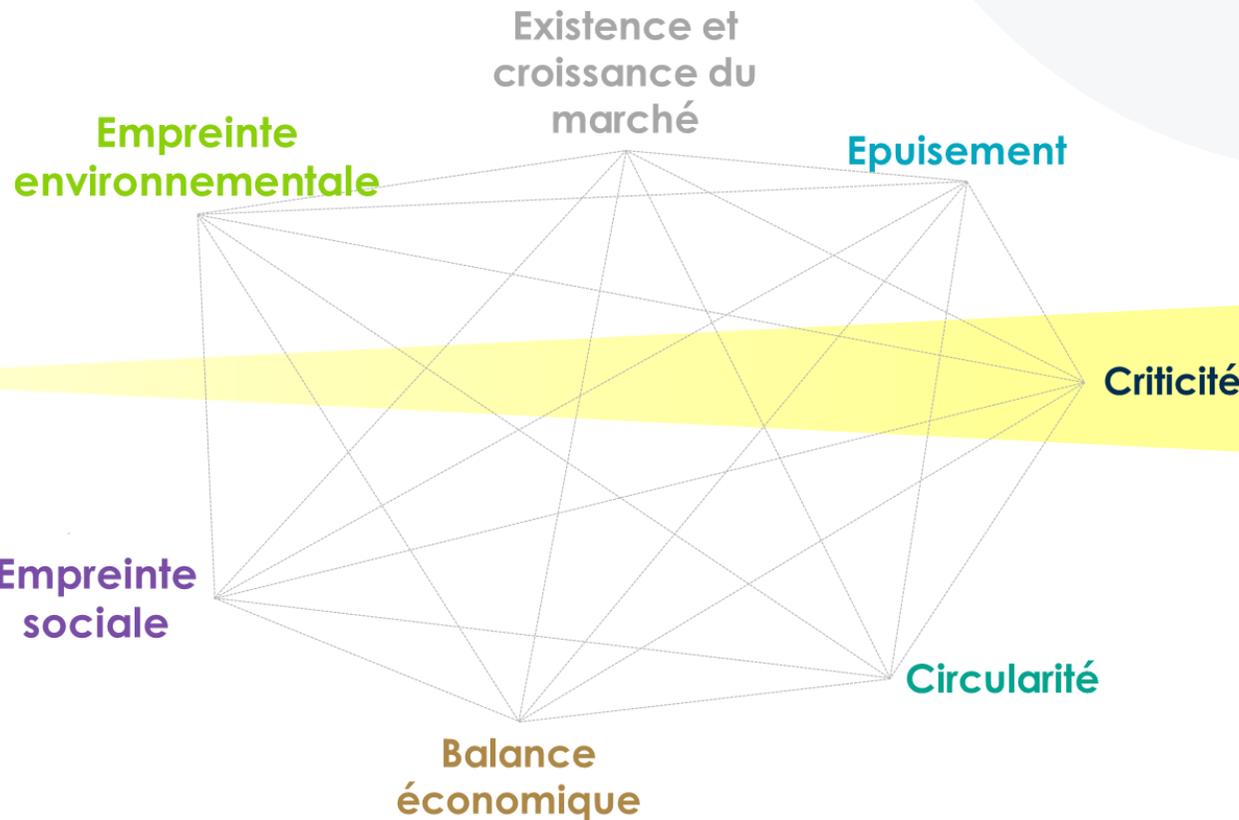


Enseignements clés sur le volet social



Les résultats affichés sont provisoires

A garder en tête ! ou en vue !



Source : Freepik

05

L'accompagnement d'écosystem et conclusions

Les messages clés du R&Day autour de l'écoconception



Notre accompagnement à l'écoconception autour des métaux critiques

Webinaire et sensibilisation

Mise en contact avec les acteurs du secteur

Mag REEsource

THE GREEN RARE EARTH MAGNET COMPANY



Nos webinars sur l'éco-conception

ecosystem

20 vidéos 5027 vues Dernière modification le 13 févr...

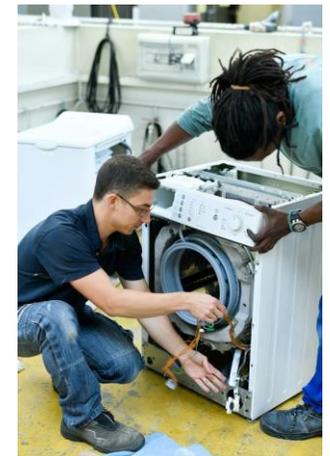


Tout lire

Aléatoire

Une série de webinars éco-conception pour une seconde vie des matières et des produits

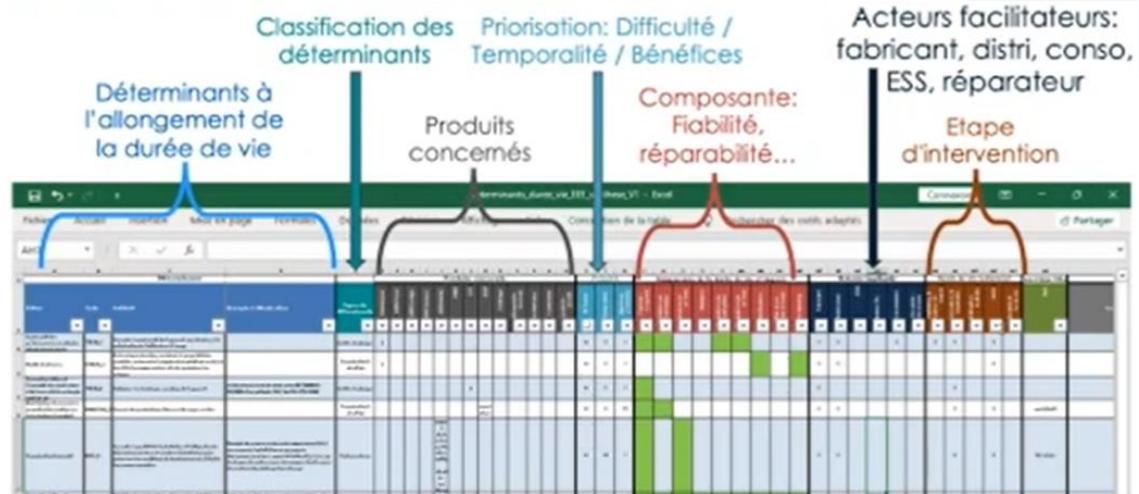
Visite de site de recyclage (cartes...) / réemploi



Notre accompagnement à l'écoconception autour des métaux critiques

Bonnes pratiques d'écoconception orientées recyclabilité / durabilité

En réflexion...
refonte de l'outil
REECYC'LAB

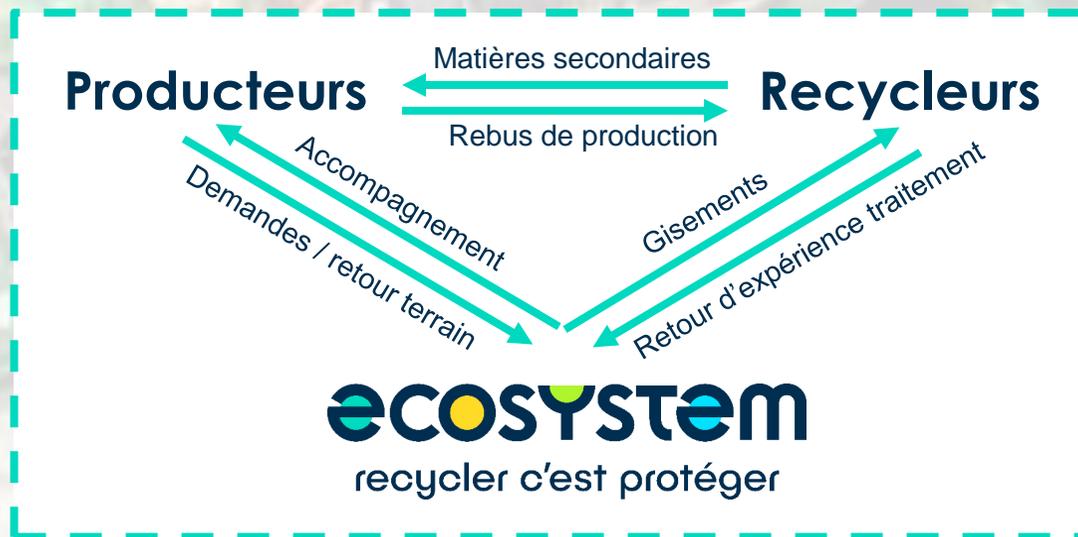


Encourager la recyclabilité et l'allongement de la durée de vie des équipements



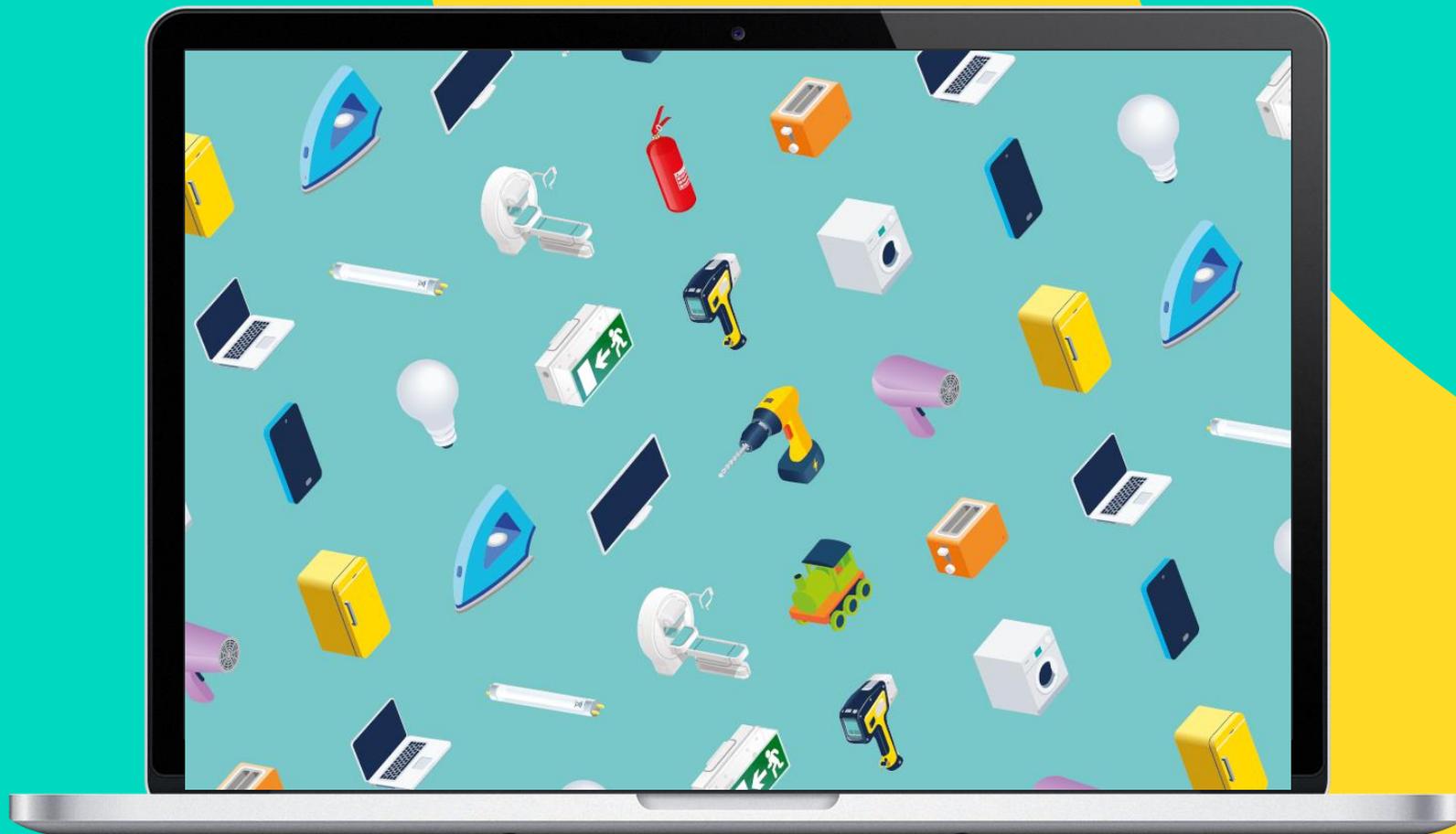
LED
Antimoine
Sobriété

Animation du réseau d'acteurs !



Prochain Webinaire - 14 juin 2024 !

Eco-modulation : les coulisses techniques
du dispositif en faveur de l'écoconception





Merci

Avez-vous des questions ?

ecoconception@ecosystem.eco