Circul'R



Financer l'économie circulaire : une réponse aux défis industriels et environnementaux

Rapport de la Coalition Finance Circulaire sur quatre filières stratégiques : batteries lithium-ion, titane, cuivre et chaleur fatale

Les membres de la Coalition Finance Circulaire :

BNP PARIBAS · GROUPE BPCE · Crédit Mutuel Alliance Fédérale · CA · LA BANQUE POSTALE · EDF

Soutenu par RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Liberté Égalité Fraternité · ADEME AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Soutenu par MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE, DE LA BIODIVERSITÉ ET DES NÉGOCIATIONS INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT ET LA NATURE Liberté Égalité Fraternité

©2026 Circul'R - circul-r.com

En soutien à ce rapport



Sébastien Soleille

Directeur Finance Durable

FÉDÉRATION BANCAIRE FRANÇAISE

"Pour de très nombreuses entreprises, l'économie circulaire est un moyen privilégié pour augmenter leur résilience et leur compétitivité, réduire leurs risques et leurs charges, notamment en diminuant leurs dépendances à l'achat de ressources importées. C'est donc un enjeu clé pour les entreprises et les banques qui les financent. Cependant des modèles d'affaires plus circulaires nécessitent parfois de faire évoluer la façon d'évaluer leur rentabilité et de les financer. Dans cette optique, une réflexion collective, impliquant les entreprises, leur chaîne de valeur et les banques est très utile pour faciliter le financement de pratiques plus circulaires."



Baptiste Perrissin-Fabert

Directeur Général Délégué

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

"L'économie circulaire a fait ses preuves : la question est désormais celle de son passage à l'échelle, et le financement en est l'un des principaux leviers. L'action publique peut amorcer et dérisquer, mais c'est l'alliance entre financements publics et privés qui permettra de construire les filières dont notre souveraineté industrielle a besoin. En réunissant banques, industriels et acteurs publics, la Coalition Finance Circulaire crée cette culture commune : l'ADEME est fière de soutenir ces travaux et de s'y engager aux côtés de ses membres."



Jules Coignard

Co-fondateur

Circul'R

"Nous avons lancé cette coalition avec une conviction : l'économie circulaire ne passera à l'échelle que si elle trouve ses financeurs. Deux ans plus tard, la mobilisation à nos côtés de cinq grands groupes bancaires français et d'EDF confirme que le sujet est stratégique. Batteries, chaleur fatale, titane, cuivre : les projets existent, et certains sont déjà financés. Pour que ces réussites deviennent la norme, il faut désormais sécuriser les modèles économiques, partager une grille de lecture des risques et développer des outils de financement adaptés. Merci à nos membres et partenaires pour leur confiance et la qualité de leur engagement."

©2026 Circul'R - circul-r.com

Sommaire

Résumé exécutif 4

Remerciements 6

Présentation de la coalition 7

1. Financer le recyclage des batteries lithium-ion 10
   - Présentation et enjeux de financement
   - Exemples de projets financés

2. Financer le recyclage du titane 14
   - Présentation et enjeux de financement
   - Exemples de projets financés

3. Financer le recyclage du cuivre 18
   - Présentation et enjeux de financement
   - Exemples de projets financés

4. Financer la récupération de la chaleur fatale 22
   - Présentation et enjeux de financement
   - Exemples de projets financés

Résumé exécutif

Face aux tensions croissantes sur les ressources, le financement de l'économie circulaire devient un enjeu stratégique de résilience industrielle et énergétique.

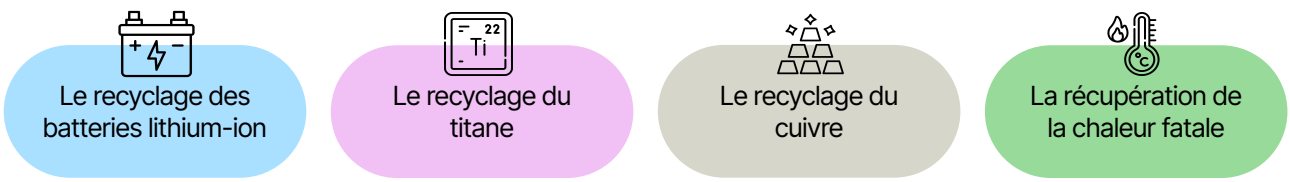
La multiplication des crises géopolitiques, économiques et environnementales met en évidence la vulnérabilité des chaînes d'approvisionnement face aux tensions sur les ressources, qu'il s'agisse de métaux, d'énergie ou d'eau. Ces dépendances exposent les entreprises à des risques de rupture d'approvisionnement, de volatilité des prix et de perte de compétitivité, qui concernent également leurs financeurs.

L'économie circulaire constitue un levier majeur pour répondre à ces défis, en réduisant la dépendance aux ressources vierges, en valorisant les matières et l'énergie disponibles sur les territoires et en sécurisant les chaînes de valeur industrielles. Son déploiement à grande échelle nécessite toutefois des investissements importants dans de nouvelles capacités industrielles et infrastructures, ainsi que la mobilisation de solutions de financement adaptées.

Malgré des investissements croissants, le financement de l'économie circulaire reste très en deçà des besoins. Selon le *Circularity Gap Report Finance* (2025), seulement **2% des investissements commerciaux recensés à l'échelle mondiale entre 2018 et 2023** ont été orientés vers des entreprises engagées dans l'économie circulaire[1]. Une étude de la Banque européenne d'investissement et de la Commission européenne (2026) estime les investissements annuels dans l'économie circulaire au sein de l'UE à **120 Mds€**, dont 93% d'origine privée. Elle identifie néanmoins **un besoin supplémentaire de 82 Md € par an entre 2025 et 2040** pour atteindre les ambitions européennes actuelles[2]. Dans ce contexte, et alors que l'Union européenne renforce ses ambitions de souveraineté et de réindustrialisation, notamment à travers le *Critical Raw Materials Act*, la proposition d'*Industrial Accelerator Act* et le futur *Circular Economy Act*, **l'accélération du financement constitue un enjeu central pour accompagner le passage à l'échelle des filières circulaires**.

Quatre filières stratégiques au cœur des travaux de la Coalition Finance Circulaire

La deuxième année de la **Coalition Finance Circulaire** pilotée par Circul'R, réunissant comme membres **BNP Paribas, Groupe BPCE, Groupe Crédit Agricole, Crédit Mutuel Alliance Fédérale, La Banque Postale, EDF**, et **soutenue par l'ADEME ainsi que le ministère de la Transition écologique,** a permis d'approfondir les opportunités et les enjeux de financement de quatre filières :



Notes : 1. Circle Economy. Circularity Gap Report Finance, Circle economy, 2025 ; 2., Transitioning to a Circular Economy: Closing the Investment Gap in Europe, BEI et Commission européenne, 2026

© 2026 Circul'R - circul-r.com

En réunissant industriels, porteurs de projets, établissements financiers, experts et acteurs publics, les travaux ont poursuivi un double objectif : **renforcer la compréhension de ces filières par les acteurs financiers**, notamment de leurs modèles économiques, besoins d'investissement et risques, et **identifier les leviers susceptibles de faciliter le financement et le passage à l'échelle des projets**.

Quatre enseignements clés pour accélérer le financement de ces filières :

1. Des financements publics et privés accompagnent déjà le développement des projets circulaires.

Les projets étudiés illustrent la diversité et la complémentarité des instruments financiers mobilisés : fonds propres, prêts industriels, financements structurés et subventions. Le réseau de chaleur R-PAS (plus de 40 M€) ou EcoTitanium (48 M€) témoignent de cette dynamique, associant selon les projets banques, investisseurs privés, industriels et acteurs publics. Ces réalisations montrent que des solutions de financement existent et peuvent être mobilisées pour accompagner le développement des filières.

2. Le passage à l'échelle nécessite des investissements importants dans les maillons industriels et les infrastructures stratégiques.

Les besoins se concentrent notamment sur le raffinage des batteries lithium-ion, les infrastructures de transport de chaleur et les capacités de préparation, de recyclage et d'affinage des métaux, afin notamment de limiter l'exportation de matières secondaires faute de capacités suffisantes de valorisation locale. À titre d'exemple, une fonderie secondaire pour participer au recyclage du cuivre représente un investissement estimé à entre 3 et 5 Mds€ par unité, pour une capacité d'environ 400 kt/an. Le développement de ces capacités constitue une opportunité de financement pour les acteurs financiers, tout en contribuant à la valorisation locale des ressources et à la souveraineté industrielle et énergétique européenne.

3. La bancabilité des projets dépend fortement de la sécurisation des modèles économiques et des risques industriels.

Malgré des spécificités sectorielles, les quatre filières partagent plusieurs défis : investissements initiaux élevés, volatilité des prix et visibilité parfois limitée sur les approvisionnements et les débouchés, dans un contexte de forte concurrence internationale pour l'accès aux matières secondaires. Pour les financeurs, la sécurisation des flux de matières ou d'énergie, les engagements contractuels de long terme et la prévisibilité des revenus sont déterminants pour évaluer les risques et faciliter la mobilisation de capitaux.

4. L'accélération du financement nécessite une coopération renforcée entre acteurs financiers, industriels et publics.

Le passage à l'échelle dépend de conditions économiques, industrielles et réglementaires qui dépassent le seul périmètre des financeurs. Les acteurs financiers ont néanmoins un rôle actif à jouer, en accompagnant la structuration des projets et en travaillant avec les autres parties prenantes au développement de solutions financières adaptées, notamment des mécanismes de cofinancement public-privé, de garantie et de partage des risques.

Accélérer collectivement le financement de l'économie circulaire

Le passage à l'échelle de l'économie circulaire nécessite à la fois de **renforcer la viabilité économique des projets** et de **mobiliser des solutions de financement adaptées.** Les acteurs financiers ont un rôle actif à jouer, en coopération avec les industriels et les pouvoirs publics, pour créer les conditions de nouveaux investissements. Ce rapport vise à partager les enseignements de la Coalition Finance Circulaire et à **nourrir cette mobilisation collective en faveur du financement des filières circulaires**.

©2026 Circul'R - circul-r.com

Remerciements

La Coalition Finance Circulaire tient à remercier l'ensemble des contributrices et contributeurs pour la qualité de leur expertise dans la réalisation de ce rapport.

Nous tenons à remercier plus particulièrement les **membres de la Coalition Finance Circulaire** : BNP Paribas, Groupe BPCE, Groupe Crédit Agricole, Crédit Mutuel Alliance Fédérale, La Banque Postale et EDF pour leur participation ainsi que **l'ADEME et le ministère de la Transition écologique** pour leur soutien et leur participation tout au long de la coalition.

Nous tenons également à remercier celles et ceux qui ont partagé **leur précieuse expertise** : l'**Institut Mobilités en Transition (IMT-IDDRI)** pour le recyclage des batteries lithium-ion, l'**ADEME** pour la chaleur fatale, l'**OFREMI** pour le recyclage du titane ainsi que le **CEA** pour le recyclage du cuivre.

Nous souhaitons par ailleurs remercier les organisations qui ont participé à nos ateliers : Aerometal, A.J.S.R., Alstom, Aubert & Duval, Banque des Territoires, Batribox, Battri, Bpifrance, Dalkia, Dassault Aviation, Direction Générale des Entreprises (DGE), Ferinox, Forécreu, Forum pour l'Investissement Responsable (FIR), France Titane, GAIA (entité The Future is Neutral), Legrand, Mecaware, MTB Recycling, Prysmian, R-CUA, Safran, SOVAMEP, Thales, Veolia, Verkor et Vinci.

Grâce à leur implication, **ce rapport a pour ambition d'être une étape significative vers un meilleur accompagnement financier des modèles économiques circulaires,** facilitant ainsi leur passage à l'échelle.

©2026 Circul'R - circul-r.com

Présentation de la Coalition

Pourquoi une finance “circulaire” ?

Depuis la révolution industrielle, l’économie mondiale s'est développée selon un modèle linéaire : nous extrayons des matières premières, nous les transformons en produits que nous utilisons et qu'enfin, nous jetons.

Or, ce modèle est de plus en plus exposé à des risques majeurs, notamment :

- **pressions** sur les écosystèmes et ressources naturelles, **notamment les matériaux critiques**
- **fragilité économique des chaînes d’approvisionnement** (incertitudes géopolitiques, volatilité des coûts des matières premières)

Pour anticiper ces risques et répondre aux évolutions réglementaires - à l'instar du Critical Raw Materials Act (CRMA) et du Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) - de nouveaux modèles économiques et opportunités de création de valeur émergent. Ils relèvent de **l'économie circulaire** : une économie qui **limite l'utilisation des ressources naturelles et la génération de déchets**, tout en œuvrant pour la **résilience des organisations.**

Selon la norme ISO 59004, l’économie circulaire se définit comme un ‘**système économique qui utilise une approche systémique** pour **maintenir un flux circulaire des ressources** (stock et flux), en **recouvrant**, **conservant** ou **augmentant** leur valeur’[1].

Aujourd’hui, seulement 6,9% de l'économie mondiale est circulaire[2] ; **la transition est donc indispensable** pour faire face aux futurs défis économiques et environnementaux.

Cette transition circulaire repose en partie sur la **capacité des institutions financières à en appréhender les enjeux structurels et leur traduction en mécanismes de financement pertinents.**

Financer l'économie circulaire revient à **soutenir des modèles économiques qui utilisent mieux les ressources et limitent les risques liés à leur approvisionnement.**

Notes : 1. Pour une vision complète et détaillée de cette définition, se référer à la norme ISO 59004 ; 2. The Circularity Gap Report, Circle Economy, 2025

©2026 Circul'R - circul-r.com

Quelques chiffres clés

Les émissions de GES liées à l'extraction et à la transformation des ressources représentaient plus de **55% du total des émissions en 2022[1].**

À l'échelle de la France, le gouvernement estime que la transition écologique pourrait concerner près de 8 millions d'emplois et être **créatrice nette de 200 000 à 550 000 emplois d'ici à 2030** dans "les secteurs à enjeux" (industrie, énergie, etc.)[2].

La Commission européenne identifie 34 matériaux critiques en 2023, et sélectionne **en octobre 2026 46 nouveaux projets stratégiques** (dont 5 en France) d'extraction, de raffinage et de recyclage locaux (en plus des 47 projets stratégiques de 2025 avec un besoin total d'investissement en capital estimé à 22,5 Mds€) **pour sécuriser l'accès aux matières premières dans l'UE[3,4].**

Par exemple, le **gisement global de batteries à recycler** en Europe va presque **tripler en moins de 10 ans**, passant de 53 GWh de potentiel énergétique résiduel en 2026 à environ 156 GWh d'ici 2035, porté par l'essor du véhicule électrique[5].

Une coalition pour créer les conditions du financement de l'économie circulaire

La Coalition Finance Circulaire, pilotée par Circul'R, réunit comme membres **BNP Paribas, Groupe BPCE, Groupe Crédit Agricole, Crédit Mutuel Alliance Fédérale, La Banque Postale, EDF**, et est **soutenue par l'ADEME ainsi que le ministère de la Transition écologique**. L'objectif de la coalition lancée en 2024 est de participer à la création de conditions favorables au financement de l'économie circulaire.

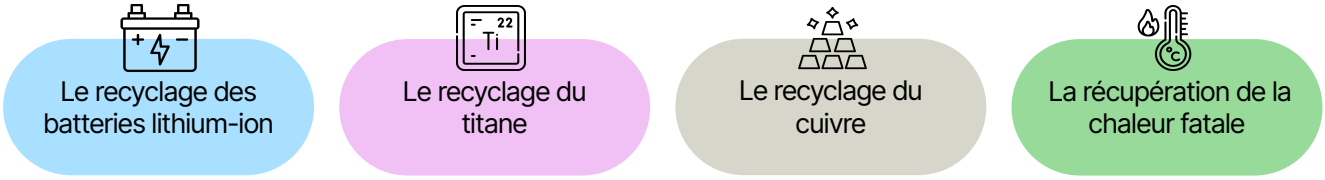
La première année a permis d'établir un diagnostic des freins au développement de l'économie circulaire et d'identifier des premières pistes de solutions sur des cas d'usages concrets. Les enseignements clés sont à retrouver dans le rapport Financement de l'économie circulaire : freins et opportunités.

L'objectif de la **deuxième année** a été **d'identifier et d'analyser** des **opportunités** de **financement liées à l'Écologie Industrielle et Territoriale** (EIT) et aux **matériaux critiques** et de mettre en relation les porteurs de projets prioritaires avec des financeurs.

Notes : 1. Global Resources Outlook, UNEP, 2024 ; 2. Planification écologique : 8 millions d'emplois concernés, 2024 ; 3. La Commission sélectionne 47 projets stratégiques visant à sécuriser et à diversifier l'accès aux matières premières dans l'UE, Commission européenne, 2025 ; 4. La Commission sélectionne 46 nouveaux projets stratégiques pour renforcer l'approvisionnement de l'UE en matières premières critiques, Commission européenne, 2026 ; 5. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition.

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Dans ce cadre, 4 thématiques ont été priorisées par les membres :



Des ateliers dédiés **ont réuni les principaux acteurs de l'écosystème des thématiques étudiées** (industriels, porteurs de projets, financeurs, experts techniques et institutions publiques) afin de **mener une réflexion collective opérationnelle** sur les enjeux de financement de chaque filière :

- les besoins de financement des projets et leur structuration ;
- la maturité des projets et de leurs modèles économiques ;
- les principaux risques et freins au passage à l'échelle de la filière ;
- les leviers susceptibles de faciliter le financement et le déploiement des capacités de recyclage.

Objectifs de ce rapport

À l'issue de ces ateliers, un **constat partagé émerge : l'accélération du financement des thématiques étudiées dépend de leviers qui dépassent le seul périmètre de la Coalition Finance Circulaire.** Certains relèvent des acteurs financiers, mais d'autres impliquent des actions des décideurs publics, des industriels, des donneurs d'ordre, des acteurs de filière ou encore des organisations engagées dans des initiatives complémentaires.

Ce rapport a pour objectif de synthétiser les enseignements de ces discussions, et de les rendre publics afin de contribuer à la réflexion collective.

©2026 Circul'R - circul-r.com

1. Financer le recyclage des batteries lithium-ion

Présentation et enjeux de financement

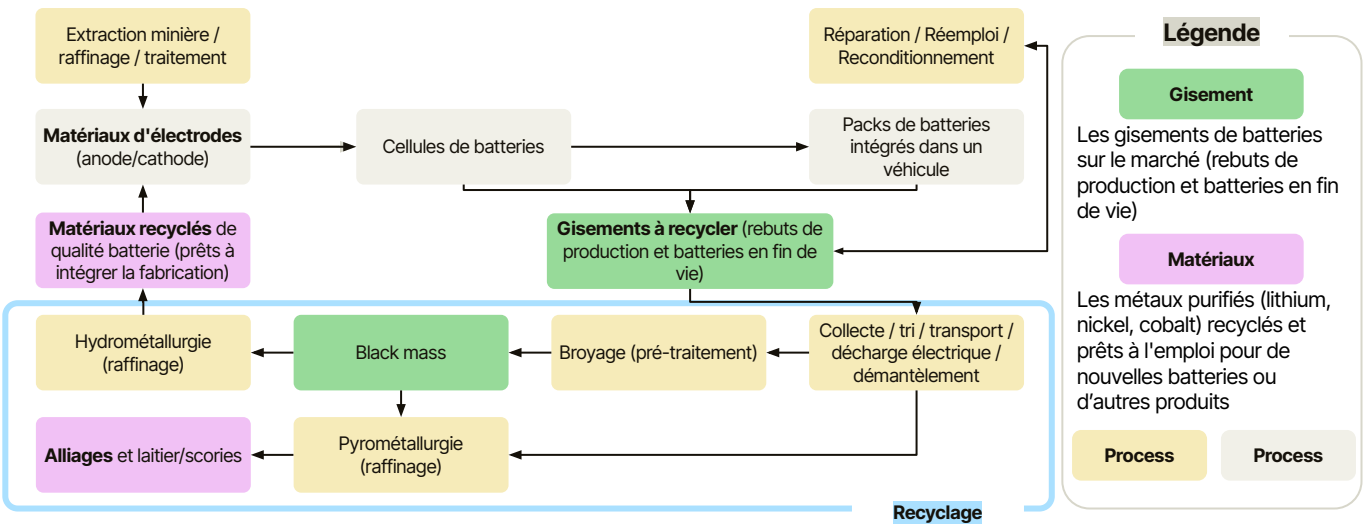
Le recyclage des batteries est un enjeu environnemental et de souveraineté européenne.

Les batteries lithium-ion revêtent un caractère hautement stratégique, tant pour la **souveraineté industrielle européenne que pour la réussite de la transition énergétique**. Riches en **lithium, nickel, cobalt, manganèse**, elles constituent un concentré de **ressources critiques**, techniquement recyclables. Pour l'Europe, fortement **dépendante des importations**, l'enjeu est majeur ; le recyclage apparaît comme un levier clé pour réduire sa dépendance critique aux métaux stratégiques tels que le cobalt, le lithium, le manganèse et le nickel[1].

Les batteries des voitures représenteront environ 70% des volumes de batteries d'ici 2050 et **constituent actuellement 30 à 40% du coût de production d'un véhicule électrique** (VE), ainsi que 40 à 60% de l'empreinte carbone de fabrication [2].

30 à 40 % La part du **coût des batteries** dans le coût de **production** total d'un **véhicule électrique.**

Chaîne de valeur du recyclage des batteries[2]



Notes : 1. Règlement relatif aux batteries et aux déchets de batteries, Commission européenne, 2023 ; 2. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition

©2026 Circul'R - circul-r.com

Le recyclage récupère des matériaux critiques pour produire de nouvelles batteries.

Le processus industriel du recyclage se structure autour de **trois étapes clés** avec de multiples acteurs :

- **Collecte et démantèlement** : organisés par les éco-organismes (ex : Batribox, Ecosystem et Recycler mon véhicule).
- **Pré-traitement (broyage)** : transformation des cellules en "black mass", poudre concentrant les métaux critiques (ex : Battri).
- **Raffinage (hydrométallurgie)** : purification des métaux (nickel, lithium, cobalt) pour atteindre une qualité "battery grade" (ex : Mecaware et Veolia).

La filière s'appuie sur deux types d'intrants :

- **Rebuts de production** (scraps) : source actuelle majoritaire, issus des "Gigafactories" (jusqu'à 40-50% de rebut en phase de rodage industrielle)[1]
- **Batteries en fin de vie** : gisement en forte croissance, appelé à représenter ~70% des volumes d'ici 2050[1,2].

Le recyclage repose sur **deux modèles économiques principaux** : le travail à façon (le constructeur conserve la propriété de la matière) et l'achat-revente (le recycleur achète les déchets et revend les métaux purifiés).

Toutefois, la **diversité des chimies de batteries** : NMC (nickel, manganèse, cobalt) et LFP (lithium, fer, phosphate) **fragmente les volumes** par technologie, ralentissant la montée en charge et la rentabilisation des sites. De plus, la domination asiatique sur la chaîne de valeur, notamment pour la fabrication des cellules et des matériaux d'électrodes pCAM/CAM[3], entrave la fermeture locale de la boucle de recyclage.[1,4]

Un marché européen en pleine structuration, qui fait face à une concurrence asiatique forte et à des enjeux de passage à l'échelle des projets industriels.

Le marché européen du recyclage de batteries entre dans une phase d'industrialisation rapide mais fait face à un **paradoxe** : **surcapacités de pré-traitement**, **sous-capacités de raffinage**, export **massif de *black mass*** et **forte pression concurrentielle des acteurs asiatiques**[4,5,6,7]. Le développement de capacités de raffinage se heurte toutefois à des **besoins élevés en CAPEX**[8], à des **horizons de rentabilité longs** ainsi qu'à des **incertitudes sur les volumes et la composition des flux entrants**. L'un des principaux enjeux consiste donc à **résorber ce déficit de raffinage** et à sécuriser l'industrialisation des maillons stratégiques de la chaîne de valeur des batteries en Europe.

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Notes : 1. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition ; 2. Accompagner la filière auto dans la mise en œuvre de ses objectifs en matière d'économie circulaire, PFA & Strat Anticipation, 2025 ; 3. pCAM : Precursor Cathode Active Material et CAM : Cathode Active Material ; 4. A Circular Battery Plan for Europe, IMT, 2026 ; 5. Benchmark Minerals Intelligence, 2025 ; 6. Battery Recycling in China and Korea, Strat Anticipation, 2026 ; 7. China reduces import tariffs for recycled black mass, Benchmark Minerals Intelligence, 2026 ; 8. Europe's Black Mass Evasion, IFRI, 2024

Un marché européen en industrialisation rapide…

5,2 fois — **plus de batteries** (en poids) à recycler (en fin de vie, à remplacer ou en rebuts) en Europe d'ici 2035.[1,4]

… soutenu par le règlement européen sur les batteries, aux obligations clés pour limiter l'empreinte ressources.

16 % — **L'objectif européen de niveau minimum de contenu recyclé pour le cobalt** d'ici 2031[2] (6% pour le lithium, 6% pour le nickel) avec une collecte et une responsabilisation des acteurs soutenues par la REP.[4,7]

80% — **Taux de récupération cible européen** du lithium dans les batteries usagées d'ici à la fin de 2031.[2]

mais un déséquilibre des capacités industrielles européennes persiste…

8 fois — **plus de capacité de broyage** (pré-traitement) **en Chine** par rapport aux capacités européennes, alors même que cette dernière est déjà en surcapacité (78%).[3,4]

57 fois — **plus de capacité de raffinage** (hydrométallurgie) **en Chine** par rapport aux capacités européennes, alors que la Chine est en surcapacité. [3,4]

80 % — **Part de la black mass européenne exportée hors UE** (manque de débouchés locaux et compétitifs), achetée par la Chine à des **prix très bas**, où se situent les capacités de fabrication d'électrodes et batteries.[3,4,5]

… et le passage à l'échelle industrielle des projets de recyclage implique des besoins d'investissement très élevés.[6]

20-50 M€ — Coût d'une **usine de pré-traitement**[4].

200-500 M€ — Coût d'une **usine d'hydrométallurgie**[4].

500 M€ — Coût d'une **usine CAM/p-CAM** (matériaux d'électrodes)[4].

Exemples de projets financés

Des financements publics et privés accompagnent déjà les premiers projets industriels européens de recyclage des batteries lithium-ion. Les exemples ci-dessous illustrent la complémentarité entre les **mécanismes de dérisquage publics** de soutien à la filière et les **financements privés** (dette structurée, capital-développement, prêts industriels, etc.). Cette dynamique reste néanmoins à amplifier pour permettre **le passage à l'échelle de la filière.**

Notes : 1. Accompagner la filière auto dans la mise en œuvre de ses objectifs en matière d'économie circulaire, PFA & Strat Anticipation, 2025 ; 2. Règlement relatif aux batteries et aux déchets de batteries, Commission européenne, 2023 ; 3. A Circular Battery Plan for Europe, IMT, 2026 ; 4. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition ; 5. Battery Recycling in China and Korea, Strat Anticipation, 2026 ; 6. Europe's Black Mass Evasion, IFRI, 2024 ; 7. Batteries, ministère de la Transition écologique, 2017

©2026 Circul'R - circul-r.com

Projet	Description
Commission européenne[1]	• Parmi les 46 nouveaux projets stratégiques européens retenus en octobre 2026, **7 présentent un lien avec le recyclage des batteries lithium-ion**, couvrant le recyclage des batteries, le raffinage des matières secondaires et leur réintégration dans la production de matériaux de batteries : ○ France : Neomat-PCAM, Emme ○ Allemagne : Cylib, Pure Battery Technologies pCAM, AMG Lithium ○ Pays-Bas : Back to Battery ○ Roumanie : Eco Life Style
Cylib[2]	• **Extension** annoncée de son **usine d'hydrométallurgie** (recyclage de batteries NMC et LFP) à Dormagen qui portera les capacités de traitement de l'usine à **60 000 tonnes par an** (140 000 batteries de véhicules électriques). • **Sécurisation** de plus de **140 M€** depuis sa **création** en 2022 : **série A** de 55 M€ en fonds propres (World Fund, Porsche Ventures, Bosch Ventures, etc.), **subvention fédérale** de 63,4 M€ et **financement européen** de 26,1 M€ (programme FEDER/JTF).
Umicore	• **Prêt de la BEI de 350 M€** (2024, sur 8 ans) pour financer une partie de sa R&D européenne sur les matériaux de batteries et le recyclage des batteries de véhicules électriques, sur ses centres de recherche en Belgique, Finlande, Pologne et Allemagne[3]. • Site de Hoboken (Belgique) d'une capacité de 7 kt/an avec un procédé "pyro-hydro"[4].
Battri[5]	• Inauguration de sa **première usine de démantèlement et de broyage** de batteries lithium-ion au cœur de la **"Vallée de la batterie"** (Hauts-de-France), pour un **investissement total de 20 M€** et une "rentabilité dès la première année"[6]. • **Capacité** de **traitement** : **15 000 tonnes par an**, avec une montée en cadence prévue à 35 000 tonnes.
Emme[7]	• Installation d'un **site industriel et technique** en Nouvelle-Aquitaine dédié au **raffinage** du **nickel** et du **cobalt**, ainsi qu'au **recyclage** des **batteries usagées**. • Avec une opérationnalisation prévue pour 2028, le site nécessite un **investissement global de 500 M€**, avec des premiers investissements déjà sécurisés ("garantie projet stratégique" de l'Etat français, fonds régional Naco, pool bancaire international et français), et un **cycle de financement** qui devrait s'achever fin 2026.

Le recyclage des batteries lithium-ion en Europe dispose de premiers points d'appui concrets pour son développement. Malgré des freins industriels, économiques et réglementaires persistants, plusieurs projets ont déjà mobilisé des financements publics et privés. Cette dynamique encourageante doit désormais se traduire par un passage à l'échelle, notamment des capacités de raffinage.

Plusieurs leviers pourraient soutenir cette montée en puissance : la sécurisation des approvisionnements et des débouchés locaux grâce à des partenariats industriels de long terme, ainsi que des réflexions **sur des mécanismes de stabilisation des prix** et sur un cadre favorisant la valorisation de la black mass en Europe.

Notes : 1. Commission européenne, 2026 ; 2. Site de Cylib, 2026 ; 2026 ; 3. Umicore concludes € 350 million EIB loan to support its European research and innovation in EV battery materials, Site d'Umicore, 2024; 4. Battery recycling solutions, Site d'Umicore ; 5. Site de Battri ; 6. BATTRI : La revanche industrielle française par le recyclage des batteries, Bpifrance Le Hub, 2024 ; 7. Site d'Emme, 2026.

©2026 Circul'R - circul-r.com

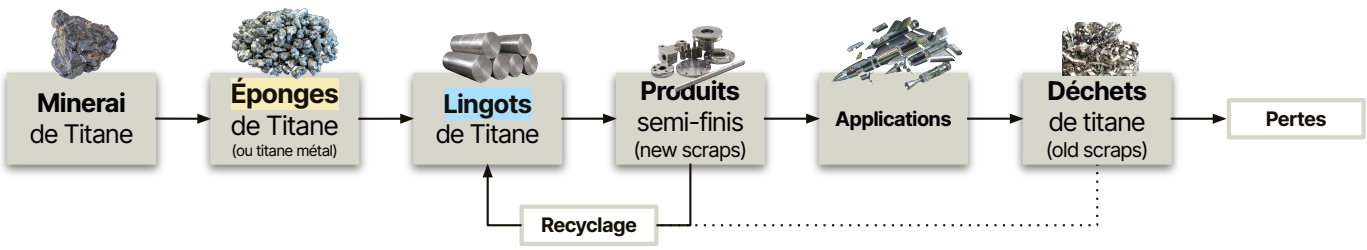
2. Financer le recyclage du titane

Présentation et enjeux de financement

Le titane est une ressource critique et stratégique, avec un déficit de compétitivité européenne à corriger.

Contrairement au minerai de titane qui est disponible en abondance, **l'éponge de titane est une ressource critique et stratégique** pour les secteurs européens de l'aéronautique, de la défense et du nucléaire, avec une production mondiale annuelle s'élevant à ~400 kt[2,3] en 2023 (avec ~270 kt produites en Chine, mais non qualifiées pour les applications aéronautiques des acteurs occidentaux). Ce marché de niche aux faibles volumes porte un **caractère hautement critique et stratégique** pour **l'Europe** car elle ne dispose pas de capacité de production d'éponge de titane, ce qui la rend **dépendante des importations**. Cette dépendance est d'autant plus marquée que le marché mondial est dominé par un nombre limité de fournisseurs. Face à ce verrou, le recyclage des "new scraps" (pertes d'usinage) apparaît comme un **levier de résilience pour la souveraineté européenne.**

La chaîne de valeur du titane fait face à un goulot d'étranglement structurel lors de la **production d'éponges** et de **lingots**, un **défi** qui **peut être relevé en partie grâce au recyclage**.



La **production d'éponges de titane** repose sur le procédé "Kroll", une technologie complexe, **coûteuse en CAPEX** (1 Md€ par unité industrielle) et **énergivore**[1]. **Seuls 5 pays dans le monde maîtrisent cette production** à l'échelle industrielle (plus de 15 kt / an) : la Chine, le Japon, la Russie, le Kazakhstan et l'Arabie Saoudite[2,3]. Face à ce niveau d'investissement colossal, il est difficile d'implanter une unité de production d'éponge de titane en Europe, renforçant sa dépendance vis-à-vis des pays producteurs pour son approvisionnement.

Notes : 1. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition ; 2. Titanium metal in the EU: Strategic relevance and circularity potential, Joint Research Centre (European Commission), 2025 ; 3. Fiche substance Titane, BRGM, 2024

©2026 Circul'R - circul-r.com

Les **chutes de titane** (“new scraps”) sont **générées lors de l'usinage final des pièces**. Avec un **ratio “Buy-to-Fly” pouvant atteindre 80/20** dans l'aéronautique, **la production d'une pièce finale de 20 kg nécessite 100 kg de lingot de titane** et génère ainsi jusqu’à **80 kg de copeaux** (“scraps”)[1,2]. Actuellement, **la majorité de ces scraps** européens et britanniques **sont exportés vers les États-Unis** (14 500 t en 2025) par manque de capacités d'élaboration de lingots ainsi que de traitement local[1].

La **production de lingot de titane** est obtenue par un **mélange d’éponges de titane primaire** et de **chutes** de titane (“scraps”) fondus dans des fours. La capacité de production de lingots française s’élève à environ 5 kt de lingots / an en 2025[1] alors que les acteurs français (Airbus, Safran et Dassault) consomment à eux seuls 20 kt de lingots / an.

Le **recyclage du titane** présente **trois intérêts principaux** :

1. **Intérêt économique** : il existe un **gisement de matière** (scraps d’usinage) important du fait du ratio buy-to-fly 80/20 et de la **présence de gros acteurs industriels européens** [2]. De plus, le recyclage crée et **capte de la valeur locale** pour les recycleurs et les producteurs de lingots. Enfin, fermer la boucle localement **atténue la dépendance** aux fluctuations du **dollar**, le marché du scrap étant coté en USD.
2. **Intérêt stratégique et de souveraineté** : fermer la boucle de recyclage localement permet de conserver les copeaux générés en France et de **sécuriser l’approvisionnement** pour des secteurs critiques. L’éponge restant indispensable à l’élaboration des lingots, le recyclage ne supprime pas la dépendance aux importations, mais en réduit la part par tonne de lingot produite.
3. **Intérêt environnemental** : le **recyclage consomme 3 à 8 fois moins d'énergie** que le procédé Kroll[2,3] et l’**Europe a un mix énergétique plus décarboné** que les pays producteurs de lingots[4].

Un besoin structurel de financement du recyclage pour réduire la dépendance de l’Europe.

Les besoins de financement pour accélérer le recyclage européen se **concentrent sur deux acteurs principaux : les recycleurs et les producteurs de lingots de titane**.

- **Pour les recycleurs**, le principal besoin de financement se concentre sur les **capacités de dégraissage et de nettoyage locales** du scrap. Ce traitement est notamment effectué dans des usines de récupération, de tri, et de dégraissage des copeaux pollués par les huiles de coupe. Une grande partie de cette étape est aujourd’hui sous-traitée aux États-Unis même si des capacités IMET sont opérationnelles en France.
- **Pour les producteurs de lingots**, le principal besoin de financement se concentre sur les **nouveaux fours de fusion** (PAM - Plasma Arc Melting ou VAR - Vacuum Arc Remelting ou EBM Electron Beam Melting). Ces activités sont menées par des métallurgistes Aubert & Duval (avec EcoTitanium) et Timet, qui fondent le scrap nettoyé avec de l’éponge de titane vierge pour créer des lingots.

Notes : 1. Analyses Circul’R issues des travaux de la coalition ; 2. Titanium metal in the EU: Strategic relevance and circularity potential, Joint Research Centre (European Commission), 2025 ;3. Bilan énergétique de la fabrication du titane : état des lieux et perspectives pour une réduction de l’empreinte carbone – Journée technologique titane, France Titane et Dumas, O, & Sadin, V., 2025 ; 4. Energy Systems of Asia Pacific, Agence internationale de l’énergie (AIE), 2023

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Le financement du recyclage du titane se heurte à plusieurs défis structurels.

1. **Exigences de qualité et de traçabilité :** l'intégration de la matière recyclée dans la production de lingot de titane **impose une traçabilité absolue et des procédés de nettoyage complexes** (déshuilage, élimination des impuretés). Si la concentration de la chaîne de valeur garantit en Europe une traçabilité fine de la matière, **la maîtrise de ces étapes demeure déterminante pour rassurer les élaborateurs comme les financeurs sur sa pureté et sa valeur économique.**

2. **Le verrou contractuel de l'accès au gisement** : le modèle économique du recyclage repose sur un **équilibre fragile**, il dépend d'un **approvisionnement pérenne en scraps** et de la **sécurisation des débouchés** pour les lingots produits. Bien que l'Europe et le Royaume-Uni génèrent environ 20 000 tonnes de scraps par an[1], l'accès à ce **gisement est entravé par des contrats d'exportation existants vers les États-Unis**, limitant ainsi la disponibilité de la ressource pour la filière locale à court terme.

3. **Compétitivité du recyclage face à la ressource primaire** : le recyclage ne permet pas de se passer totalement de l'éponge vierge, qui reste nécessaire pour atteindre les spécifications requises. Par ailleurs, la complexité de la chaîne de valeur et la succession d'étapes (rachat du scrap, tri, nettoyage et dégraissage, transformation jusqu'au titane métallique) entraînent un empilement des coûts qui pèse sur sa compétitivité face au titane métallique primaire importé. Cette situation est accentuée par l'absence du titane dans le périmètre du MACF (Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières).

Notes : 1. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition

©2026 Circul'R - circul-r.com

Exemples de projets financés

Plusieurs projets européens de recyclage du titane ont déjà mobilisé des financements publics et privés, associant selon les cas fonds propres, prêts et subventions. Les exemples ci-dessous illustrent cette diversité de montages financiers, ainsi que la reconnaissance de projets stratégiques dans le cadre du CRMA, sans garantie de financement. Ces premières réalisations contribuent au développement de capacités industrielles locales, qui restent à renforcer pour structurer la filière européenne.

Projet	Description
Commission européenne	• Parmi les **46 nouveaux projets stratégiques européens retenus en octobre 2026**[1], **3 concernent le recyclage du titane métal** : LUERN – Aubert & Duval (France), CRM4Defence – Leonardo (Italie, France, Pologne et Royaume-Uni) et Titanium Alloys Made in Europe – Isabellenhütte (Allemagne).
EcoTitanium	• **Investissement de 48 M€** soutenu par trois types de financement : des actionnaires, un prêt européen, et des subventions publiques. • La Banque Européenne d'Investissement avait mobilisé un **prêt de 30 M€ en 2017** via le Fonds européen pour les investissements stratégiques (FEIS)[2].
IMET Alloys	• Lors de la reprise de l'usine en 2022, IMET Alloys annonce un **investissement de 15 M€,** réparti en plusieurs vagues : 10 M€ pour installer des chaînes de traitement pour le titane et les superalliages, et une deuxième vague de 5 M€ dédiée à l'augmentation des capacités de traitement du titane (incluant la création de 20 à 30 emplois supplémentaires)[3]. • Investissement soutenu financièrement par le **Fonds d'accélération des investissements industriels** (France Relance)[4].
Aerometal	• Inaugure en 2026 sa **nouvelle usine au nord de Chalon-sur-Saône** pour laquelle elle bénéficie d'un **prêt de Bpifrance** pour financer une partie des 10 M€ d'investissement[5].

Le développement du recyclage du titane en Europe reste confronté à plusieurs obstacles structurels, notamment l'exportation d'une part importante des chutes d'usinage hors du territoire européen et la compétitivité du recyclage face à la matière vierge importée. La valorisation locale de ce gisement nécessite des investissements dans les capacités de pré-traitement et de fusion, ainsi qu'une maîtrise des exigences de qualité et de traçabilité.

La sécurisation des approvisionnements et des débouchés à long terme constitue un levier essentiel pour renforcer la viabilité économique des projets et faciliter leur financement. En complément, les réflexions sur les mécanismes de soutien à l'investissement et sur un cadre réglementaire favorisant la valorisation des scraps en Europe pourraient contribuer au passage à l'échelle de la filière.

Notes : 1. CRMA Strategic Projects 2026, European Commission, 2026 ; 2. France : FEIS - la BEI finance la première usine de titane aéronautique par recyclage en Europe, BEI, 2017 ; 3. IMET Alloys détaille ses plans pour la reprise de l'usine Borgwarner à Eyrein, Le Journal des Entreprises, 2022 ; 4. 11 nouveaux lauréats du Fonds d'accélération des investissements industriels dans les territoires en Nouvelle-Aquitaine, Préfète de la région Nouvelle-Aquitaine, 2022 ; 5. Ambitions stratégiques 2026 - 2030, Bpifrance, 2026

©2026 Circul'R - circul-r.com

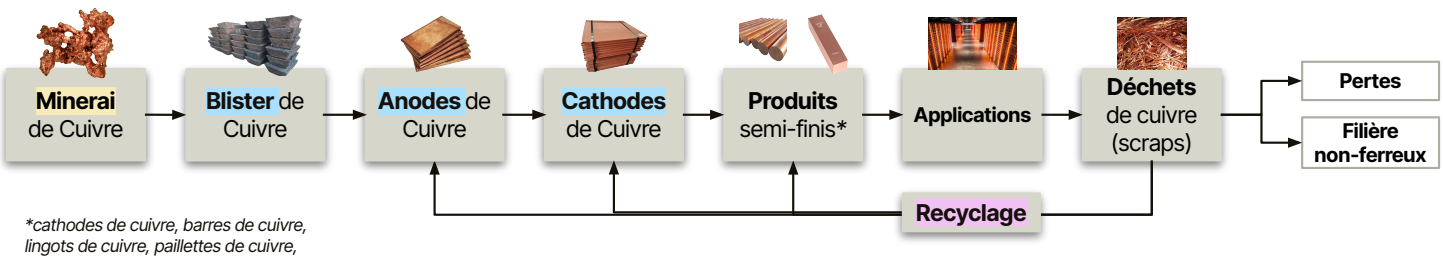
3. Financer le recyclage du cuivre

Présentation et enjeux de financement

Le cuivre est une ressource stratégique, avec une dépendance industrielle européenne.

Contrairement au minerai de cuivre qui est disponible en grande quantité dans le sous-sol, **la disponibilité effective des concentrés miniers fait face à des tensions structurelles** majeures, alors que le cuivre constitue une **ressource stratégique sous-jacente** des transitions énergétique et numérique. Avec une consommation mondiale de ~**28 millions de tonnes**[1] de cathode de cuivre en 2025 appelée à **croître de près de 11 millions de tonnes d'ici 2035**, ce marché présente un **risque de rupture d'approvisionnement**, avec un déficit estimé à 6 millions de tonnes en moyenne à 2035[2]. Dépourvue de capacités de raffinage suffisantes pour couvrir ses besoins, l'Europe subit une **dépendance critique vis-à-vis des importations**, notamment chinoises. Dans ce contexte, la **captation** et le **recyclage** des **gisements secondaires** (scraps) constituent un des **leviers** d'**autonomie** et de **résilience** prioritaires pour l'Europe.

La chaîne de valeur du cuivre fait face à un double verrou structurel lors de l'extraction du minerai et de son raffinage, des défis qui **peuvent être relevés en partie grâce au recyclage**.



**cathodes de cuivre, barres de cuivre, lingots de cuivre, paillettes de cuivre, billettes de cuivre*

L'extraction minière du cuivre se caractérise par des **ressources géologiques abondantes** (5 600 M de tonnes de cuivre disponibles, contre 700 Mt consommées depuis l'ère industrielle[3]), mais se heurte à une **dégradation continue de la teneur des gisements** (200 tonnes de roche pour obtenir 1 tonne de cuivre), avec des **délais** d'**ouverture** des **mines** extrêmement longs (17 ans en moyenne). Pour répondre à la hausse de la demande, les acteurs miniers devraient engager **150 milliards de dollars d'investissements d'ici 2032, investissements aujourd'hui non garantis[2]**.

Notes : 1. ICSG Copper Bulletin, ICSG, 2026 ; 2. Avec une fourchette entre 1 et 13 millions de tonnes selon les scénarios, Situation du cuivre en 2035 : Quel positionnement de l'OFREMI ?, OFREMI, 2024 ; 3. The World Copper Factbook, International Copper Study Group, 2025.

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Le raffinage du cuivre repose sur un procédé à deux étapes (fusion des **blisters** en **anodes** puis affinage en **cathodes** purifiées à 99,99 %). Cette **étape clé est dominée par la Chine**, qui concentre **45 % des capacités de raffinage** et héberge **10 des 20 premières raffineries** au monde[1]. Face à cette forte concentration des capacités de raffinage, l'Europe se retrouve dans une situation de **dépendance structurelle majeure** pour son **approvisionnement** en cuivre purifié.

Le recyclage des new scraps (rebuts de fabrication) **et des old scraps** (produits en fin de vie) limite la **dépendance** à la **matière vierge**, soit par **fusion directe** pour faire des **semi-produits**, soit par **affinage électrolytique** (procédé électrochimique qui vise à isoler les impuretés et les métaux précieux pour obtenir un métal purifié à 99,99%) pour transformer les scraps en **cathodes**, soit par **recyclage mécanique** pour obtenir des **granulés** directement **transformables**. Si l'**Europe** affiche un niveau d'**incorporation élevé** (50 % du cuivre transformé est issu du recyclage, soit 1,7 Mt/an[2], contre 32% au niveau mondial), sa souveraineté reste menacée par des **fuites massives de gisement**. Caractérisées par de **fortes surcapacités**, les fonderies étrangères **surenchérissent** agressivement sur les **scraps européens**, entraînant l'**exportation** hors UE de plus de **600 000 tonnes[2] de déchets de cuivre** chaque année.

Le **recyclage du cuivre** présente **trois intérêts principaux** :

1. **Intérêt stratégique et de souveraineté** : réincorporer la matière secondaire localement permet de freiner la fuite du gisement et d'**approvisionner directement les industries européennes et françaises critiques** en **réduisant** la **dépendance** au **raffinage primaire** chinois.
2. **Intérêt environnemental** : le recyclage du cuivre exige **jusqu'à 85 % d'énergie en moins[3]** que l'extraction et la transformation primaire, tout en préservant l'eau nécessaire au processus minier.
3. **Intérêt économique** : **le gisement national important et récurrent de cuivre** issu des rebuts industriels et de la déconstruction présente un **potentiel de création de valeur locale encore insuffisamment exploité**.

Un besoin structurel de financement du recyclage pour réduire la dépendance de l'Europe.

Pour que l'écosystème français et européen puisse **valoriser** pleinement son **gisement** de cuivre et **limiter** les **fuites** de **scraps** vers les marchés tiers, les besoins de financement (CAPEX et BFR) se concentrent sur **deux grands maillons industriels** : les **préparateurs-recycleurs** et les **affineurs et réincorporateurs.**

- **Les préparateurs-recycleurs** : usines chargées de collecter, dénuder, broyer, trier et caractériser les câbles et chutes d'usinage pour produire des granulés ou scraps de haute pureté. Elles font face à la **stagnation des chutes neuves de fabrication** et à la **mutation** du **gisement** vers des **produits** post-consommation plus **diffus**. Les financements doivent prioritairement **cibler l'innovation technologique** (tri optique, R&D sur la récupération des poudres fines dans les cartes électroniques DEEE) afin de correctement **caractériser** les différents **déchets** de cuivre et de les **orienter** vers la bonne voie de **valorisation.**

- **Les affineurs et les réincorporateurs** : les **sites d'affinage**, à **très fortes intensités capitalistiques** - fonderies hybrides / secondaires, unités d'affinage électrolytique (~3-5 Mds€ par unité, pour une capacité de ~400 kt/an[4]), ou usines développant des procédés hydrométallurgiques électrolytiques, à l'instar de COMET en Belgique[5] - conditionnent la **capacité** du continent à **transformer** la **matière secondaire** en fil machine, billettes ou cathodes certifiées à 99,99 %. Un autre enjeu en France consiste à soutenir les **réincorporateurs** capables d'intégrer directement des grenailles haute pureté (99,5 %) dans leurs procédés. Cette voie courte contourne le mur d'investissement de l'affinage pour produire des semi-finis à moindre coût.

Notes : 1. The World Copper Factbook, International Copper Study Group, 2025 ; 2. Circularity and Recycling in the EU, International Copper Association, 2026 ; 3. The World Copper Factbook 2025, International Copper Study Group, 2025 ; 4. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition ; 5. Mieux Exploiter Nos Déchets Stratégiques, Oliver Wyman, 2024.

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Le financement du recyclage du cuivre se heurte à plusieurs défis structurels.

1. **Fuite massive du gisement et surcapacités étrangères** : la **France** se trouve dans une situation de **dépendance paradoxale**, avec de forts besoins en cuivre mais une exportation massive de son gisement (76%, soit 206 kt/an[1]). Bien que la **majorité des exportations soit intra-européenne** (82%), l'absence de capacités d'affinage sur le territoire français fait peser un **risque de souveraineté nationale**. Par ailleurs, les surcapacités chinoises **menacent d'assécher l'approvisionnement des recycleurs européens** avec une potentielle surenchère financière agressive sur le scrap pour alimenter leurs fonderies.
2. **Visibilité limitée sur les gisements et exigences de qualification du cuivre recyclé** : assimilé aux "métaux non ferreux" dans les **nomenclatures douanières**, le gisement français réel (~600 kt/an[2] en intégrant les produits finis importés) est sous-évalué par les données officielles (272 kt/an[1,2]), ce qui entrave le **dimensionnement stratégique** de l'**outil industriel** national. À cette opacité s'ajoute un **verrou normatif et culturel** : des **normes industrielles** imposent l'usage de **"cuivre primaire"** dans les **cahiers des charges**, alors que le **cuivre secondaire** présente des **caractéristiques physiques identiques une fois affiné** - son intégration effective nécessite des phases de **tests industriels** préalables pour convaincre les **prescripteurs**.
3. **Manque de visibilité sur la demande aval** : les filières consommatrices (automobile, bâtiment, data centers) ne nouent pas systématiquement des accords d'achat long terme pour leur approvisionnement en cuivre. Sans **contrats d'approvisionnement de long terme** garantis par les grands **donneurs d'ordres**, les porteurs de projets ne peuvent **sécuriser** leurs **prévisions** de cash-flows ni réunir les **conditions** de **bancabilité** nécessaires aux financements privés.
4. **Intensité capitalistique** : l'implantation d'infrastructures d'affinage électrolytique requiert des **capitaux très importants** (~3-5 Mds€ par site[2]) et un **besoin en fonds de roulement élevé**. L'accumulation des coûts de la filière locale handicape la matière recyclée face à une cotation internationale déconnectée de l'empreinte environnementale et de l'offre disponible.

Notes : 1. Bilan national du recyclage 2012-2021, ADEME, 2024 ; 2. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition.

©2026 Circul'R - circul-r.com

Exemples de projets financés

La **consolidation** de l'**appareil productif du cuivre** repose sur une **complémentarité** essentielle entre **financements publics européens** et **capitaux privés**. À l'échelle de l'Union, la Banque européenne d'investissement (BEI) joue un rôle structurant en finançant les **capacités** de **transformation** et de **recyclage** nécessaires au **renforcement** de la **chaîne d'approvisionnement** en matières premières critiques et à la réalisation des objectifs du plan **REPowerEU**[1].

Les **acteurs financiers privés** sont également au cœur de ce déploiement, en mobilisant une **diversité d'outils d'investissement** - crédits syndiqués, fonds d'innovation et levées de fonds - pour soutenir la **R&D** des industriels, **dérisquer** les **projets** et **accélérer** le **passage** à l'**échelle** de la filière.

Projet	Description
Aurubis[2]	• Prêt de la BEI de **200 M€ à Aurubis** pour renforcer ses **activités** de **recyclage** et de **production** de **cuivre.** • Soutien à deux programmes d'investissement du groupe : extension de son site bulgare pour **augmenter** sa **production** de **cuivre raffiné**, et **augmentation** des **capacités** de **traitement** des **matériaux recyclés** en Allemagne.
Nexans[3]	• Financement accordé par la BEI de **250 M€ à Nexans** pour soutenir la **R&D** et les **investissements industriels.** • Couverture d'une partie de l'**investissement de 90 M€** de Nexans pour un **nouveau four à fusion** à Lens, qui développe une capacité jusqu'à **80 kt/an de cuivre recyclé** pour produire du **fil machine.**
Recupere Metals[4]	• **Levée de fonds de 5 M€** auprès de différents investisseurs (janvier 2026). • Développement de **capacités de production** fondées sur sa R&D, pour **transformer** directement des **déchets** de **cuivre** en fils électriques, **évitant** ainsi les étapes coûteuses de **fusion** et de **raffinage.**

La croissance des besoins en cuivre en Europe représente une opportunité majeure pour développer le recyclage local. Une part importante des déchets de cuivre étant aujourd'hui exportée, le renforcement des capacités européennes de transformation et d'affinage permettrait de **valoriser davantage ces ressources sur le territoire et d'en capter la valeur ajoutée. Le financement de ces nouvelles infrastructures, particulièrement capitalistiques, dépend notamment de la sécurisation des approvisionnements en matières secondaires et de la visibilité sur les débouchés commerciaux à long terme.**

Plusieurs leviers peuvent contribuer à structurer la filière et à faciliter son financement : une meilleure connaissance des gisements disponibles, l'évolution des standards industriels pour favoriser l'incorporation de cuivre recyclé et le développement d'engagements commerciaux de long terme. En parallèle, les réflexions **sur des mécanismes de co-investissement entre acteurs industriels pourraient contribuer à renforcer les capacités européennes de recyclage et d'affinage.**

Notes : 1. REPowerEU, Commission européenne, 2026 ; 2. Site de EIB ; 3. Site de EIB ; 4. Site de Recupere Metals

©2026 Circul'R - circul-r.com

4. Financer la récupération de la chaleur fatale

Présentation et enjeux de financement

La récupération de la chaleur fatale industrielle est un levier critique de la décarbonation, avec un gisement français important mais peu valorisé.

La **chaleur fatale** - chaleur résiduelle d'un procédé industriel non récupérée, perdue en fumées, eau chaude ou vapeur - représente un **gisement d'énergie significatif et sous-exploité en France**. La récupération de la chaleur fatale contribue directement à la réduction de l'empreinte carbone industrielle et aux objectifs de la PPE3 (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie)[1], notamment **en alimentant les réseaux de chaleur urbains et en réduisant leur recours aux énergies fossiles**[2].

De 3,9 TWh à 21-29 TWh — **L'objectif de passage d'énergie injectée en** 2022 vs. **l'objectif fixé** par la PPE3 d'ici 2035[1]

La chaleur fatale se segmente en **plusieurs voies de valorisation** : **interne** (réutilisation de la chaleur directement sur le site émetteur), **externe** (injection dans un réseau de chaleur urbain), ou **électrique** (production d'électricité à partir de la chaleur).

Ce rapport se concentre sur **la valorisation externe de la chaleur fatale industrielle vers les réseaux de chaleur urbains** (RCU), segment où se **concentrent** des **enjeux forts de financement**[3]. En fixant, dans la PPE3 publiée en 2026, **une trajectoire de 21 à 29 TWh/an de chaleur fatale livrée dans les réseaux de chaleur urbains d'ici 2035**, contre 3,9 TWh en 2022[1], l'État crée un signal de marché fort, qui se traduit par un besoin massif d'investissement en infrastructures[1]. Cet objectif implique un **besoin d'investissement** évalué à **19 Mds €**[3]. Le marché est relativement mûr, mais il doit changer d'échelle pour atteindre ces objectifs.

Le **gisement industriel actuel** français (2026) est estimé à **66 TWh**, et concentré majoritairement dans les **régions Hauts-de-France**, **Grand Est** et **Auvergne-Rhône-Alpes**, en proximité directe de zones à fortes opportunités (avec des bâtiments tertiaires aux besoins > 300 MWh/an)[3,4,5,6].

66 TWh — **Gisement de chaleur fatale industrielle** français (2026)[6]

Notes : 1. Programmation Pluriannuelle de l'Energie 2026-2035, ministère de l'Economie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique, 2026 ; 2. Enquête annuelle des réseaux de chaleur et de froid, FEDENE, 2023 ; 3. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition ; 4. La chaleur fatale, ADEME, 2017 ; 5 EnZero : identification des potentiels de développement des réseaux de chaleur et de froid, CEREMA, 2023 ; 6. Guide chaleur fatale, ADEME, à paraître prochainement

©2026 Circul'R - circul-r.com

La baisse potentielle des subventions du Fonds Chaleur ADEME rend le recours aux capitaux privés indispensable au déploiement de la chaleur fatale.

800 M€ **Budget du Fonds Chaleur** en 2026

En termes de financement, les **projets industriels de chaleur fatale sont majoritairement financés par des fonds publics** (Banque des Territoires, ADEME, collectivités, CEE).

L'ADEME opère le **Fonds Chaleur**, le principal soutien financier en France, doté d'un budget de **800 M€ pour l'année 2026**, et finance en moyenne 30% du CAPEX d'un projet[1,3]. Cela représente un coût de soutien public d'environ **10 € / MWh d'ENR&R** (Énergies Renouvelables et de Récupération) **sur une durée de 20 ans**[1].

Bien que la récupération de chaleur fatale reste globalement **plus compétitive au MWh que d'autres filières thermiques** comme la géothermie de surface ou le solaire thermique, **la rentabilité** des projets est **fortement dépendante** de la **température des gisements** et de la **structuration des réseaux**. En effet, l'injection de la chaleur fatale dans les RCU fait face à une contrainte technique : les températures de **sortie des usines très hétérogènes** (<40°C à >500°C) nécessitent souvent l'intervention d'une pompe à chaleur pour atteindre les 90°C requis par les réseaux urbains, engendrant un **surcoût en CAPEX et en OPEX**[1,2]. De plus, le raccordement d'un gisement à un réseau n'est viable que si la densité thermique est suffisante. L'ADEME fixe un seuil d'éligibilité aux subventions de 1,5 MWh par mètre linéaire par an, mais l'expérience des opérateurs montre qu'**en dessous de 2,5 MWh par mètre linéaire par an, un réseau n'est pas rentable**[1].

Face à la diminution potentielle des aides du Fonds Chaleur ADEME, le **financement de ces infrastructures repose** désormais davantage **sur l'apport de capitaux privés**.

Le déploiement de la récupération de la chaleur fatale industrielle fait face à plusieurs défis de financement.

Le déploiement à grande échelle de la chaleur fatale ne se heurte pas seulement à des verrous technologiques, mais à un défi financier important : sa **bancabilité structurelle**, articulée autour de **quatre grands enjeux** :

1. **Asymétrie CAPEX / OPEX et temporalité des financements** : les infrastructures de transport de chaleur (tuyaux, génie civil) exigent des **CAPEX importants** pour des OPEX faibles. **Leurs temps de retour sur investissement sont structurellement longs** (souvent plus de 15 à 20 ans), au-delà des maturités des financements corporate classiques. Des financements d'infrastructure plus longs existent, notamment auprès de la Banque des Territoires (jusqu'à 40 ans), mais supposent un profil de risque maîtrisé.

2. **Couverture limitée des risques de défaillance industrielle** : il existe un **manque de précédents industriels** standardisés et **de données statistiques consolidées** sur les taux de défaillance des gisements de chaleur fatale. **Des mécanismes spécifiques de garantie et de partage du risque sont à l'étude**, tandis que des avances remboursables de l'ADEME peuvent déjà être mobilisées pour certains projets.

Notes : 1. Analyses Circul'R issues des travaux de la coalition ; 2. La chaleur fatale, ADEME, 2017 ; 3. Bilan du Fonds Chaleur 2025 : 1 200 projets d'aide pour sortir des énergies fossiles, ADEME, 2026

© 2026 Circul'R - circul-r.com

3. **Une variabilité importante de la ressource amont** : la **quantité de chaleur fatale disponible** est structurellement **dépendante des aléas de l'activité** industrielle émettrice (fluctuations de production, baisse de régime, fermeture). La pérennité de la ressource n'est jamais garantie sur la durée du financement bancaire. Les banques commerciales se montrent donc prudentes en l'absence de visibilité claire sur la récurrence des flux de trésorerie (cash-flows), indispensables pour sécuriser le remboursement de la dette.

4. **Un risque d'offtake unique dû au modèle mono-partenaire** : contrairement aux réseaux urbains interconnectés à des milliers d'abonnés, les **projets** industriels reposent **sur un modèle asymétrique "mono-fournisseur" et / ou "mono-client".** Le risque de dépendance envers un acteur unique est très fort. Si cet industriel ferme ou délocalise ses activités, l'ensemble du réseau devient inutile sans aucune solution de diversification ou de réutilisation possible des tuyaux.

Le marché est techniquement mûr, mais **demande une rupture de structuration**. Contrairement à une infrastructure classique, **la source d'énergie** (l'industrie) **et le consommateur** de la chaleur **peuvent être fluctuants** dans leur offre et demande. **Les banques identifient un risque important :** une **fermeture ou une baisse d'activité** industrielle pourrait rendre l'infrastructure obsolète avant son amortissement. Pour limiter ce risque et sécuriser les investisseurs, **des mécanismes publics de garantie sont à l'étude**, par exemple sous la forme d'un fonds national qui pourrait couvrir une partie des pertes financières en cas de défaillance d'un industriel fournisseur de chaleur. Cette évolution pourrait s'accompagner **du développement de réseaux foisonnés et interconnectés**, permettant de mutualiser les risques plutôt que de dépendre d'un seul site industriel. **La combinaison de ces solutions et de financements publics et privés adaptés faciliterait le passage à l'échelle de la filière.**

Exemples de projets financés

Les projets de récupération de chaleur fatale mobilisent des **montages financiers variés**, associant selon les cas **subventions publiques**, **financements européens**, **investissements privés** et **participation des collectivités**. Les exemples ci-dessous illustrent cette diversité et montrent que **des solutions de financement existent,** mais nécessitent des montages adaptés aux spécificités industrielles et territoriales de chaque projet.

Projet	Description
KARNO	2,97 M€ ont été débloqués par la BEI via les fonds InvestEU pour soutenir KARNO dans le développement des réseaux de chaleur venant de sources décarbonées (dont la chaleur fatale) en Belgique et au Luxembourg[1] .
Aurubis	Aurubis a bénéficié du soutien du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) dans le cadre de la politique européenne de cohésion, afin de raccorder la chaleur fatale issue de son usine de cuivre au réseau de chaleur urbain de la ville d'Hambourg[2].

Notes : 1. Réseaux de chaleur : le développeur belge KARNO va bénéficier d'une subvention européenne pour développer 82,5 millions d'euros d'investissements décarbonés, BEI, 2026 ; 2. Germany: industrial waste heat supplies climate-neutral district heating in Hamburg, EC, 2026

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Projet	Description
R-PAS (2021)	• Créé en 2021 à Strasbourg pour massifier la récupération d'énergie tout en mutualisant les risques et les foisonnements. • **Partenariat public-privé** détenu à 82 % par l'énergéticien R-CUA, à 10 % par le Port Autonome de Strasbourg, et à 8 % par la Banque des Territoires[1]. • S'appuie sur les gisements du papetier Blue Paper ; une seconde interconnexion a été finalisée avec l'industriel Trédi (groupe Séché Global Solutions) début 2024. • Investissement : plus de 40 M€, dont 6 M€ du Fonds Chaleur de l'ADEME, 10 M€ portés par la société R-PAS, et 3 M€ du papetier Blue Paper[2,3].
ArcelorMittal à Dunkerque	• Gisement historique depuis 1985, fournissant 100 MW de chaleur fatale, avec plusieurs TWh d'énergie disponible. • Raccordement en 2020 au réseau de chaleur urbain de Dunkerque, opéré par Dalkia[4]. • Raccordement nécessitant 14,8 M€ d'investissement, soutien financier de l'ADEME, des Fonds Européens de Développement Régional (FEDER)[5], avec un portage financier de la collectivité assuré via une délégation de service public (DSP).
ArcelorMittal & Schneider Electric à Saint-Chély-d'Apcher	• Récupération et valorisation de chaleur fatale (2017) • **Montage financier public et privé** : investissement total de 5,6 M€ porté par Kyotherm (société d'investissement qui boucle en 2022 une levée de fonds de 45 M €[6]) et par des aides de l'ADEME et de la Région Occitanie[7].

Le principal défi du financement de la chaleur fatale réside dans la sécurisation des projets sur le long terme. Les infrastructures nécessitent des investissements importants, amortis sur une vingtaine d'années, tandis que la disponibilité de la chaleur dépend de la continuité de l'activité industrielle. Cette dépendance, particulièrement forte lorsque le réseau repose sur un fournisseur ou un client unique, constitue un frein à la bancabilité des projets.

Le développement de réseaux interconnectés, la diversification des sources et des débouchés ainsi que des mécanismes contractuels et financiers de partage des risques constituent des leviers pour renforcer la viabilité des projets et favoriser leur déploiement à plus grande échelle.

Notes : 1. R-PAS : récupération de chaleur fatale industrielle pour alimenter le réseau de chaleur local, CLE Port de Strasbourg ; 2. R-PAS : au Port de Strasbourg, les entreprises vont améliorer leur bilan carbone et fournir la chaleur aux quartiers voisins, Groupe PAS ; 3. Blue Paper, pionnier du réemploi de la chaleur fatale, Strasbourg Eurométropole, 2024 ; 4. Les hauts fourneaux d'ArcelorMittal chauffent Dunkerque, Dalkia ; 5. ArcelorMittal annonce la création d'un nouveau réseau de chaleur à Dunkerque, ArcelorMittal, 2019 ; 6. Kyotherm lève 45 millions d'euros auprès d'Andera Partners et de ses investisseurs historiques afin d'accélérer son développement, Bpifrance, 2022 ; 7. Kyotherm réalise le financement d'un projet de chaleur fatale, en partenariat avec ArcelorMittal et Schneider Electric, Kyotherm, 2017

© 2026 Circul'R - circul-r.com

Contributeur.ices



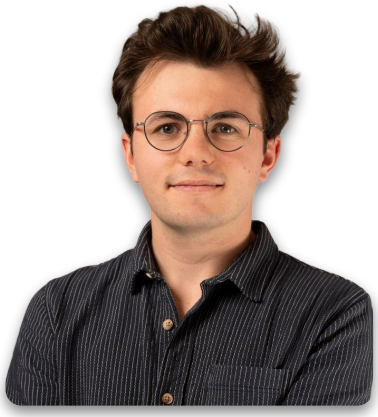
Jean Billant

Directeur adjoint
jean.billant@circul-r.com



Louis Levrat-Pellet

Consultant Senior
louis.levrat-pellet@circul-r.com



Alexandre Lavieille

Consultant
alexandre.lavieille@circul-r.com



Alice Kreziak

Consultante Junior
alice.kreziak@circul-r.com

©2026 Circul'R - circul-r.com



Nous contacter

Jules Coignard

Co-fondateur
jules.coignard@circul-r.com

Adrien Liagre

Directeur du développement
adrien.liagre@circul-r.com

Circul'R

www.circul-r.com

©2026 Circul'R - circul-r.com