

# LAITIERS sidérurgiques

N°116

Décembre 2024

page **6** **Actualaitiers**

page **18** **Retours  
d'expériences**

Mise en œuvre des  
laitiers sidérurgiques  
dans les infrastruc-  
tures de transport



page **10**

**ACCEPTABILITÉ ENVIRONNEMENTALE ET  
SANITAIRE DES MATÉRIAUX ALTERNATIFS**

**A quelles évolutions  
faut-il s'attendre ?**

page **24** **Que sont devenus  
les laitiers en 2023 ?**

**CTPL**

CENTRE TECHNIQUE  
ET DE PROMOTION  
DES LAITIERS SIDERURGIQUES

# equity



# Persévérer dans l'adversité

Si dans notre revue précédente, parue en fin d'année 2023, je me voulais d'un optimisme volontairement assumé, ce n'est (malheureusement) pas l'année 2024 qui m'aura donné raison. En effet, de nombreux voyants à l'orange sont passés cette année au rouge et il serait mensonger de ne pas factuellement constater que la situation de l'industrie sidérurgique européenne s'est encore dégradée et est assez incertaine.

Les facteurs conjoncturels sont nombreux : croissance économique quasi nulle, prix au plus bas, niveaux d'importations (Chine, Turquie ...) records (supérieurs à 25%). Les sites sidérurgiques européens sont en danger : Tata Steel ferme son usine en Grande Bretagne, ThyssenKrupp Steel est en crise depuis cet été, ArcelorMittal réduit la voilure en fermant temporairement un haut-fourneau à Fos-sur-Mer ... la liste des mauvaises nouvelles s'allonge et les chiffres sont vertigineux si l'on considère les quinze dernières années : aucun des sidérurgistes européens n'y échappe, quels que soient la taille ou le secteur concerné.

Mais alors, que fait l'Europe me direz-vous ? Je vous répondrais : pas grand-chose, et surtout trop lentement ! Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF-CBAM), souvent appelé « taxe carbone », n'entrera en vigueur au mieux qu'en 2026, et pour une efficacité encore à déterminer. A ce titre, certains sidérurgistes européens, tels que ArcelorMittal, Aperam, Salzgitter et Tata Steel, préoccupés par l'avenir de la filière, ont adressé au mois d'octobre

2024 une lettre aux Etats Membres de l'UE, auxquels ils demandent d'agir de toute urgence, indiquant que « notre industrie traverse sa crise la plus grave depuis la crise financière et économique de 2009 ».

Cependant, mettons temporairement de côté la morosité ambiante. En effet, ce numéro met à l'honneur les bonnes pratiques de l'utilisation des laitiers sidérurgiques en génie civil avec notamment plusieurs exemples de réalisations remarquables menées par des adhérents du CTPL. Par ailleurs, un article présente les principales évolutions attendues du guide relatif à l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport terrestre.

De quoi s'inspirer et donner des idées aux maîtres d'ouvrage publics et privés pour les futurs appels d'offre en matière de construction d'ouvrages, développer opérationnellement l'économie circulaire et préserver les ressources naturelles. Le CTPL et ses adhérents resteront plus que jamais des acteurs engagés pour répondre à ces nouveaux défis !

Je profite également de cette opportunité pour souhaiter à l'ensemble de nos adhérents, et à nos fidèles lecteurs, de bonnes fêtes de fin d'année et un joyeux Noël à toutes et à tous.

Jérémie DOMAS  
*Délégué Général du CTPL*

page **6** **Actualaitiers**

page **10** **Acceptabilité environnementale et sanitaire  
des matériaux alternatifs :  
A quelles évolutions faut-il s'attendre ?**

En France, depuis la publication du guide méthodologique d'acceptabilité environnementale en technique routière par le SETRA en mars 2011, le concept d'acceptabilité environnementale et sanitaire pour l'utilisation de matériaux alternatifs en travaux publics dispose déjà de retours d'expérience significatifs.

En parallèle, de nombreuses publications sont venues élargir et compléter ces recommandations et le Ministère de la Transition Ecologique a souhaité pouvoir y mettre un peu d'ordre et de cohérence.

La priorité initiale a été mise sur la révision du guide publié par le SETRA en 2011, et des guides d'application associés, dont celui sur les laitiers sidérurgiques.

Cet article présente les principales évolutions attendues de ce guide rebaptisé « Acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport terrestre ».

*Jérémie DOMAS - CTPL*

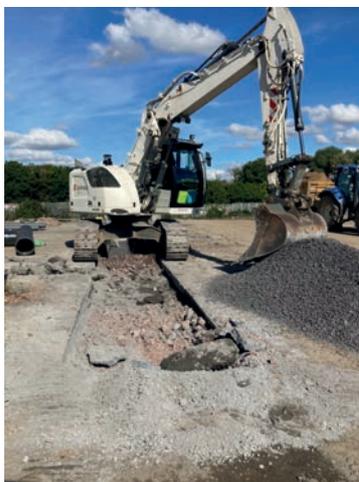


page **18**

## Mise en œuvre des laitiers sidérurgiques dans les infrastructures de transport

### Retours d'expériences

Le CTPL a souhaité mettre à l'honneur les bonnes pratiques d'utilisation des laitiers sidérurgiques en infrastructures de transport terrestre à travers plusieurs exemples de réalisations remarquables menées par ses adhérents.



## LAITIERS SIDÉRURGIQUES

78<sup>ème</sup> année  
Revue éditée et diffusée  
gratuitement par le CTPL

### Directeur de la publication

Jérémie DOMAS,  
Délégué Général

### Rédacteur en chef

Shahinaz SAYAGH,  
Directrice

### Siège social du CTPL

6, rue André Campra  
Immeuble Le Cézanne  
93212 La Plaine  
Saint-Denis cedex  
[www.ctpl.info](http://www.ctpl.info)

### Conception - Réalisation

BC Consultants :  
06 13 51 27 39

Les articles publiés  
n'engagent que la  
responsabilité de leurs  
auteurs.

Crédit photos : CTPL,  
Recynov, Dillinger, Rogesa,  
Eurogranulats, Slag

N° ISSN 1166 - 3138

Dépôt légal :

2<sup>ème</sup> semestre 2024

page **24**

## Que sont devenus les laitiers en 2023 ?

Comme chaque année, le Centre Technique et de Promotion des Laitiers sidérurgiques (CTPL) a lancé en 2024 l'enquête nationale relative aux flux de laitiers sidérurgiques produits sur le territoire national en 2023.

Cette enquête vise également à recueillir les données relatives à leurs principales filières d'utilisation par différents secteurs industriels.

*Jérémie DOMAS - CTPL*

## Fonctionnement du CTPL

### Réunions du CA et de l'AG du CTPL

Les réunions du Conseil d'Administration et de l'Assemblée Générale du CTPL se sont déroulées en présentiel, le 18 avril 2024, au siège du CTPL à Saint-Denis. Cela a été l'occasion de faire un point d'avancement avec nos administrateurs et l'ensemble de nos adhérents sur les actions techniques, réglementaires et normatives réalisées au cours de l'année 2023 et de proposer les principaux axes de travail et pistes de réflexion, ainsi que les aspects budgétaires envisagés pour l'exercice 2024.

La dernière réunion du Conseil d'Administration du CTPL s'est déroulée le jeudi 5 décembre 2024, en visioconférence.

## Réunions internationales



### Conseil d'Administration d'EUROSLAG

Au cours des 12 derniers mois, deux réunions du Conseil d'Administration de l'association européenne EUROSLAG se sont tenues : le mercredi 22 mai par visioconférence et le mardi 22 octobre 2024 en présentiel à Bilbao, conjointement à la tenue de la conférence EUROSLAG. L'objectif est d'échanger sur la stratégie de l'Association, et de définir des positions de principe à retenir par la profession sur les grands enjeux liés aux développements réglementaires et normatifs européens pour les laitiers sidérurgiques.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023, c'est le CTPL qui est Administrateur pour une période de trois ans, afin de représenter la France. Ceci se déroule en alternance avec l'AFOCO, qui reprendra donc à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2026 la représentation française au sein du Conseil d'EUROSLAG.

### Réunion de l'Assemblée Générale d'EUROSLAG

Une réunion de l'ensemble des adhérents de l'Association européenne des producteurs et opérateurs de laitiers sidérurgiques, EUROSLAG, s'est tenue en présentiel à Bilbao le mardi 22 octobre 2024. L'occasion pour le CTPL de faire le point avec l'ensemble des acteurs européens de la profession des laitiers sur les problématiques normatives et réglementaires, mais aussi d'échanger sur les actions techniques en cours au sein des différents Etats Membres de l'UE.

### Réunion des Groupes de Travail d'EUROSLAG

Une réunion conjointe des groupes de travail d'EUROSLAG s'est tenue, en distanciel, le jeudi 23 mai 2024. Des groupes thématiques (réglementaire, technique et environnementale), mais également des sous-groupes techniques (expansion volumique, lixiviation, ...) ont été mis en place depuis 2021 pour faire suite à l'adoption de la stratégie Euroslag 2025, afin de promouvoir l'utilisation des laitiers en Europe.

### Travaux d'EUROFER / EUROSLAG

#### Allocation CO<sub>2</sub> des laitiers sidérurgiques

Il existe aujourd'hui toujours des divergences au niveau de l'approche à retenir par les différents sidérurgistes européens devant traiter de ce sujet. L'élaboration de la fiche de déclaration

environnementale produit pour les laitiers de haut-fourneau granulés peut varier, en fonction du choix des sidérurgistes, sur une méthode d'allocation économique ou physique. La méthode retenue devra s'appliquer à la fois au produit (acier), et au co-produit (laitier) générés lors du même process.

D'un point de vue normatif, les travaux sur les règles de catégorie de produit (PCR) des produits aluminium et acier développés par le TC 135 sont toujours en cours, même si le Bureau Technique du CEN (CEN/BT) a rendu un arbitrage en cours d'année indiquant que les recommandations de la norme EN 15804 devaient être suivies, et ainsi que l'allocation économique soit la méthode de référence pour calculer les empreintes carbone respectives des produits et co-produits.

### REACH Ferrous Slag Consortium

La 16<sup>ème</sup> réunion de l'Assemblée Générale du Consortium REACH sur les laitiers sidérurgiques (« Ferrous Slag ») s'est tenue à Düsseldorf, le 21 mars 2024. La révision et la mise à jour du Chemical Safety Report (CSR) est actuellement le point central des travaux du Consortium.

Une mise à jour des statuts du Consortium a également été réalisée, afin de pouvoir tenir des réunions en distanciel, et d'ajuster les mécanismes de représentation pour réunir le Quorum et valider les résolutions.

Enfin, un changement de consultant est envisagé afin d'accompagner au mieux le consortium dans la mise à jour du dossier, en particulier concernant les études potentiellement nécessaires.

## Réglementation nationale et européenne

### Utilisation des laitiers comme fertilisants

Le Règlement européen n°2019/1009 publié au JOUE le 5 juin 2019 couvrant l'usage de tous les fertilisants, y.c. les amendements minéraux basiques pour lesquels les laitiers sidérurgiques sont utilisés remplace définitivement l'ancien Règlement (CE) 2003/2003 depuis le 16 juillet 2022.

L'acte délégué 2022/0973 relatif à l'utilisation de sous-produits industriels (catégorie CMC 11) pour la fabrication de fertilisants a été publié au JOUE, le 24 juin 2022. Ce texte complète le règlement européen 2019/1009 concernant les matières fertilisantes et les supports de culture.



Par conséquent, depuis le 16 juillet 2022, les fertilisants à base de laitiers sidérurgiques peuvent être mis sur le marché européen, sous réserve de respecter l'ensemble des exigences du Règlement européen, y compris les spécifications techniques complémentaires décrites dans l'acte délégué CMC 11.

Au niveau national, le Ministère de l'Agriculture (MAAF) et la DGCCRF ont engagé depuis 2021 la rédaction d'un décret, dit « socle commun », visant à mettre à jour la réglementation actuelle sur les fertilisants, en intégrant les dispositions du règlement européen. Ce texte devait également appor-

ter une mise à jour sur les modalités de demandes d'autorisation de mise sur le marché (AMM), et sur la sortie de statut de déchet (SSD) des matières premières secondaires qui servent à la fabrication des fertilisants. Il vise enfin à une meilleure articulation avec les normes d'application obligatoire actuellement en vigueur, qui feront référence de manière harmonisée à cette réglementation pour ce qui concerne les critères d'innocuité à respecter.

Cette réglementation vise à maîtriser la contamination des sols par les matières fertilisantes et supports de culture par deux leviers : l'instauration de teneurs limites en contaminants (critères d'innocuité) et une limitation des apports (flux). Elle est constituée de deux décrets et deux arrêtés interministériels, et sa publication est programmée au premier semestre 2025.

### Application de la Directive EURATOM

La Directive 2013/59/EURATOM du 5 décembre 2013 fixe les normes de base en matière de protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

En France, la transposition de cette Directive, en particulier via l'arrêté du 3 juillet 2019 relatif aux caractérisations radiologiques de matériaux, matières, produits, résidus ou déchets susceptibles de contenir des substances radioactives d'origine naturelle, impose que les produits de construction soient caractérisés à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2020.

Pour les laitiers sidérurgiques, cette problématique ne concerne que les laitiers de haut-fourneau, fabriqués à partir de minerais de fer et de charbon. Les laitiers d'aciérie, eux, ne concentrent pas les radioéléments d'origine naturelle. Les concentrations d'activité connues pour les laitiers restent par ailleurs tout à fait acceptables pour leurs utilisations réglementaires en construction. Un guide de recommandations professionnelles a ainsi été rédigé en octobre 2023 et visé

par l'IRSN afin de faciliter l'application des dispositions réglementaires relative à la caractérisation radiologique des laitiers sidérurgiques mis sur le marché de la construction en France.

### Guides relatifs à l'acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs

À la suite des réflexions menées ces dernières années concernant la mise à jour des guides traitant de la valorisation de matériaux alternatifs, la DGPR a décidé de ne pas imposer de méthodologie harmonisée, mais de renforcer la clarté de chacun des guides en y intégrant un « avant-propos » précisant leur champ d'application, leur approche méthodologique et la manière dont il s'articule avec les autres guides. A ce titre, le Ministère a rédigé sur son site internet en août 2024 une page dédiée visant à faciliter l'identification des guides et leur articulation.

<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/guides-valorisation-aiguilleur>

Le Cerema a ainsi débuté le travail de mise à jour de ces guides par la révision du guide méthodologique relatif à la valorisation de matériaux alternatifs en technique routière, puis de celle de ses guides d'application, en incluant en priorité la finalisation des deux projets de guide d'application en cours (sédiments et terres excavées) dont les travaux avaient été mis en pause. Après une présentation aux parties prenantes, ce guide est en cours de validation par les services du Ministère et devrait donc être publié prochainement au cours du premier trimestre 2025.

Par ailleurs, des réunions de travail entre le Cerema, le MTE et l'ensemble des parties prenantes ont également redémarré depuis le début du second semestre 2024 sur le guide méthodologique relatif aux travaux d'aménagement. Plusieurs points restent encore à discuter, et la publication de ce guide ne devrait pas être effective avant la fin de l'année 2025 au mieux.

## SRC - Schémas régionaux des carrières

Les régions françaises avaient l'obligation de mettre en place d'ici 2020 leurs schémas des carrières incluant les ressources minérales secondaires (ou « alternatives »). A cette fin, les laitiers sidérurgiques sont intégrés dans le processus pour les régions concernées. La plupart des régions ont ainsi bien avancé en sollicitant les principales parties prenantes. Le CTPL participe à ces réunions et représente la profession, en particulier pour la région Auvergne Rhône-Alpes (AuRA), la région PACA, la région des Hauts de France, ainsi que dans la région du Grand Est.

Cependant, les conditions sanitaires liées au Covid 19 ont bouleversé et repoussé la finalisation de la plupart des SRC. Depuis les réunions et les actions se sont multipliées afin de pouvoir achever ces travaux dans les meilleurs délais.

### • SRC Hauts-de-France

La structuration du contenu du SRC s'inspirera du document produit en PACA. L'inventaire des ressources, le choix des scénarios d'approvisionnement et des perspectives à 12 ans ont été finalisés, permettant de disposer d'un projet complet de SRC en cours de validation par le COPIL. La ressource « laitiers » est une ressource secondaire importante dans les Hauts-de-France, où trois sites importants sont implantés (ArcelorMittal France à Dunkerque, LME à Trith-Saint-Léger, et Saarstahl AscoVal à Saint-Saulve). Le CTPL participe activement à ces travaux, et a transmis à la DREAL des Hauts-de-France les volumes produits en 2019 ainsi que les prévisions courant sur les 12 années de la durée du SRC (échéances 2025 et 2031). Une publication de ce SRC est maintenant attendue en 2025.

### • SRC Grand-Est

Un inventaire actualisé (2021) de la ressource « laitier » dans la région Grand-Est a été préparé par le CTPL, ainsi que les filières les utilisant en substitution des ressources primaires. Cependant,

faute de pilote actif, les travaux de ce SRC n'ont pas vraiment progressé depuis l'année dernière.

### • SRC en région PACA

Les travaux du SRC initiés depuis 5 ans sous le pilotage de la DREAL PACA se sont achevés en 2022. Les orientations définitives du schéma ont été présentées, et les consultations administratives obligatoires lancées en 2023. La publication de ce SRC est maintenant effective depuis l'approbation par le Préfet de la Région Provence Alpes Côte-d'Azur Christophe MIRMAND par arrêté préfectoral signé le 13 mai 2024.

### • SRC en région AuRA

Dans cette région, les travaux techniques se sont terminés fin 2021. L'approbation finale du SRC est effective depuis le 8 décembre 2021 par arrêté préfectoral et consultable à l'adresse suivante.

<http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20211208-ap-approbation-src-vs.pdf>

L'ensemble de la documentation technique concernant ce SRC peut être consulté à l'adresse suivante :

<http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/schema-regional-des-carrieres-src-approuver5077.html>

## Normalisation

### CEN/TC 51 - Ciment et liants hydrauliques

Les travaux européens sont significativement influencés par l'engagement de la profession dans le processus de décarbonation de l'industrie cimentière.

Ainsi, plusieurs groupes de travail se sont mis en place avec des orientations en ce sens :

- Création d'un WG 19 sur la « décarbonation, les ressources, l'efficacité et la durabilité »,

- Création d'un groupe ad hoc de travail européen (dépendant du WG 6) sur la procédure d'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des nouveaux ciments.

Par ailleurs, ceci est également renforcé de par les nouveaux projets/

nouvelles normes dans lesquels le Comité s'est engagé :

- Norme prEN 197-6 relative aux ciments à base de matériaux de construction recyclés, et à l'incorporation croissante de matériaux alternatifs pour la fabrication des ciments,

- Depuis fin 2022, une réactivation du WG14 relatif aux Liants Hydrauliques Routiers (LHR), en vue de réviser les normes existantes et de modifier les spécifications concernant l'incorporation de nouveaux constituants (principaux et/ou secondaires) permettant de réduire leur empreinte carbone.

### CEN/TC104 - Bétons

Dans ce domaine, l'essentiel des travaux se déroule au niveau français, où un groupe d'experts dédié aux solutions bas carbone (GE SBC) a été créé depuis 2021. Il vise à répondre en particulier à certains aspects de la nouvelle réglementation RE 2020, aux approches ACV, et à un marché qui commence explicitement à demander de telles performances environnementales pour les bétons. Les travaux du GE visent à intégrer dans le complément national de la norme EN 206 des spécifications additionnelles favorables à la diminution de l'empreinte carbone des bétons. Pour avancer sur le sujet, six groupes thématiques ont été initiés :

- Task Force n°1 : nouvelles additions et nouveaux liants,

- Task Force n°2 : terminologie et indicateurs,

- Task Force n°3 : Liants, granulats et formulation des bétons selon l'approche prescriptive,

- Task Force n°4 : base de données SBC,

- Task Force n°5 : bétons non structurels et bétons pour ouvrages provisoires,

- Task Force n°6 : contribution à la conception et au dimensionnement des solutions bas-carbone en béton.

Les travaux dans ce domaine ont bien avancé et sont actuellement dans leur phase terminale (enquête), avant qu'ils soient publiés sans doute l'année prochaine. L'occasion sans doute pour nous d'y revenir plus en détail dans un prochain numéro de notre revue.

## CEN/TC154 - Granulats

De nombreuses normes granulats sont bloquées pour des raisons de manquements au mandat et/ou au Règlement Produit de Construction (RPC). Selon la Commission Européenne, les spécifications harmonisées actuelles sont insuffisantes car elles ne couvrent pas tous les produits mis sur le marché, ni les 7 exigences fondamentales du RPC. La CE a évalué les produits à couvrir, les exigences à inclure et les priorités à donner aux normes des produits de construction, en considérant : les besoins règlementaires des Etats, les questions de sécurité, les problèmes environnementaux, les volumes concernés et les volumes transfrontaliers, ainsi que les ressources disponibles. Cependant, le TC 154 a poursuivi son travail, et il a été décidé de fusionner plusieurs des normes granulats – EN 12620 (Granulats pour béton), EN 13139 (Granulats pour mortier), EN 13043 (Granulats pour mélanges hydrocarbonés) et EN 13242 (Granulats pour matériaux traités ou non traités aux liants hydrauliques) – en une seule norme EN 17555 dite « norme combinée ». Ce document sera scindé en deux parties : l'une mandatée (partie 1), et l'autre d'application volontaire (partie 2).

## Communication

### E-Catalogue produits

Le E-Catalogue produit est régulièrement mis à jour sur le site web du CTPL. Les fiches techniques Produit (lorsque disponibles) des produits élaborés à partir de laitiers provenant des sites sidérurgiques adhérents, fabriqués et commercialisés par ses membres associés sont librement accessibles à l'adresse :

<https://www.ctpl.info/trouver-un-produit-commercialise/>

### Evènements

Le CTPL a participé à différents évènements au cours de l'année 2024. L'occasion pour les permanents de l'association d'échanger et de communiquer sur l'état des lieux de la valorisation des laitiers sidérurgiques produits en France :

- La Convention annuelle de l'A3M, qui s'est tenue à Paris les 4 et 5 avril 2024,
- L'Assemblée Générale de l'UNIFA (Union des Industries de la Fertilisation Agricole), qui s'est tenue à Paris le 12 juin 2024,
- La 12<sup>ème</sup> Conférence internationale ACI/RILEM relative aux « Cementitious materials and alternative binders for sustainable concrete », qui s'est tenue entre le 23 et le 26 juin 2024 à Toulouse,
- La Journée Technique de l'AFOCO, qui s'est tenue le vendredi 27 septembre 2024 à Lyon, et dont la thématique était « Les matériaux alternatifs dans les structures de demain »,
- Le très attendu 12<sup>ème</sup> Congrès international EUROSLAG 2024, dédié à notre profession, et qui s'est tenu à Bilbao du 23 au 25 octobre 2024 avec pour thème : « Slags for the future, the future of the slags ».

# Acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs



En France, depuis la publication du guide méthodologique d'acceptabilité environnementale en technique routière par le SETRA en mars 2011, le concept d'acceptabilité environnementale et sanitaire pour l'utilisation de matériaux alternatifs en travaux publics dispose déjà de retours d'expérience significatifs.

En parallèle, de nombreuses publications sont venues élargir et compléter ces recommandations et le Ministère de la Transition Ecologique a souhaité pouvoir y mettre un peu d'ordre et de cohérence.

La priorité initiale a été mise sur la révision du guide publié par le SETRA en 2011 et des guides d'application associés, dont celui sur les laitiers sidérurgiques.

Cet article présente les principales évolutions attendues de ce guide rebaptisé « Acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport terrestre ».

# RÉGLEMENTATION

Acceptabilité environnementale et sanitaire des matériaux alternatifs :  
A quelles évolutions faut-il s'attendre ?

## Introduction

En 2023, la production française annuelle de laitiers sidérurgiques représentait plus de 3,2 millions de tonnes<sup>1</sup>, répartie en trois grandes catégories : les laitiers de haut-fourneau (environ 2 millions de tonnes), les laitiers d'aciérie de conversion (environ 1 million de tonnes), et les laitiers d'aciérie issus de la filière électrique de fabrication des aciers carbone, inoxydables et hautement alliés (environ 0,5 million de tonnes). Environ 45% des flux sont utilisés pour la production de liants hydrauliques (principalement les laitiers de haut-fourneau granulés) et une proportion équivalente (45%) reste également dévolue à une utilisation comme matériaux granulaires dans la filière des travaux publics (photo 1), pour la construction d'infrastructures linéaires de transport (routes et voies ferrées), ou d'aménagements (plateformes, remblais phoniques ...).

Pour l'utilisation comme granulats, les spécifications techniques pour l'utilisation des laitiers sont fournies par les « normes produits » nationale (NF P18-545) et européennes harmonisées (EN 12620, EN 13043, et EN 13242), ou encore pour les matériaux routiers (EN 14227-2). D'autres référentiels nationaux (GTR) et européens (série des EN 16907-1 à -7) ont été plus récemment élaborés ou mis à jour pour les utilisations en terrassements (remblais et couches de forme).

Quant aux spécifications environnementales à respecter pour l'usage des matériaux alternatifs, elles ne sont pour l'instant pas encore harmonisées au niveau européen, en attente d'une évolution liée au Règlement Produits de Construction, et restent donc soumises aux règles nationales en vigueur dans les différents pays européens.



**Photo 1**

Préparation de laitiers pour une utilisation en travaux publics  
(source CTPL)

1 - <https://www.ctpl.info/statistiques/>

## Cadre réglementaire et organisation

D'un point de vue général, la transition vers une économie circulaire avec un niveau d'efficacité élevé en matière de préservation des ressources (naturelles) s'appuie sur la nécessité de pouvoir valoriser de manière significative les différents flux de ressources secondaires disponibles (déchets du BTP, laitiers sidérurgiques, mâchefers d'incinération,...).

Ceci est en particulier intégré dans l'article L. 110-1-2 du Code de l'environnement : « *Les dispositions du présent code ont pour objet, en priorité, de prévenir l'utilisation des ressources, puis de promouvoir une consommation sobre et responsable des ressources basée sur l'écoconception, puis d'assurer une hiérarchie dans l'utilisation des ressources, privilégiant les ressources issues du recyclage ou de sources renouvelables, puis les ressources recyclables, puis les autres ressources, en tenant compte du bilan global de leur cycle de vie* ».

C'est dans ce contexte que le ministère a demandé à ses opérateurs (BRGM, CEREMA, INERIS) de rédiger des guides de valorisation dont les différents usages doivent considérer les impacts sur l'eau, la santé et les sols. Ces guides sont rédigés par les opérateurs de l'Etat, en collaboration avec les fédérations professionnelles et les organismes intéressés.

***Il est important de noter que l'application de ces guides reste facultative, une valorisation de matériaux alternatifs pouvant être réalisée à l'initiative des professionnels qui font la démonstration par ailleurs que cette valorisation a pris en compte les impacts sur l'eau, la santé et les sols.***

## L'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en travaux publics

En France, le concept d'acceptabilité environnementale et sanitaire pour l'utilisation de matériaux alternatifs en travaux publics dispose déjà d'un retour d'expérience significatif, depuis la publication par le SETRA du guide méthodologique d'acceptabilité environnementale en technique routière en mars 2011 [2], et de sa déclinaison sous forme de guides d'application pour différents gisements de matériaux alternatifs [3] [4] [5] [6] [7] entre 2012 et 2019.

Ces recommandations, spécifiques aux utilisations « *en technique routière* », ont également été étendues par une note du Ministère de la Transition Ecologique (BPGD-16-010 [8]) en date du 29 mars 2016 à certains ouvrages de travaux publics (« *aménagement* ») dont les conditions d'exposition ont été considérées comme comparables à celles des ouvrages routiers décrits dans les guides.

En parallèle à ces travaux, le BRGM a également élaboré sous l'égide du Ministère de la Transition Ecologique des guides pour la valorisation hors site des terres excavées – issues ou non de sites et sols potentiellement pollués – dans des projets d'aménagement [9] [10]. Ces guides ont été publiés en avril 2020, et intègrent également un volet relatif à l'évaluation sanitaire.

Depuis 2020 et l'ensemble de la publication de ce cortège de documentations, le Ministère de la Transition Ecologique a souhaité pouvoir mettre un peu d'ordre et de cohérence dans l'ensemble des recommandations proposées. C'est pour répondre à ce besoin de clarification que les services de l'Etat ont mis en place une page internet sur le site du Ministère, permettant de disposer d'une vision globale de l'ensemble des documents existants, de leur articulation, et du guide pertinent à considérer en fonction des cas de figure (*document « aiguilleur »* [11]).

Pour les laitiers sidérurgiques, ces travaux ont donné lieu à la rédaction et à la publication en octobre 2012 d'un guide dédié aux spécificités des gisements de laitiers sidérurgiques générés en France [3].

Appliquées depuis plus de 12 ans en France par les producteurs et les opérateurs valorisant des laitiers sidérurgiques, les spécifications et les recommandations de ce guide ont permis de rassurer les utilisateurs, de renforcer la crédibilité dans ces matériaux, et de développer la professionnalisation de la filière.

Des centaines de milliers de tonnes de laitiers ont ainsi pu être valorisés dans ces usages, conformément aux spécifications techniques et à un encadrement environnemental sécurisé, sans qu'aucun désordre environnemental n'ait pu être constaté, confirmant ainsi le bienfondé des recommandations édictées.



Ceci constitue une aide précieuse pour les services de l'état décentralisés (DREAL), les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre publics et privés qui souhaitent s'engager dans cette démarche et promouvoir sur leurs territoires l'économie circulaire.  
<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/guides-valorisation-aiguilleur>

## Evolutions pratiques et mise à jour des recommandations

Depuis 2023, les services de l'état et l'ensemble des parties prenantes travaillent à la mise à jour de l'ensemble de ce corpus de recommandations, à la fois sur le fond et sur la forme. Ceci repose sur des réflexions internes menées par l'administration, et sur le retour d'expérience acquis au cours de ces quinze dernières années de rédaction et d'application des différents guides.

Comme indiqué précédemment, l'approche méthodologique de l'acceptabilité environnementale et sanitaire de l'utilisation de matériaux alternatifs en travaux publics sépare d'un côté les usages en infrastructures routières, de l'autre les usages en aménagements. Compte tenu de l'avancement des travaux, cet article ne présente que la mise à jour des recommandations pour les usages en infrastructures routières, celles relatives aux travaux d'aménagement étant encore en cours d'élaboration.

En effet, la priorité initiale fixée par l'Administration a été mise sur la révision du guide méthodologique relatif à l'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière de mars 2011 [2], et en conséquence de l'ensemble des guides d'application – dont celui sur les laitiers sidérurgiques – qui ont été déclinés sur la base de cette approche méthodologique.

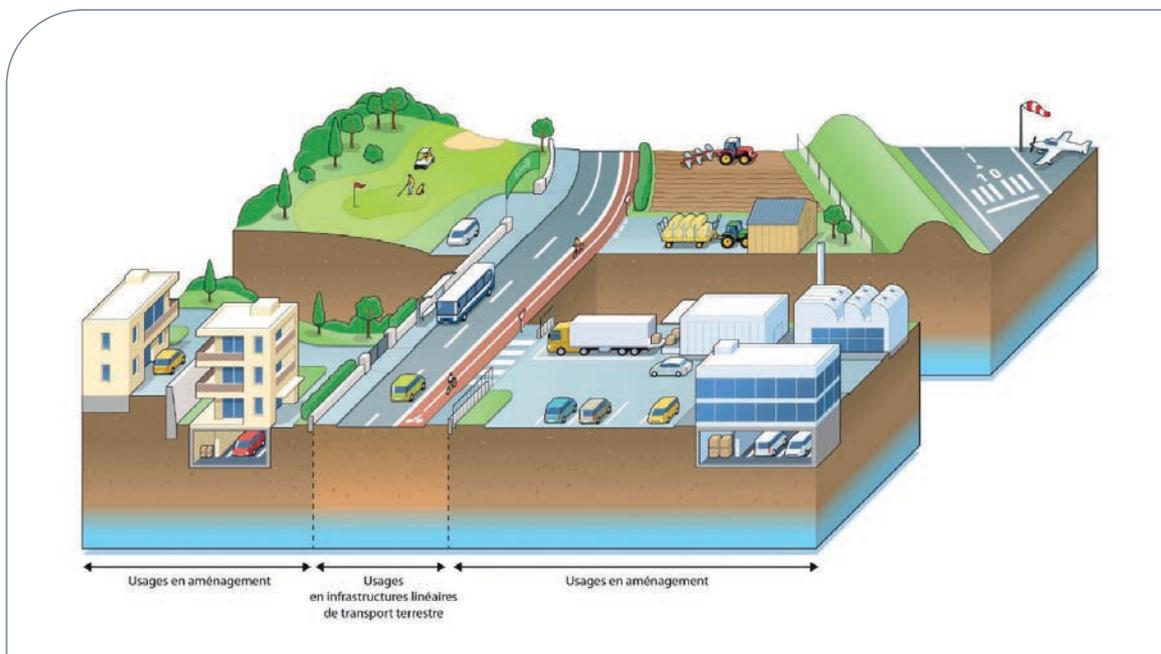
La première modification significative concerne le titre de ce guide, qui indique « valorisation de matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport terrestre – Etude environnementale et sanitaire ». Cette modification recouvre d'ores et déjà trois aspects :

- La mention explicite à la notion de « valorisation » fait clairement référence à la définition de l'article L541-1-1 du code de l'environnement : « toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets ».
- La nouvelle terminologie « infrastructures linéaires de transport terrestre » vient renforcer le fait que ces recommandations couvrent à la fois la technique routière, mais également les infrastructures ferroviaires (voir figure 1).
- Le renforcement de la prise en compte des aspects sanitaires.

Il est également clairement précisé que les aires de stationnement des entreprises du secteur tertiaire et des équipements publics, les pistes et les aires de stationnement des aéronefs (avions/hélicoptères), ainsi que les ouvrages routiers et les remblais techniques situés au sein des aménagements ne rentrent pas dans le champ de ce guide, mais feront partie intégrante des recommandations du guide relatif aux travaux d'aménagement.

Dans le contenu du guide lui-même, les modifications techniques significatives à retenir à notre sens sont les suivantes :

- Simplification de l'évaluation de l'impact sur l'eau au travers de la réalisation d'essais de lixiviation : le recours aux essais de percolation n'est plus obligatoire, ni leur réalisation en triplicat. Seule la réalisation d'essais de lixiviation en bâchée unique du type NF EN 12457 -2 ou -4 (photo 2) peut être suffisante pour juger de l'acceptabilité environnementale.



**Figure 1**

Usages couverts par le nouveau guide (infographie : L. Timon)



**Photo 2**

Essais de lixiviation en bûchée unique du type NF EN 12457  
(source CTPL – Laboratoires de l'INERIS/Ardevie)

- Mise à jour des valeurs limites : harmonisation des valeurs pour les solubles (chlorures, fluorures et sulfates) et ajout de la fraction soluble globale<sup>2</sup> pour tenir compte des guides existants, ajustements pour le cadmium (référentiel de qualité plus drastique), l'arsenic et le plomb (cohérence entre référentiels usages types 2 et 3), adaptation possible des valeurs pour les organiques au cas par cas (prise en compte de la teneur en bitume ...).

- Nature des matériaux à caractériser, avec trois possibilités qui peuvent être considérées en fonction des cas : le déchet, le matériau alternatif, ou le matériau d'infrastructure (en particulier lorsque le matériau alternatif ne peut être utilisé seul).

- Lorsque des usages de type 3 (« non revêtus/non recouverts ») sont envisagés, une évaluation quantitative des risques sanitaires est requise. Pour chaque gisement de matériaux alternatifs concerné, cette évaluation est menée conformément aux recommandations proposées dans le guide, en tenant compte des caractéristiques physico-chimiques des matériaux et des scénarios d'exposition propres à leur utilisation. Les résultats devront être consignés dans le guide d'application corres-

pondant lors de son élaboration. Cette évaluation n'est pertinente que pour l'utilisation de matériaux d'infrastructure d/D non liés, et disposant d'une fraction significative de particules « fines » inférieures à 2 mm<sup>3</sup>.

La nature des usages, elle, n'est pas fondamentalement modifiée – excepté l'intégration des infrastructures ferroviaires dans le champ d'application – et de manière schématique, les usages de **type 1** sont les usages « revêtus »<sup>4</sup>, les usages de **type 2** sont les usages « recouverts »<sup>5</sup>, et les usages de **type 3** sont les usages « non revêtus/non recouverts » (photo 3).



**Photo 3**

Exemple d'utilisation de laitier d'aciérie de four électrique en granulats pour enduits superficiels (usage de type 3, lié)

2 - Ou respect chlorures et sulfates

3 - Un matériau d/D avec  $d > 2\text{mm}$  signifie que au moins 95% des particules sont supérieures à 2mm, et par conséquent que la fraction « fine » inférieure à 2mm sera toujours strictement inférieure à 5%

4 - Un ouvrage est réputé « revêtu » si sa couche de surface est réalisée à l'aide d'asphalte, d'enrobés bitumineux, d'enduits superficiels d'usure, de béton de ciment ou de pavés jointoyés par un matériau lié

5 - Un ouvrage est réputé « recouvert » si les matériaux qui y sont présents sont recouverts par au moins 30 cm de matériaux naturels ou équivalents

## Les prochaines publications et le calendrier associé

A cette heure, une version aboutie du guide méthodologique pour la valorisation de matériaux alternatifs en infrastructures linéaires de transport terrestre a été élaborée par le CEREMA. La publication de ce document est attendue pour le premier trimestre 2025.

Une fois cette version publiée de la méthodologie générale révisée, des réflexions seront engagées par les organisations professionnelles pour définir les modalités et le calendrier des travaux pour la mise à jour des recommandations existantes (guides d'application).

En parallèle, des travaux sont en cours pour l'élaboration de la méthodologie pour l'acceptabilité environnementale de la valorisation de matériaux alternatifs en travaux d'aménagement. Ces recommandations ne devraient néanmoins pas être publiées avant 2026. Par conséquent, la déclinaison opérationnelle de ces recommandations pour les différents gisements de matériaux alternatifs, et le remplacement de la note du Ministère de la Transition Ecologique (BPGD-16-010 [8]) ne pourra pas se faire avant cette échéance.

## Conclusions

La poursuite de la rédaction de recommandations cohérentes pour la valorisation de matériaux alternatifs – dont les différents gisements de laitiers sidérurgiques produits en France – constitue un élément indispensable dans la politique nationale visant à la préservation des ressources naturelles et au développement de l'économie circulaire.

Une mise à jour des recommandations existantes était nécessaire, permettant ainsi de prendre en considération le retour d'expérience acquis au cours de ces quinze dernières années, et de l'application pratique et

opérationnelle des différents guides mis en place. Certaines des évolutions proposées vont dans le bon sens, vers une simplification et un pragmatisme adapté aux contraintes constatées et remontées par les industriels sur le terrain. Cependant, d'autres propositions interrogent, complexifiant significativement l'approche et remettant en question des filières établies. Ceci est d'autant plus questionnable que l'ajout de contraintes supplémentaires non justifiées pèsent d'autant plus sur la compétitivité des matériaux alternatifs pour leur utilisation en travaux publics où la valeur économique des matériaux reste très modique.

Si on souhaite poursuivre le développement de ces filières, il est primordial de garder à l'esprit un principe fondamental : la proportionnalité des mesures qui sont établies. Des prescriptions disproportionnées pour les matériaux alternatifs, par rapport à celles demandées pour les ressources naturelles – avec lesquelles elles rentrent en « compétition » – constitueraient à terme un frein important aux objectifs de la politique nationale pour l'économie circulaire. Ceci est d'autant plus vrai que les mesures politiques d'accompagnement pratiques (e.g. dispositions réglementaires et/ou fiscales) pour encourager la valorisation des matériaux alternatifs peinent à voir le jour.

Aujourd'hui, la profession et l'ensemble des adhérents du CTPL restent engagés dans la valorisation raisonnée des laitiers sidérurgiques. Nous resterons attentifs et force de propositions pour l'établissement de dispositions opérationnelles et proportionnées dans les différents domaines d'application des laitiers sidérurgiques.

## Bibliographie

- [1] CTPL, Où sont passés les laitiers en 2023. Laitiers sidérurgiques n°116, pages 28 à 33 (décembre 2024).  
<https://www.ctpl.info/statistiques/>
- [2] SETRA (Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements), Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Evaluation environnementale, mars 2011  
<http://www.setra.equipement.gouv.fr/Acceptabilite-de-materiaux.html>
- [3] SETRA (Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements), Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Les laitiers sidérurgiques, octobre 2012  
<https://www.cerema.fr/fr/centre-res-sources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs>
- [4] SETRA (Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements), Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Les mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, octobre 2012  
<https://www.cerema.fr/fr/centre-res-sources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs-0>
- [5] CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Les matériaux de déconstruction issus du BTP, mars 2016  
<https://www.cerema.fr/fr/centre-res-sources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs-1>
- [6] CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les sables de fonderie, septembre 2019  
<https://www.cerema.fr/fr/centre-res-sources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs-3>
- [7] CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), Acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière - Les cendres de centrale thermique au charbon pulvérisé, août 2019  
<https://www.cerema.fr/fr/centre-res-sources/boutique/acceptabilite-environnementale-materiaux-alternatifs-2>
- [8] Ministère de la Transition Énergétique – DGPR, note BPGD-16-010, Note technique à l'attention des DREAL précisant la nature des ouvrages de travaux publics comparables aux ouvrages routiers pour l'examen de l'acceptabilité environnementale des matériaux alternatifs employés, 29 mars 2016
- [9] BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement, avril 2020  
[https://tex-infoterre.brgm.fr/sites/web-sites/tex-infoterre.brgm.fr/files/documents/2022-10/2020\\_04\\_Guide\\_TEX\\_SSP\\_V2.pdf](https://tex-infoterre.brgm.fr/sites/web-sites/tex-infoterre.brgm.fr/files/documents/2022-10/2020_04_Guide_TEX_SSP_V2.pdf)
- [10] BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), Guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement, avril 2020  
[https://tex-infoterre.brgm.fr/sites/web-sites/tex-infoterre.brgm.fr/files/documents/2022-10/2020\\_04\\_Guide\\_TEX\\_Non\\_SSP.pdf](https://tex-infoterre.brgm.fr/sites/web-sites/tex-infoterre.brgm.fr/files/documents/2022-10/2020_04_Guide_TEX_Non_SSP.pdf)
- [11] Ministère de la Transition Écologique, document aiguilleur pour l'acceptabilité environnementale et sanitaire de matériaux alternatifs en valorisation, août 2024  
<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/guides-valorisation-aiguilleur>

# Mise en œuvre des laitiers sidérurgiques dans les infrastructures de transport

## Retours d'expériences



Le CTPL a souhaité mettre à l'honneur les bonnes pratiques d'utilisation des laitiers sidérurgiques en infrastructures de transport terrestre à travers plusieurs exemples de réalisations remarquables menées par ses adhérents.

## Réalisation de voies d'accès sur le port maritime de Dunkerque (59)

recynov



### Le projet

Le projet se concentre sur l'aménagement des infrastructures nécessaires pour assurer l'accessibilité du Gigafactory, implanté au sein du Grand Port Maritime de Dunkerque. L'objectif est de mettre en place les **voies d'accès** adéquates.

### Type de laitiers

Laitiers d'aciérie de four électrique (LAFE)

### Quantités mises en œuvre

100 000 tonnes

### Fournisseur

Le groupement RECYNOV/SATC Baudalet, implanté à Haubourdin près de Lille, est une société du groupe Recygroup. Outre ses activités de gestion et de recyclage des déchets, il valorise les laitiers d'aciérie de four électrique du site Laminés Marchands Européens (LME-Groupe Beltrame) de Trith-Saint-Léger (600 000 tonnes d'acier produit par an).

Cet exemple d'utilisation remarquable vise à requalifier les laitiers d'aciérie électrique, autrefois considéré comme déchets industriels, en matériaux alternatifs de qualité.

Ce projet illustre l'engagement de Recynov/SATC Baudalet en faveur des matériaux alternatifs, soulignant ainsi son rôle majeur dans la promotion d'une approche plus durable et responsable dans le secteur de la construction.



Acheminement des laitiers par voie fluviale

Depuis décembre 2023, 100 000 tonnes de laitier d'aciérie électrique provenant du site de LME à Trith-Saint-Léger (59) ont été transportées.

L'ensemble du transport a été effectué par voie fluviale, éliminant ainsi la nécessité de faire circuler 4 000 camions sur les routes du département du Nord.

Pas moins de 45 péniches ont transité entre le quai de LME et celui de Spycker, près de Dunkerque.

Les 10 derniers kilomètres ont été parcourus par des semi-remorques afin d'acheminer le matériau jusqu'au point de livraison.

Les laitiers ont été utilisés par la société EPV pour la construction des futures voies d'accès au Gigafactory au sein du Grand Port Maritime de Dunkerque dont l'inauguration est prévue d'ici 2026.



Aménagement des futures voies d'accès au Gigafactory au sein du Grand Port de Dunkerque

## Restructuration du site d'une ancienne imprimerie désaffectée (59)

### Le projet

Dans le cadre d'une extension majeure de la zone commerciale Aushopping Englos Les Géants, implantée à Sequedin (59), le projet réside en la restructuration du site de l'ancienne imprimerie désaffectée Decoster, dans le but de le transformer en un espace commercial de 16 177 m<sup>2</sup>.

### Type de laitiers

Graves non traitées de laitiers d'aciérie de four électrique (LAFE)

### Quantités mises en œuvre

3 000 tonnes

### Fournisseur

Recynov

La restructuration du site de l'ancienne imprimerie Decoster vise à revitaliser un site industriel désaffecté en créant un centre commercial moderne, augmentant ainsi la capacité commerciale de la zone et améliorant son attractivité économique, pour les consommateurs et les entreprises en vue d'une économie circulaire.

Ce projet, réalisé par la société Eiffage, s'inscrit dans une démarche qui privilégie l'utilisation de matériaux alternatifs.

Ainsi, 3 000 tonnes de graves non-traitées en provenance de l'aciérie LME de Thith-St-Léger ont été employées pour la réalisation de remblais d'assainissement.

Plusieurs granulométries ont été utilisées :

- 1 200 tonnes de granulométrie 20/40 mm
- 1800 tonnes de granulométrie 6/10 mm



Remblais d'infrastructures d'assainissement réalisés avec des graves non traitées

## Création d'une portion d'autoroute complémentaire au Luxembourg

### Le projet

L'objectif consiste à construire une jonction manquante de l'autoroute A13 à la hauteur de la ville d'Hellange au Luxembourg.

### Type de laitiers

Laitiers de haut-fourneau cristallisés

### Quantités mises en œuvre

70 000 tonnes

### Fournisseur

ROGESA Roheisengesellschaft Saar mbH (ROGESA), société du groupe SHS - Stahl Holding Saar.

SHS - Stahl Holding Saar est le 4<sup>ème</sup> plus gros producteur d'acier en Allemagne et génère environ 1,8 million de tonnes de laitiers chaque année, dont les deux tiers sont des laitiers de haut-fourneau.



Avant 2016, l'autoroute A13 traversant d'est en ouest le sud du Luxembourg, s'arrêtait net en arrivant sur la ville de Hellange pour reprendre deux kilomètres plus loin.

La raison de cette interruption résidait dans le fait qu'un agriculteur refusait de vendre des terrains pour effectuer la continuité de l'autoroute. Après tractation avec la famille du défunt agriculteur, la vente des terrains a pu être faite permettant ainsi de construire la partie d'autoroute manquante.

La chaussée, achevée en 2019, représente environ 1,9 km sur une largeur de 26 m. L'ouvrage inclut également la construction de deux bretelles d'autoroute, une entrée et une sortie.

70 000 tonnes de laitiers de haut-fourneau cristallisés de granulométrie 0/31,5 mm ont été mises en œuvre pour réaliser deux couches de chaussée (fondation et base), chacune de 20 cm d'épaisseur, la hauteur totale de la structure s'élevant à 1 m.



Deux couches de laitier de haut-fourneau cristallisé de 20 cm d'épaisseur chacune ont été déposées pour créer la fondation et la base de la chaussée



## Construction des infrastructures du tramway de la ville de Luxembourg

### Le projet

Le tramway de la ville de Luxembourg va de l'aéroport international au nord jusqu'à la Croix de Gasperich à l'entrée sud de la ville, en passant par le quartier des affaires Kirchberg où se situent les institutions européennes. Commencé en 2018, le projet est encore à ce jour en cours de livraison.

### Type de laitiers

Laitiers de haut-fourneau cristallisés

### Quantités mises en œuvre

25 000 tonnes, à ce jour

### Fournisseur

ROGESA

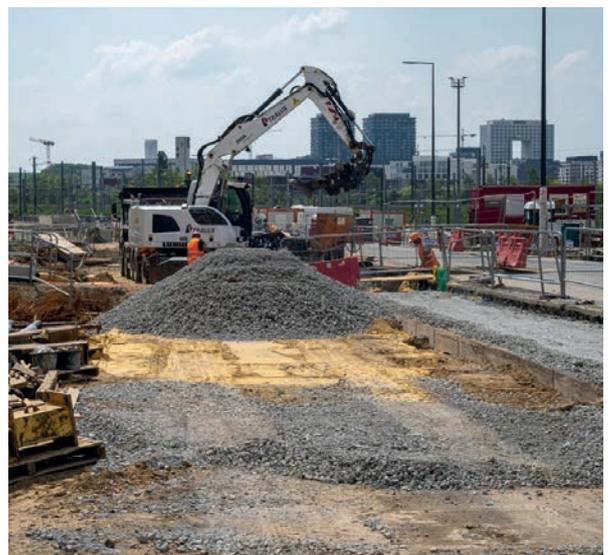
La longueur totale du tracé du tramway est de 16 km, dont environ 40% recevront des laitiers de haut-fourneau cristallisés par ROGESA. Le projet prévoit de mettre en œuvre 41 000 tonnes de laitiers cristallisés de granulométrie 0/45 mm.

Ce matériau est utilisé dans les couches de base des voies ferrées du tramway, des voies d'accès ou des pavements.

La difficulté de ce chantier est qu'il traverse la ville de Luxembourg du nord au sud et doit permettre de maintenir la circulation le plus possible ouverte aux abords de l'ouvrage. Les livraisons s'effectuent de manière irrégulière, au rythme des différentes tranches. Il peut se passer plusieurs mois sans avoir besoin de laitiers cristallisés et puis les livraisons peuvent aller jusqu'à 1 500 tonnes sur un laps de temps très court.

A ce jour 25 000 tonnes de laitiers ont été utilisées.

Ce projet qui valorise l'utilisation des laitiers contribue à l'évolution de la mobilité durable (tramway à propulsion électrique) et participe également à l'embellissement urbanistique et architectural de la ville de Luxembourg et de ses environs par la création de nouveaux espaces verts.



Utilisés en couche de base des voies ferrées, des voies d'accès ou des pavements, les laitiers représentent 40% des matériaux mis en œuvre dans la construction du tramway

### Elargissement de la route nationale 61 dans le nord du département de la Moselle (57)

#### Le projet

Le projet vise à étendre à 2 x 2 voies la dernière portion de la RN 61 au nord du département de la Moselle, avant la jonction avec l'autoroute A4.

#### Type de laitiers

Grave laitier : laitier de haut-fourneau cristallisé (80%) et laitier de haut-fourneau granulé (20%)

#### Quantités mises en œuvre

64 000 tonnes

#### Fournisseur

ROGESA



L'ouvrage, d'une longueur d'environ 4 km, consiste en la construction d'une voie de 11 m de large dans un sens et de l'élargissement sur 3 m de la voie existante dans l'autre sens.

64 000 tonnes de grave laitier de granulométrie 0/22 mm, commercialisées sous la dénomination de Larograde, ont été nécessaires pour constituer deux couches de chaussée, fondation et base, respectivement de 23 cm et 22 cm d'épaisseur.

Ainsi, 57 000 tonnes ont été utilisées pour les voies de circulation de la route nationale et 7 000 tonnes pour la construction des deux giratoires aux extrémités.

La quantité totale mise en œuvre a été acheminée par semi-remorques sur une distance de 50 kilomètres, en provenance du site de Dillingen à raison de 1 000 à 1 200 tonnes par jour avec des pointes à 1 700 tonnes.

L'avantage de la grave laitier, est, qu'après un cloutage de protection, il est possible de circuler sur la voie ou d'y construire immédiatement dessus.

Structure de la chaussée

Type de couche	Matériau	Epaisseur
Forme	Machefer	44 cm
<b>Fondation</b>	<b>Larograde</b>	<b>23 cm</b>
<b>Base</b>	<b>Larograde</b>	<b>22 cm</b>
Liaison	BBSG 0/11	6 cm
Roulement	BBM 0/10	4 cm



## Mise à 2 x 3 voies de la section de contournement nord-est de Metz (57)

### Le projet

Axe de grande liaison entre Paris et Strasbourg, l'autoroute A4 revêt les caractéristiques d'une autoroute péri-urbaine sur cette section et se devait d'évoluer pour répondre aux besoins croissants de mobilité autour de Metz. Le projet consistait à la mise à 2 x 3 voies (élargissement avec la création d'une troisième voie dans chaque sens de circulation) sur une portion d'autoroute de 11 km, en deux sections continues distinctes.

### Type de laitiers

Laitiers de haut-fourneau et laitiers d'aciérie de four électrique

### Quantités mises en œuvre

120 000 tonnes

### Fournisseur

**Eurogranulats, société familiale indépendante** créée en 1991, participe notamment à la valorisation des de granulats sidérurgiques de fraîche production avec l'élaboration de matériaux de haute qualité : laitiers d'aciérie de four électrique (LAFE), laitiers d'aciérie de conversion (LAC) et laitiers de haut-fourneau (LHF). Au total, ce sont 12 sites de production dans 4 pays avec plus de 6 millions de tonnes de laitiers commercialisés dans la construction et dans l'industrie.

Alors que les spécifications initiales du marché prévoyaient exclusivement l'utilisation de matériaux naturels, les sous produits de l'industrie étant exclus, Eurogranulats a proposé, sur dossier technique et environnemental, une variante en matériaux alternatifs avec des laitiers sidérurgiques, agréés par le maître d'œuvre et le bureau de contrôle extérieur (AMO géotechnique).

Les laitiers de haut-fourneau et les laitiers de four électrique, en provenance des sites de production locaux d'Eurogranulats, présentent une qualité répondant parfaitement aux spécifications du marché avec des performances supérieures à celles de matériaux naturels locaux : dureté et résistance mécanique, insensibilité à l'eau et au gel, propreté et angularité .

Ils ont également été caractérisés d'un point de vue environnemental selon le « Guide d'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs en technique routière » et tous classés en usage de type 3 (tous usages, revêtus, recouverts et non recouverts), autorisant leur mise en œuvre quelle que soit leur position dans la structure de chaussée.

Au total, ce sont près de 120 000 tonnes de laitiers sidérurgiques qui ont été employées en structure de chaussées en partie supérieure des terrassements (PST) et en couche de forme.



### Section Croix Hauconcourt A31 / Echangeur Argancy - 3 km



Partie supérieure des terrassements (PST) : 42 500 tonnes de laitier de haut-fourneau de granulométrie 0/100 mm



Couche de forme : 51 500 tonnes de laitiers d'aciérie de four électrique de granulométrie 0/63 mm et 0/31,5 mm

### Section échangeur Argancy / A4-A315 - 8 km



Couche de réglage de la couche de forme : 23 000 tonnes de laitier de haut-fourneau de granulométrie 0/31,5 mm

## Aménagement de pistes cyclables à Terville et de plusieurs voies et chemins à Illange (57)

### Le projet

Aménagement de pistes cyclables à Terville ainsi que des chemins du parc ludique et des voies de circulation sur le site de Knauf à Illange, deux communes proches de Thionville (57).

### Type de laitiers

Laitiers de haut-fourneau criblés 0/31,5

### Quantités mises en œuvre

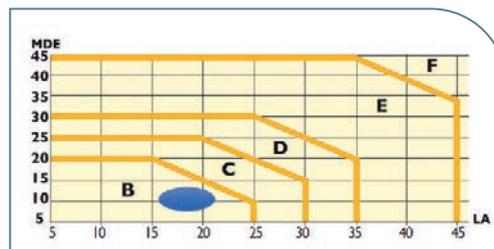
2 500 tonnes à Terville  
8 530 tonnes au total en couche de forme sur les 2 sites de Terville

### Fournisseur

**Slag, filiale de Vinci Construction**  
Créée en 1989, la Société Lorraine d'Agrégats (SLAG) exploite les crassiers du bassin lorrain, dont celui du Konacker, situé à cheval sur les communes de Nilvange et d'Hayange, et le seul encore en exploitation aujourd'hui.  
Le crassier s'étend sur une surface de 83 hectares, recouvrant des formations marno-calcaires. Son exploitation permet de remettre à jour le terrain naturel.

Issus du crassier du Konacker, les laitiers de haut-fourneau, mis en œuvre sur les deux sites à Terville et Illange, présentent des caractéristiques géotechniques qui permettent de les valoriser dans de nombreux secteurs d'activité du BTP : terrassement, béton, préfabrication, matériaux traités au liant hydraulique, enrobés, enduits...

Ces produits font l'objet d'un suivi qualité conforme aux exigences de VINCI Construction et à celles du marquage CE2+ (granulats pour produit de la construction).



Classification NF P18-545 selon les critères Los Angeles (LA) et Micro Deval (MDE).  
L'ellipse bleue indique les intervalles de valeurs typiques des laitiers de haut-fourneau de la SLAG.



Crassier du Konacker, situé à cheval sur les communes de Nilvange et d'Hayange

La production fait également l'objet d'un suivi qualité environnemental basé sur les critères d'acceptabilité du guide SETRA - Laitiers sidérurgiques (2012). Les matériaux ont toujours été classés en type 3, le plus exigeant dans le référentiel.

A Illange, 8 530 tonnes au total de laitiers de haut-fourneau de granulométrie 0/31,5 mm, ont été utilisées pour constituer la couche de forme des voies de circulation sur le site de la société Knauf (4 730 tonnes) et des chemins du parc ludique de la commune (3 800 tonnes).

Par ailleurs, 2 500 tonnes ont été mises en œuvre pour aménager des pistes cyclables dans la commune de Terville.



Aménagement de pistes cyclables sur la commune de Terville, proche de Thionville

# Que sont devenus les laitiers en 2023 ?



Dans la continuité des années précédentes, le Centre Technique et de Promotion des Laitiers sidérurgiques (CTPL) a menée en 2024 une enquête nationale relative aux flux de laitiers sidérurgiques produits sur le territoire national en 2023.

Cette enquête vise également à recueillir les données relatives à leurs principales filières d'utilisation par différents secteurs industriels.

## Avertissement

Le périmètre considéré pour l'établissement des statistiques des laitiers d'aciérie ici présentées pour les années 2022-2023 est différent de celui exposé dans les précédents numéros de Laitiers Sidérurgiques et dans la rubrique Statistiques du site [www.ctpl.info](http://www.ctpl.info) pour les années antérieures.

Ceci s'explique principalement par :

- La modification de la classification de certains sites entre les filières EAF « carbone ou faiblement alliés » et « inox ou fortement alliés »
- La réintégration des volumes mis en stockage interne dans le bilan des filières de gestion des laitiers d'aciérie.

## Une production en baisse

La consolidation des données (cf. tableau 1) fait apparaître une baisse continue de la production depuis 2019 en dépit du sursaut de 2021, année après Covid, pour se situer autour de 3,3 millions de tonnes. Ceci s'explique par la diminution de la production d'acier<sup>(1)</sup>, fortement dépendante des marchés de l'automobile (en crise) et de la construction (en stagnation).

Le tableau 1 suivant illustre l'évolution des productions de laitiers au cours de ces dix dernières années.

L'industrie sidérurgique, déjà éprouvée depuis ces dernières années, reste confrontée à des coûts de production élevés, et à un moment où la demande d'acier en France est faible au milieu de volumes importants de produits importés moins chers.

Cette situation de l'industrie sidérurgique pour l'année 2023 conduit à une baisse significative de 20 % de la production des laitiers en France par rapport à l'année 2022 qui n'était pas non plus un excellent cru :

- La production de laitiers de haut-fourneau cristallisés est en progression (+13%), la production des laitiers de haut-fourneau granulés diminuant fortement (-34%). Ceci est lié à un taux de granulation dégradé des installations sur l'année 2023.
- La production des laitiers d'aciérie de conversion affiche une baisse de 17%.
- Les laitiers d'aciérie issus de la filière électrique sont moins impactés avec une baisse réduite à 8%.

TYPE DE LAITIERS		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
LHF	LHF granulés	2 475	2 185	2 310	2 572	2 479	2 531	2 009	2 409	2 070	1 370
	LHF cristallisés	932	798	693	462	511	470	332	528	489	554
	LHF totaux	3 407	2 983	3 003	3 034	2 990	3 002	2 342	2 937	2 559	1 925
Laitiers d'aciérie de conversion		1 187	1 265	1 072	955	1 136	1 153	927	1 162	1 027	851
Laitiers d'aciérie électrique (aciers carbone)		503	442	420	423	461	396	272	421	465	412
Laitiers d'aciérie électrique (aciers inox et alliés spéciaux)		211	185	173	172	170	148	124	146	62	70
<b>Total</b>		<b>5 308</b>	<b>4 875</b>	<b>4 668</b>	<b>4 623</b>	<b>4 757</b>	<b>4 699</b>	<b>3 665</b>	<b>4 666</b>	<b>4 113</b>	<b>3 258</b>

**Tableau 1**

Synthèse des productions de laitiers en France entre 2014 et 2023 (en kt)

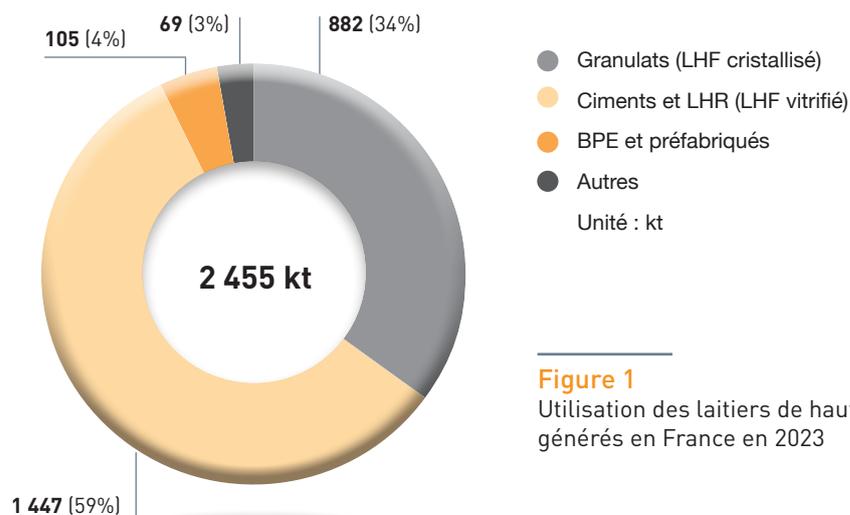
1- Voir également notre édito

## Laitiers de haut-fourneau

La production de laitiers de haut-fourneau s'établit à un peu moins de 2 millions de tonnes pour l'année 2023, historiquement au plus bas<sup>(2)</sup>. Elle est issue des sites ArcelorMittal de Fos-sur-Mer (13) et de Dunkerque (59), ainsi que du site Saint-Gobain de Pont-à-Mousson (54). Le ratio entre la partie cristallisée (29 %) et celle granulée (71 %) confirme tout l'intérêt de vitrifier la grande majorité de la production compte tenu des filières industrielles avalées. Il faut cependant noter que la vitrification des laitiers a diminué en 2023 (-10 points).

La figure 1 illustre que la totalité des tonnages produits en 2023 ont été valorisés et que certains flux issus des stocks anciens ont également été absorbés. Cela s'applique aussi bien pour les laitiers granulés que pour les laitiers cristallisés. Ces derniers sont utilisés massivement comme granulats dans l'industrie routière. Les laitiers granulés sont comme d'habitude consommés par l'industrie cimentière et comme additions hydrauliques bas-carbone pour la formulation des bétons.

En 2023, certains marchés comme la laine de roche continuent de consommer des laitiers de haut-fourneau cristallisés. Même si les tonnages sont modestes, cela correspond à un marché de l'isolation qui est pérenne.



**Figure 1**

Utilisation des laitiers de haut-fourneau générés en France en 2023

## Laitiers d'aciérie

Les 21 réponses reçues de la part des 25 sites sidérurgiques français produisant des laitiers d'aciérie représentent plus de 99% des tonnages de laitiers d'aciérie produits annuellement en France, à savoir un peu plus de 1,3 millions de tonnes pour l'exercice 2023, un volume en baisse de 14% par rapport à 2022.

Les quantités mises en œuvre sont en baisse (916 kt, -21%), alors que la mise en stock interne ou en stockage réglementé reste quasi stable (455 kt).

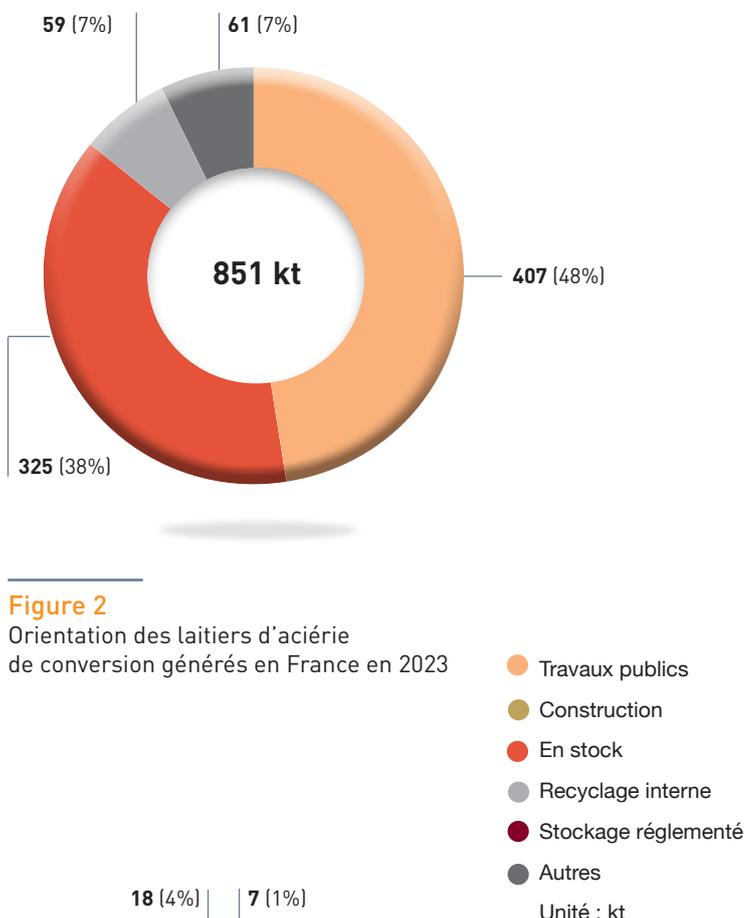
Parmi les laitiers d'aciérie, on peut distinguer trois grandes familles :

2 - Ce niveau inférieur à 2 millions de tonnes est même inférieur à celui des volumes produits lors de la crise économique de 2008-2009, où la production d'acier avait été impactée par une baisse de l'ordre de 30%.

## Les laitiers d'aciérie de conversion (LAC)

Les laitiers de convertisseur à oxygène (appelés aussi laitiers LD) représentent 64 % des tonnages de laitiers d'aciérie produits en 2023 (environ 850 000 tonnes), en baisse de 17%. Cette baisse s'explique par la diminution de la production d'acier (incidents industriels) et les conditions de marché difficiles observées depuis l'automne 2022. Leur part relative dans le total des laitiers baisse de 2 points.

Même si la plus grande partie (48 %) des laitiers de convertisseur produits en 2023 a été valorisée dans différentes filières industrielles (TP, industrie des liants hydrauliques, agriculture ...), leur mise en stockage interne<sup>3)</sup> a augmenté passant de 31 % à 38%.



**Figure 2**  
Orientation des laitiers d'aciérie de conversion générés en France en 2023

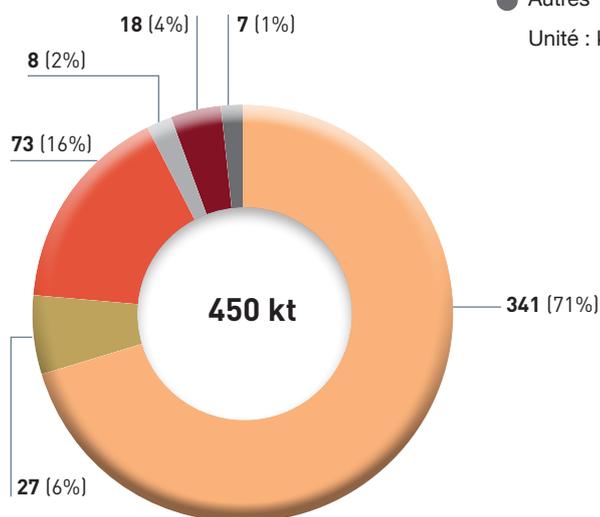
## Les laitiers d'aciérie électrique issus de la filière aciers carbone (LAFE carbone)

Ils représentent 31 % des tonnages de laitiers d'aciérie produits en 2023, soit 412 000 tonnes, en baisse de 11%. Leur part relative dans le total des laitiers d'aciérie reste stable.

Compte tenu des propriétés géotechniques intrinsèques de ces laitiers, l'essentiel des tonnages (71 %) est utilisé comme granulats en technique routière.

Nouveau débouché en 2022, le secteur de la construction (bétons, parpaings) se maintient avec 27 000 tonnes mises en œuvre, représentant 6% des tonnages.

En 2023, leur mise en stock reste stable, représentant 16% des tonnages. Cependant, il est à noter qu'un site a fortement déstocké (38 000 tonnes) pour répondre à la demande.



**Figure 3**  
Utilisation des laitiers d'aciérie électrique issus de la filière carbone en 2023

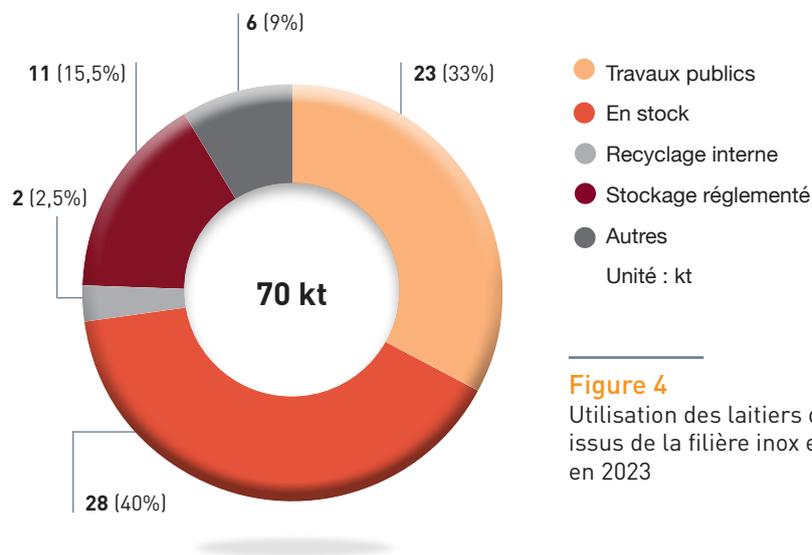
3 - De manière temporaire, en attente de valorisation.

## Les laitiers d'aciérie électrique issus de la filière aciers inoxydables et alliés (LAFE inox et alliés)

Ils représentent en 2023, 5 % des tonnages de laitiers d'aciérie produits sur le territoire, soit environ 70 000 tonnes.

En dépit de leurs caractéristiques techniques très similaires à celles des laitiers d'aciérie électrique issus de l'élaboration des aciers carbone, seulement 33% de ces laitiers sont valorisés dans les travaux publics principalement.

Leur mise en stockage interne progresse passant de 31% à 40%, et 15% des tonnages sont mis en stockage réglementé.



**Figure 4**

Utilisation des laitiers d'aciérie électrique issus de la filière inox et alliés spéciaux en 2023

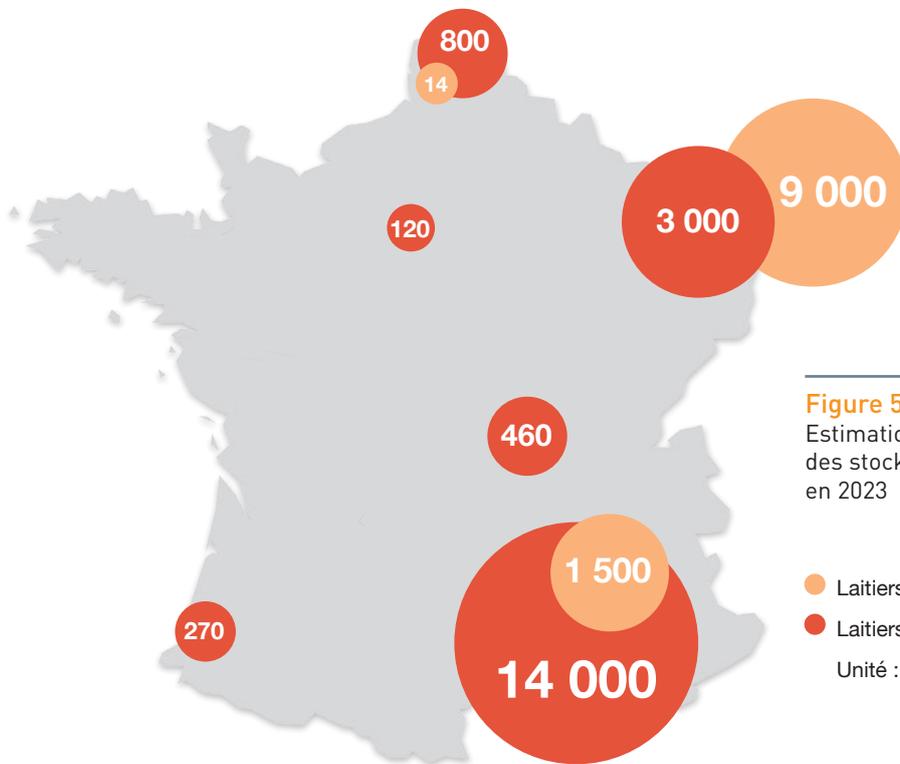
## Gestion des stocks historiques

A la fin de l'année 2023, les stocks de laitiers sidérurgiques recensés restent encore importants à l'échelle du territoire (près de 30 millions de tonnes), en particulier pour les laitiers de haut-fourneau cristallisés issus du passé (XIX<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècles – environ 10 millions de tonnes), ou encore les laitiers de convertisseur issus de la filière fonte (environ 17 millions de tonnes).

En comparaison, et compte tenu de la « jeunesse » des installations concernées

(< 30 ans), il n'existe que très peu de stocks de laitiers issus de la filière électrique (estimés à environ 1,5 million de tonnes).

Cependant, compte tenu des besoins et des possibilités locales, plusieurs initiatives sont actuellement en cours sur différents sites sidérurgiques pour l'exploitation de ces stocks historiques. D'ores et déjà, c'est entre 0,5 et 1 million de tonnes qui sont exploités de ces « crassiers », valorisés et mis sur le marché chaque année, prouvant s'il en est encore besoin, de l'intérêt technique et économique de ces ressources minérales secondaires durables.



**Figure 5**

Estimation et répartition géographique des stocks de laitiers sur le territoire en 2023

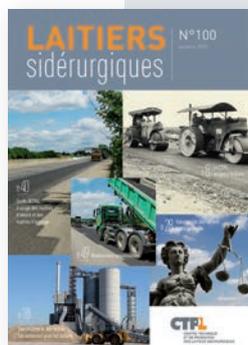
- Laitiers de haut-fourneau
  - Laitiers d'aciérie
- Unité : kt

Pour plus d'information, vous pourrez évidemment retrouver en ligne la présentation synthétique de ces données sur le site internet du CTPL.  
Rendez-vous à l'adresse suivante :

<https://www.ctpl.info/wp-content/uploads/2024/04/Stats-LHF-2023-2022.pdf>  
<https://www.ctpl.info/wp-content/uploads/2024/04/Stats-laitiers-aciérie-2023-2022.pdf>



# Dans les précédents **NUMÉROS...**



## N° 100 (octobre 2012)

- **Le CTPL, un peu d'histoire**  
CTPL : un organisme dédié aux laitiers sidérurgiques  
*Jacques Reynard : CTPL*
- **Des chiffres et des lettres (de noblesse) pour les laitiers**  
Evolution de la gestion des laitiers au cours des dix dernières années  
*Jérémy Domas : CTPL*

- **Valorisation des laitiers : cadre juridique**  
Etat des lieux juridique et statut des laitiers sidérurgiques  
*Jacques Reynard : CTPL*
- **Guide SETRA, à usage des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage**  
Le guide SETRA pour l'acceptabilité environnementale des laitiers sidérurgiques en technique routière  
*Jérémy Domas : CTPL*
- **Réalisations remarquables**
- **Les laitiers HF et d'aciérie : quel avenir pour les 20 prochaines années ?**  
Perspectives économiques, réglementaires et techniques quant à la valorisation des laitiers sur les 20 prochaines années.  
*Jean-Marie Delbecq : BSME*

- **Que sont devenus les laitiers en 2016**  
Production et devenir des laitiers sidérurgiques en 2016 en France  
*Jérémy Domas : CTPL*

## N° 109 (Juin 2018)

- **Les laitiers sur 3 frontières**  
9<sup>ème</sup> conférence Euroslag
- **Radioactivité : les LHF aptes pour la construction**  
La radioactivité naturelle des laitiers de haut-fourneau peut-elle être un frein à leur mise sur le marché comme matériau de construction ?  
*P. Gauje : ArcelorMittal France, Global Research and Development, Maizières Process*  
*F. Hanrot : ArcelorMittal Luxembourg, European Procurement Organisation - By-Products Sales*  
*M. B. Mokili, M. Bailly, I. Deniau : Laboratoire Subatech*
- **LAFE : à chacun sa personnalité !**  
Analyse comparative et propriétés de deux laitiers d'aciérie de four électrique en vue de leur utilisation dans des bétons hydrauliques  
*Amaia Santamaria, José Tomás San José, Javier Jesús González : UPV/EHU*  
*Flora Faleschini, Carlo Pellegrino : DICEA-UNIPD*

## N° 107 (Juin 2017)

- **Laitiers LD : Ils tiennent la route !**  
Performance des produits routiers bitumineux utilisant des laitiers d'aciérie LD (LAC)  
*J. Grönniger, M. P. Wistuba et I. Isailović : TU Braunschweig, ISBS, Germany*  
*M. Mauhart : Voestalpine Stahl GmbH, Austria*
- **En sécurité avec les laitiers d'aciérie de four électrique**  
Niveau de performance réelle en matière de sécurité des enrobés bitumineux à base de laitiers d'aciérie  
*N. Jones : Harsco Metals and Minerals, England*

## N° 108 (Décembre 2017)

- **Vu et pratiqué : retours d'expériences**
  - Le laitier de haut-fourneau moulu, une solution d'avenir
  - Granulac®... un granulats artificiel d'exception
  - Sous le béton, les laitiers
  - Sidmix® : liant hydraulique écologique et polyvalent pour matériaux routiers

## N° 110 (Décembre 2018)

- **Laitiers moulus : de la fonte au béton**  
A propos de la normalisation des bétons intégrant du laitier de haut-fourneau moulu  
*Nicolas Musikas : ECOCEM*  
*Pascal Leconte CTPL*
- **Ouverture d'une nouvelle usine ECOCEM à Dunkerque**
- **Révéler et développer la valeur ajoutée des laitiers moulus**  
Projet Actislag : améliorer les performances des laitiers de haut-fourneau moulus dans les formulations du béton  
*G. Franceschini : ArcelorMittal - European Procurement Organization - By-Products Sales*
- **Que sont devenus les laitiers en 2017**  
Production et devenir des laitiers sidérurgiques en 2017 en France  
*Pascal Leconte : CTPL*



## N° 111 (juin 2019)

### • Expansion volumique : vers un meilleur contrôle

Etat des lieux des essais en matière d'expansion volumique des laitiers d'aciérie et perspectives

Pascal Leconte : CTPL

Chen Lin : Ecoke des Mines de Douai

### • Granulats de LAFE : des perspectives en béton !

Bétons hydrauliques réalisés à partir de granulats de LAFE : spécificités et limites d'emploi.

Pascal Leconte : CTPL

Isabelle Moulin, Emmanuel Perin : LERM

## N° 112 (Octobre 2020)

### • En marche vers une filière « zéro déchet

Approche hydrométallurgique alcaline pour la gestion des laitiers sidérurgiques

N. Kana<sup>1</sup> - A. Seron<sup>1</sup> -

F. Pereira<sup>2,3</sup> - N. Menad<sup>1</sup> -

S. Ho-Van<sup>2,3</sup> - J.P. Baron<sup>4</sup> :

1 - Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)

2 - Association pour la Recherche et le développement des Méthodes et processus Industriels (ARMINES)

3 - Mines Saint-Étienne

4 - Industeel ArcelorMittal France

### • Des laitiers aux ressources multiples

Procédés innovants pour la récupération des métaux contenus dans les laitiers sidérurgiques

K. Bru - N. Menad : Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)

### • Que sont devenus les laitiers en 2018

Production et devenir des laitiers sidérurgiques en 2018 en France

Pascal Leconte :

CTPL



## N° 113 (Décembre 2021)

### • Granulation du laitier de haut-fourneau : une nouvelle alternative

Influence du procédé de granulation (par voie sèche et humide) sur les propriétés hydrauliques du laitier de haut-fourneau  
A. Ehrenberg : FEhS, Institut de recherche de matériaux de construction, Duisbourg  
N. Romero Sarcos, D. Hart, H. Bornhöft, J. Deubener : Université de Technologie de Clausthal, (Allemagne)

### • Que sont devenus les laitiers en 2020

Production et devenir des laitiers sidérurgiques en 2020 en France

Shahinaz Sayagh : CTPL

## N° 114 (Décembre 2022)

### • Laitiers de haut-fourneau moulus

Règles de comptabilisation des émissions de CO<sub>2</sub> des laitiers de haut-fourneau granulés : nouvelles recommandations françaises pour la mise à jour des FDES

Jérémie Domas, Shahinaz Sayagh : CTPL

### • Empreinte environnementale

Méthode et calcul de l'empreinte carbone des laitiers de haut-fourneau granulés par ArcelorMittal

Jean-Christophe Trassard : Ecocem Group

Diane Achard, Marion Guibert : Ecocem France

### • Que sont devenus les laitiers en 2021

Production et devenir des laitiers sidérurgiques en 2021 en France

Shahinaz Sayagh : CTPL



## N° 115 (Décembre 2023)

### • Production d'acier Net-Zéro

Que deviendront les laitiers sidérurgiques et leur valorisation en tant que matière première secondaire ?

Jean-Pierre Birat : IF Steelman

### • Laitiers de four à arc électrique

Développement de nouvelles filières dans l'industrie des liants hydrauliques : caractérisation minéralogique et premiers essais de réactivité cimentaire d'un laitier de four à arc électrique granulé par ArcelorMittal  
Simon Blotevogel, Thomas Wattez, Roberta Alfani, Laurent Frouin : Ecocem Materials  
Martin Cyr : LDMC, Université de Toulouse

### • Que sont devenus les laitiers en 2022

Production et devenir des laitiers sidérurgiques en 2022 en France

Shahinaz Sayagh : CTPL

**LAITIERS**  
sidérurgiques

[www.ctpl.info](http://www.ctpl.info)