

JOURNÉE TECHNIQUE 2023

Les matériaux alternatifs :
L'innovation au service de
l'économie circulaire




Les laitiers sidérurgiques : une diversité de matériaux au service de solutions bas-carbone

Shahinaz SAYAGH • Jérémie DOMAS



CTPL



- 
- A decorative horizontal bar at the top of the page, featuring a sequence of textures: dark grey gravel, orange vertical bars, light grey gravel, orange vertical bars, and light brown gravel.
1. Qu'est ce que le C.T.P.L.
 2. Les gisements et ressources de laitiers disponibles en 2021
 3. Les laitiers sidérurgiques : génération et production des diverses sources
 4. Usages et développements des laitiers pour leur utilisation comme solutions bas-carbone

Qu'est ce que le C.T.P.L. ?



Le Centre Technique et de Promotion des Laitiers Sidérurgiques

- **Association « loi 1901 », créée en 1979**
- **Nos Membres de plein droit** : sidérurgistes producteurs de laitiers (en France)
ArcelorMittal (Fos + Dk), APERAM Imphy Alloys, Ascométal (Fos + Hagondange), Saarstahl AscoVal, Aubert&Duval (Les Ancizes), Erasteel, Industeel Le Creusot, LME, RIVA (4 sites), Ugitech, WINOA
- **Nos Membres associés** : transformateurs / valorisateurs / opérateurs
Dillinger, Durruty, Eiffage, Ecocem France, Eurogranulats, Harsco Metals&Minerals, Recygroup, Saarstahl AG, SGA, SLAG, SOLODET, TMS International, Valsid

Qu'est ce que le C.T.P.L. ?



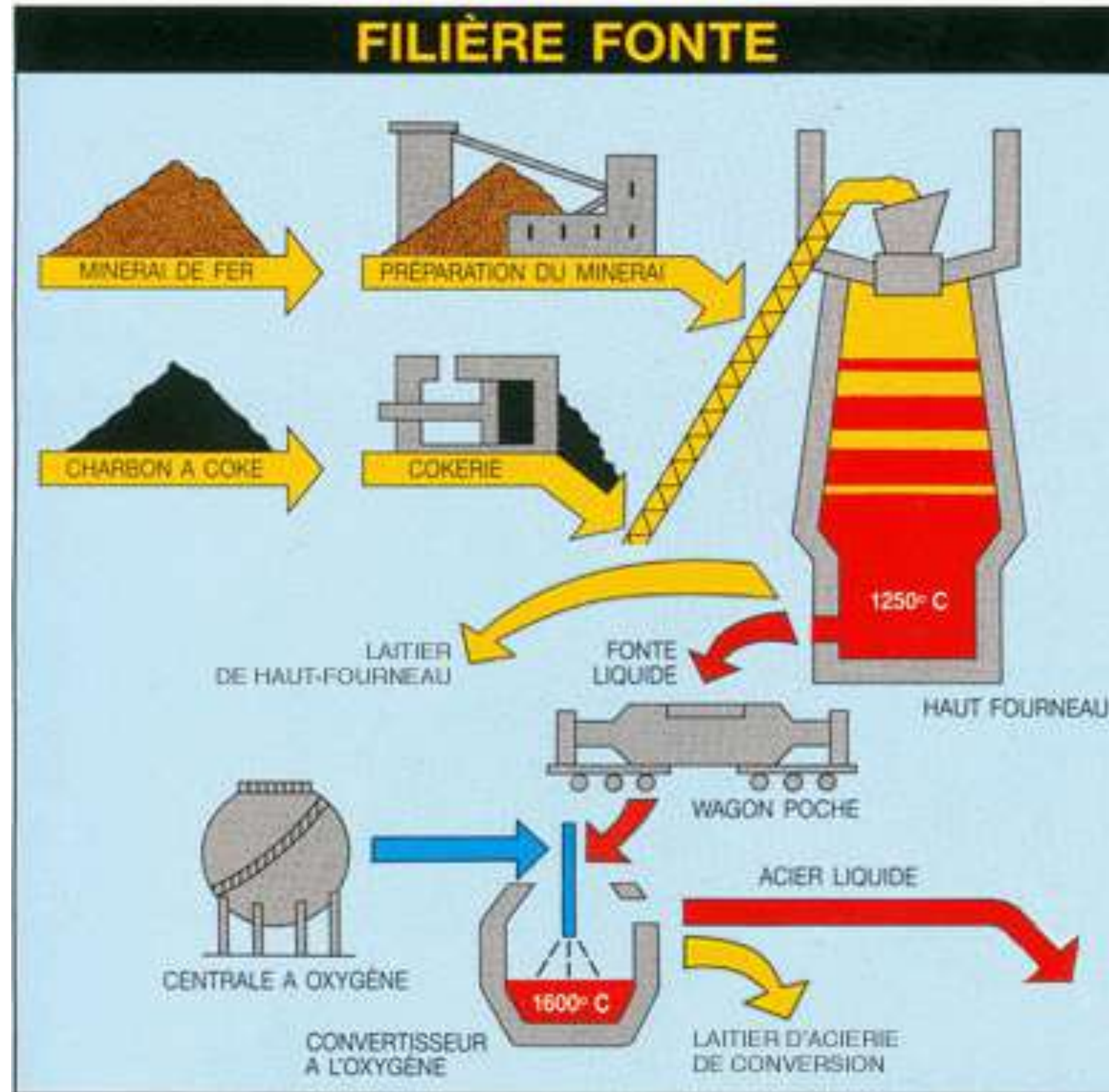
- **Objectif :**

- Promouvoir, encourager et soutenir le développement de nouvelles applications,
- Assurer la veille et le suivi des flux,
- Contribuer à la qualité des co-produits industriels issus de la sidérurgie.

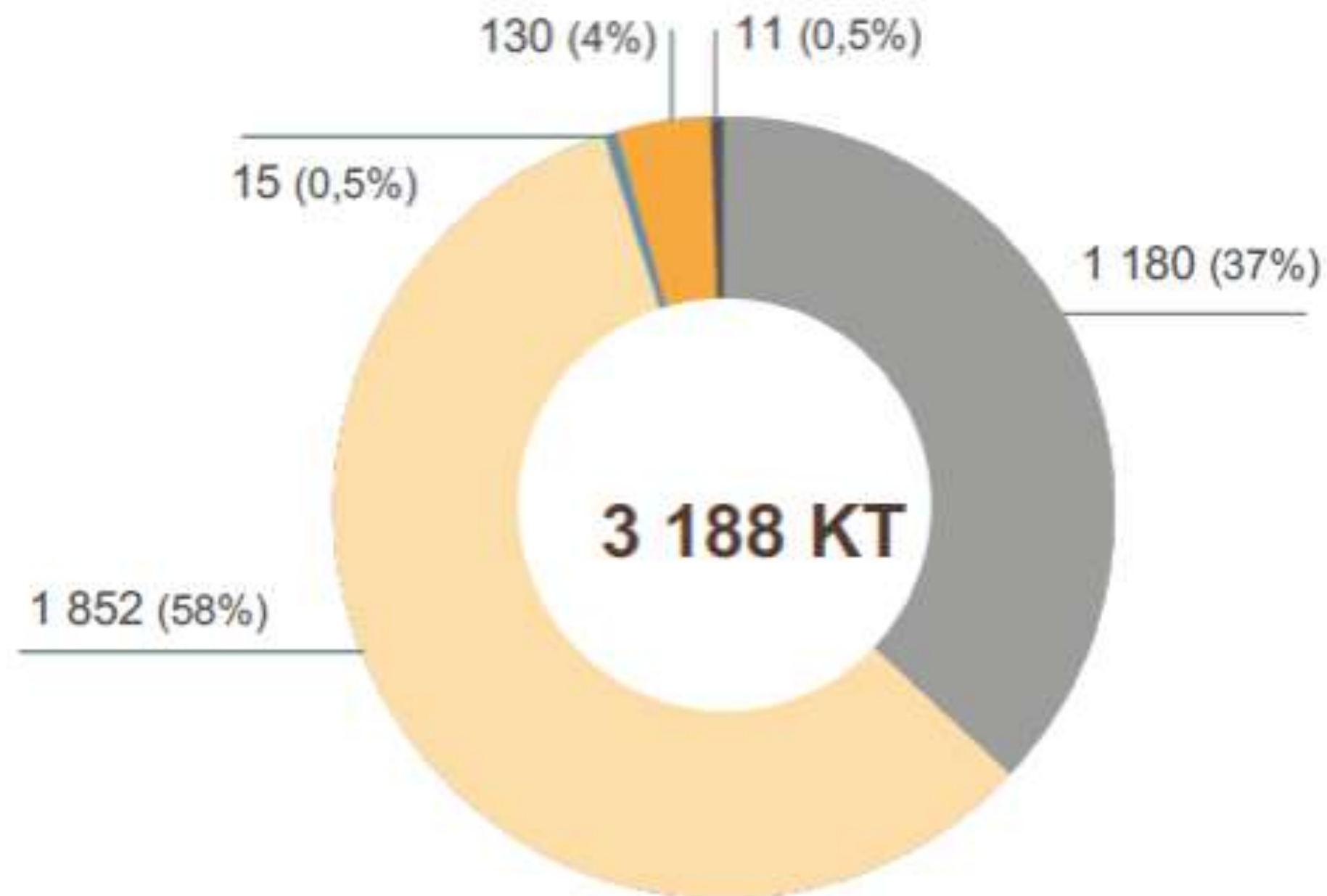
- **Missions :**

- Coopération avec les pouvoirs publics (MTE, MAAF, MEF) et les professionnels (CEREMA, CSTB, INERIS, BRGM, ASN, IRSN, ANSES...),
- Assurer la liaison avec les organismes professionnels (EUROSLAG, EUROFER, NSA, ASA, AFOCO, A3M, ANPEA, IDRRIM, INEC, UNPG...),
- Rôle d'expert dans les commissions de normalisation (liants hydrauliques TC 51, bétons TC 104, granulats TC 154, matériaux de chaussée TC 227, fertilisants TC 260, SDR TC 351, terrassements TC 396, et environnement TC 444),
- Initiation et participation à des projets de R&D.

Génération et production : Les laitiers de HF

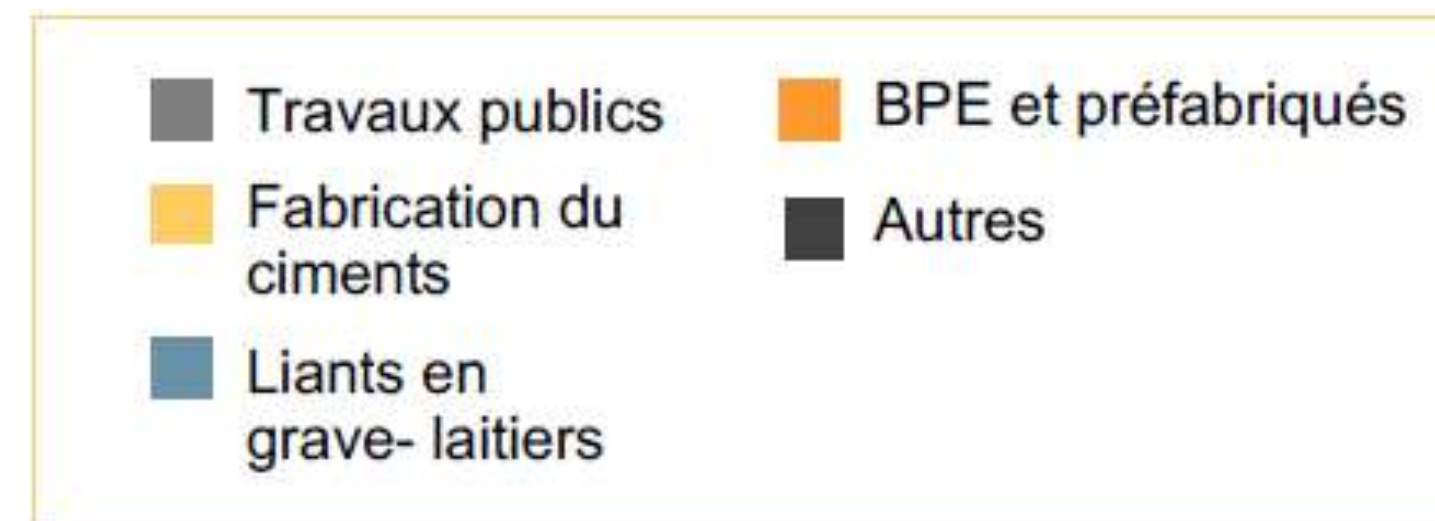


Génération et production : Les laitiers de HF



2022
Total des utilisations = 3 188 KT
provenant de :
 • la fraiche production = 2 559 KT
 • déstockage = 629 KT

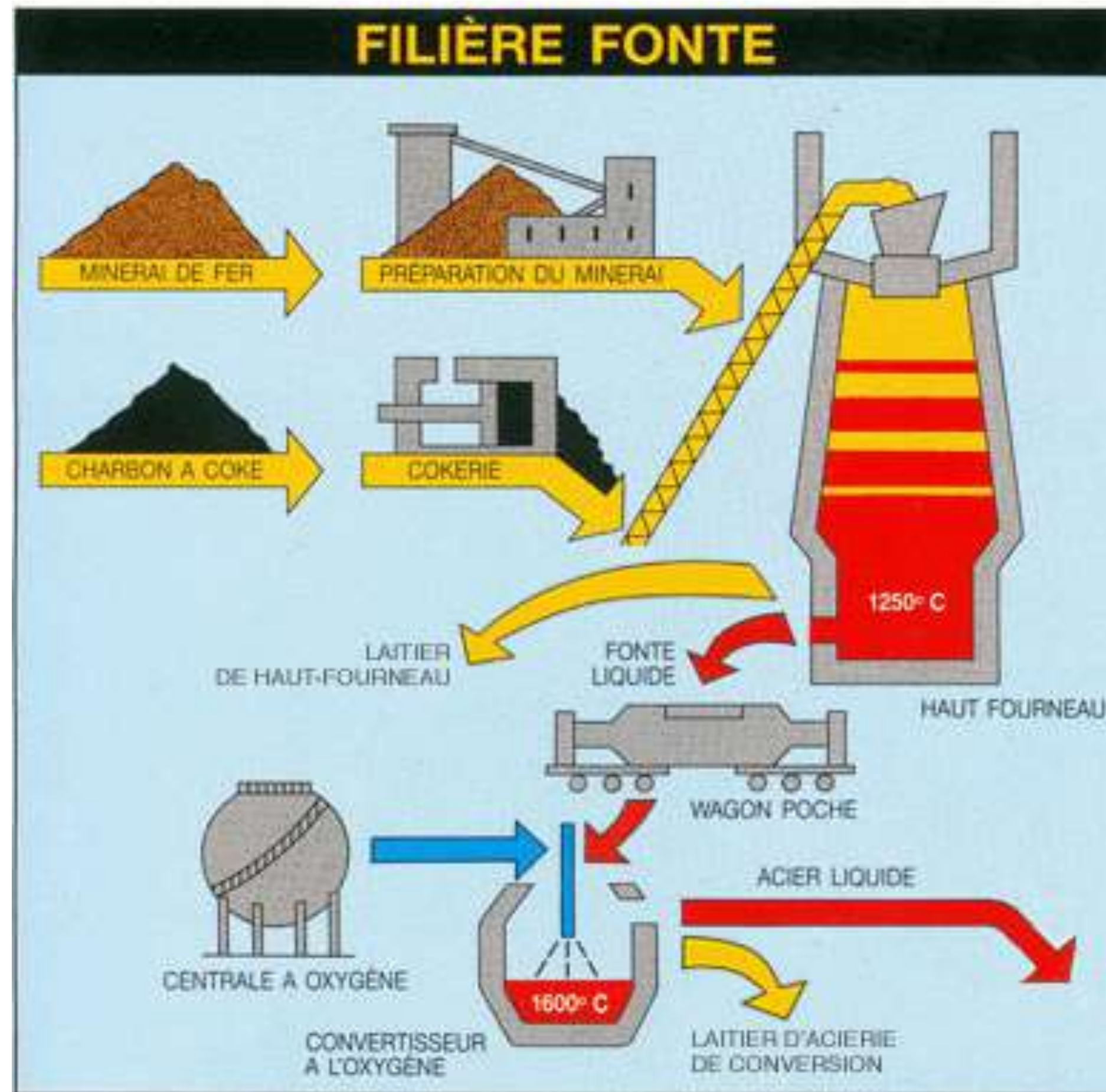
- **2,6 millions de tonnes** produites en 2022,
- Près de **65 %** des volumes sont des LHF vitrifiés (hydrauliquement réactifs)
- Les laitiers **crystallisés** sont utilisés comme matériaux granulaires
- Plus de **600 kt** sont déstockés des crassiers historiques



Un produit connu et reconnu depuis de nombreuses années :

- N'a pas le statut de déchet, enregistré dans REACH, dispose de normes d'usages, d'un retour d'expérience abouti, de DEP, de performances pour l'industrie des liants hydrauliques
- Utilisés dans la fabrication des **ciments** : usage normalisé pour les ciments courants CEM II, CEM III, CEM V selon la norme NF EN 197-1, ou encore pour les CEM VI selon la norme NF EN 197-6
- Utilisés dans la fabrication des **liants hydrauliques routiers** : usage normalisé selon la norme NF P15-108 ou NF EN 13282-2
- Utilisés pour le **traitement** hydraulique des **matériaux** routiers (NF EN 14227-2) ou des **sols routiers** (NF EN 14227-15)
- Utilisés comme **additions** (hydrauliques) de type II dans la formulation des **bétons** selon la norme NF EN 15167-1
- **DEP** à 83 kg de CO₂/t GBS et 102 kg de CO₂/t GGBS

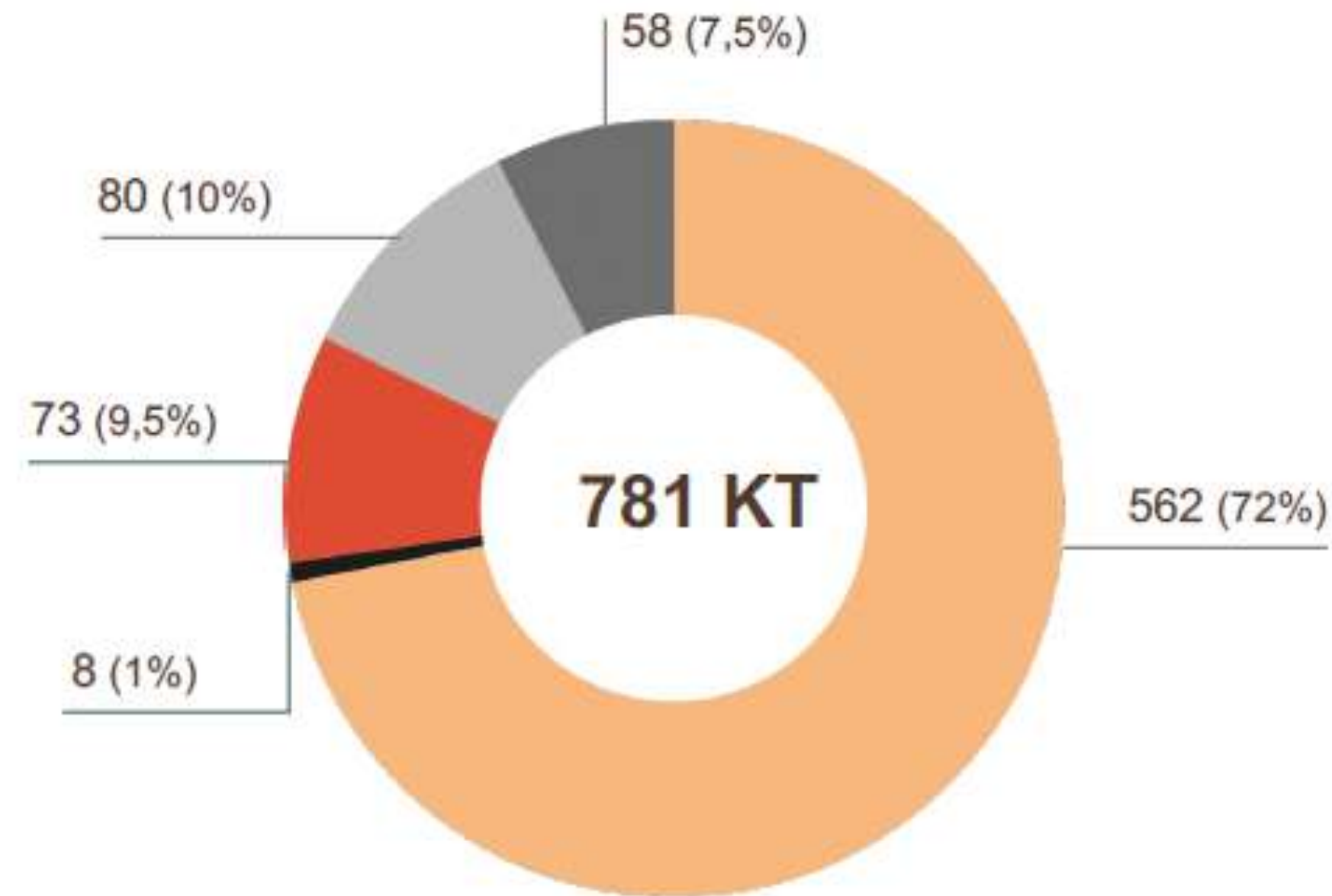
Génération et production : Les laitiers d'aciérie de conversion LAC



LAC
(cristallisés)



Génération et production : Les laitiers d'aciérie de conversion LAC



2022
Total des utilisations = 781 KT
en totalité provenant de :
la fraiche production = 1 027 KT
(Stocks est. = 17 028 KT
dont crassier historique de Fos = 13 500 KT)

- Plus de **1 million de tonnes** de LAC produites en 2022,
- Près de **75 %** des volumes sont utilisés comme matériaux granulaires
- Certains tonnages utilisés dans l'industrie des liants hydrauliques
- Des stocks historiques importants



Un produit pas suffisamment connu/exploité :

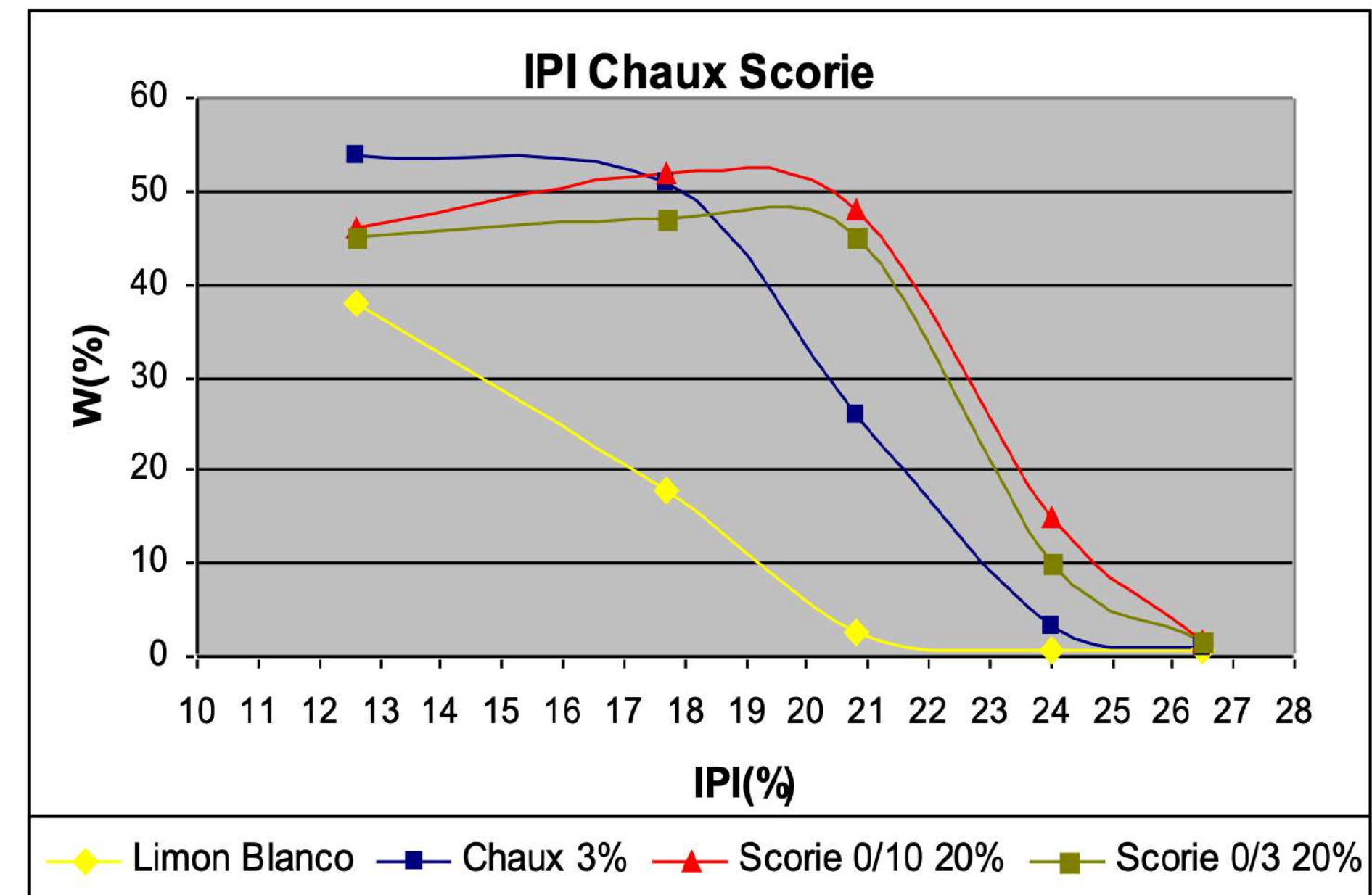
- Toujours le statut de déchet mais ... enregistré dans REACH, intégré dans certaines normes d'usages, retour d'expérience significatif et performances intéressantes pour l'industrie des liants hydrauliques
- LAC régulièrement utilisés dans la fabrication des **ciments** pour le cru, mais actuellement pas reconnu comme un constituant principal ou secondaire ; développements en cours en France et en Europe
- Utilisés dans la fabrication des **liants hydrauliques routiers** : usage normalisé comme constituants secondaires de la norme NF P15-108 ou comme constituants principaux de la norme NF EN 13282-2
- Essais et développements pour leur utilisation dans le **traitement** hydraulique des **matériaux ou sols** routiers
- **Empreinte carbone réduite** aux « traitements » (transport, séchage, broyage), sans doute de l'ordre de 20 kg de CO₂/t LAC

Utilisation comme solutions bas-carbone : les LAC

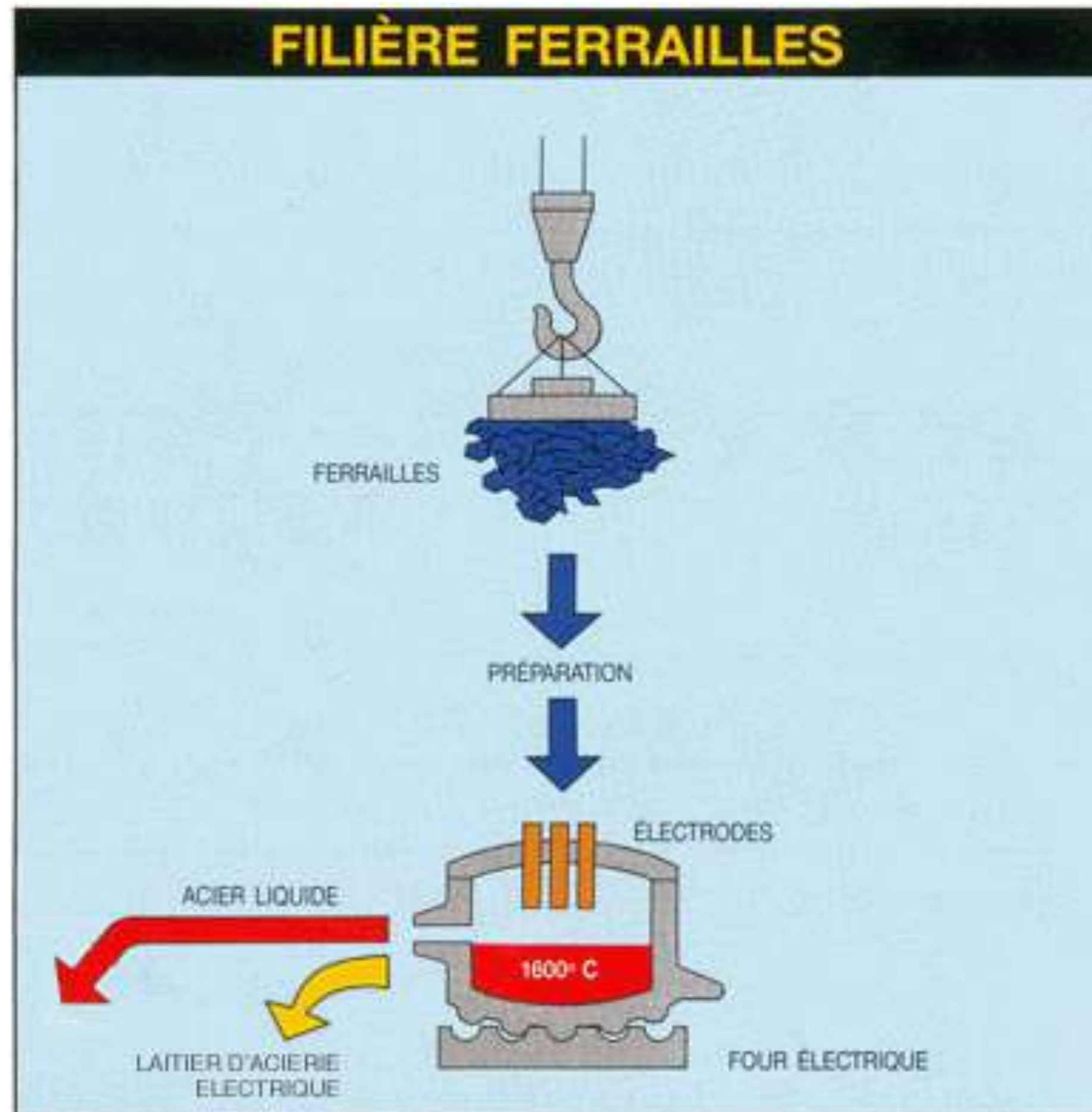


Mélange de LHF granulé moulu et de LAC moulu pour un usage comme Liant Hydraulique Routier

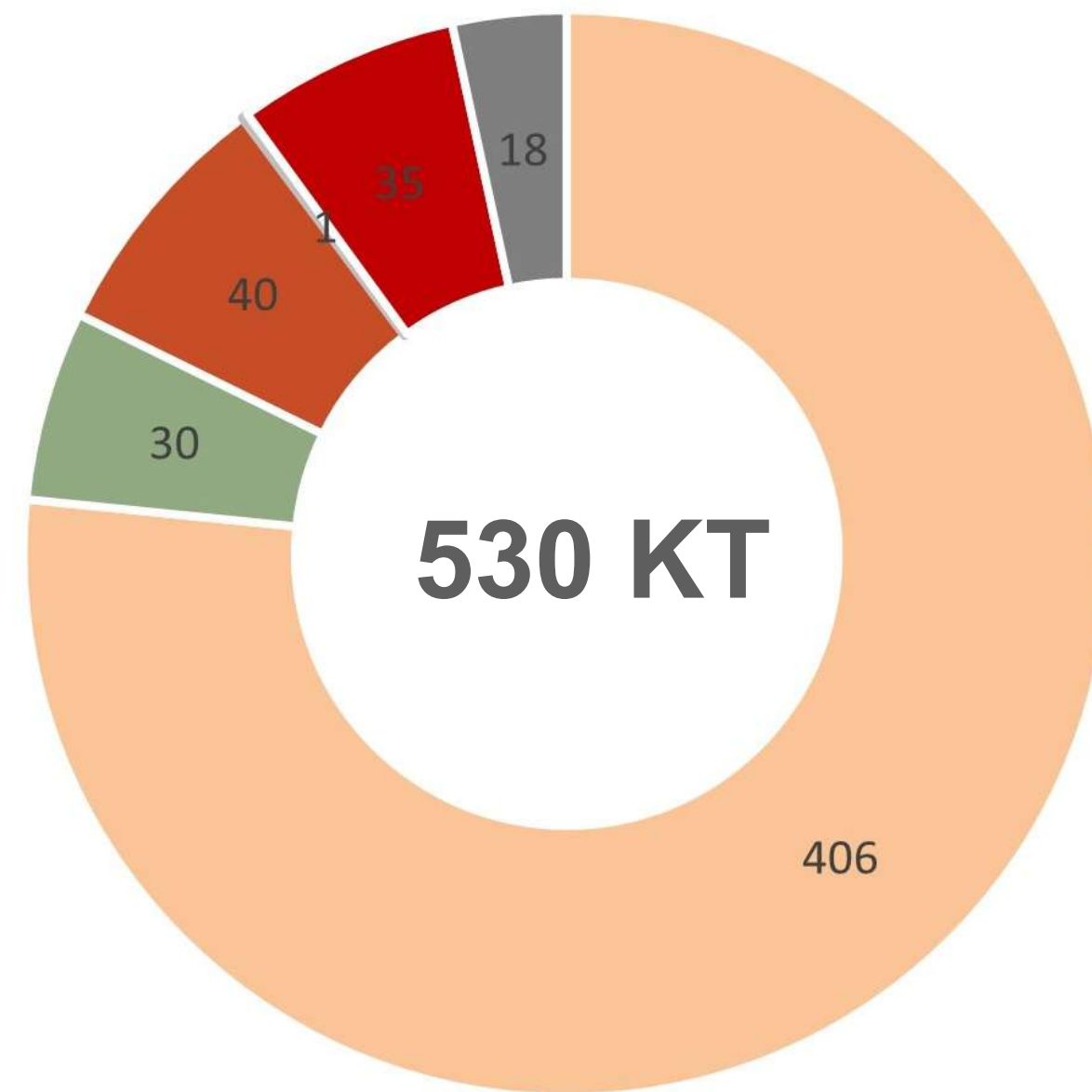
Essais de traitement de sols avec des LAC (comparaison avec chaux)



Génération et production : Les laitiers d'aciérie de four électrique LAFE



Génération et production : Les laitiers d'aciérie de four électrique LAFE

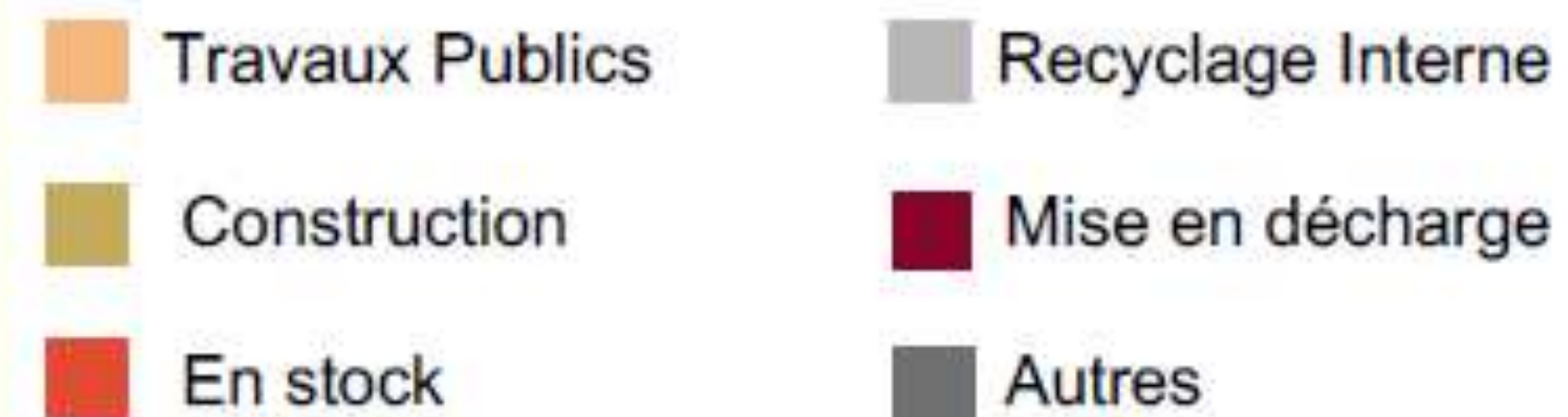


2022

Total des utilisations = 530 KT
en grande partie issue de
la fraiche production = 527 KT

(Stocks estimés = 1 425 KT)

- Plus de **500 KT** de LAFE produites en 2022,
- Plus de **75 %** des volumes sont utilisés comme matériaux granulaires
- Filière des liants hydrauliques encore peu/pas exploitée
- Des stocks historiques significatifs



Utilisation comme solutions bas-carbone : les laitiers d'aciérie de four électrique LAFE



Un produit peu/pas connu/exploité :

- Toujours le statut de déchet mais ... enregistré dans REACH, caractéristiques intéressantes pour l'industrie des liants hydrauliques
- LAFE de plus en plus utilisés dans la fabrication des **ciments** pour le cru, mais actuellement pas reconnu comme un constituant principal ou secondaire ; développements en cours en France et en Europe
- Gisements recherchés pour leur caractéristiques particulières : CaO, Al₂O₃, FeO, SiO₂ ... en complément des autres intrants
- Pas utilisés dans la fabrication des **liants hydrauliques routiers** ou pour le **traitement** hydraulique des **matériaux ou sols** routiers
- **Empreinte carbone réduite** aux « traitements » (transport, séchage, broyage), sans doute de l'ordre de 20 kg de CO₂/t LAFE

Une diversité de laitiers au service de solutions bas-carbone :

- Tous les laitiers sont enregistrés et déclarés selon **REACH**
- Divers laitiers, aux caractéristiques chimiques et techniques différentes et complémentaires : les LHF (granulés et cristallisés), les LAC, les LAFE (et laitiers de métallurgie secondaire)
- Des gisements **locaux** de ressources minérales généralement assez stables ... besoin d'installations de mouture, et de process d'activation pour améliorer leurs performances
- A moyenne échéance, l'arrivée de nouveaux gisements (importants) dans le cadre de la **décarbonation** de la sidérurgie, et en remplacement des LHF et des LAC
- **Une empreinte carbone très réduite**, toujours (très) inférieure aux ressources minérales primaires

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Shahinaz SAYAGH

shahinaz.sayagh@ctpl.info

Jérémie DOMAS

jeremie.domas@ctpl.info

CTPL



 **Afoco**
Créateur de Matériaux Alternatifs

2023