




JOURNÉE TECHNIQUE 2025

**AFOCO : 30 ANS D'ENGAGEMENT
EN FAVEUR DES MATÉRIAUX
ALTERNATIFS**

 **Vendredi 7 novembre 2025**

 **Maison des Travaux Publics, Paris**

 **9h00 - 16h00**



Matériaux alternatifs : état des lieux réglementaires et techniques des liants hydrauliques et des substituts granulaires



Cédric LE GOUIL

Directeur Routes et Terrassements

CIM BÉTON - FRANCE CIMENT



Samyr EL BEDOUI

Responsable Technique

VCSP ROUTE FRANCE

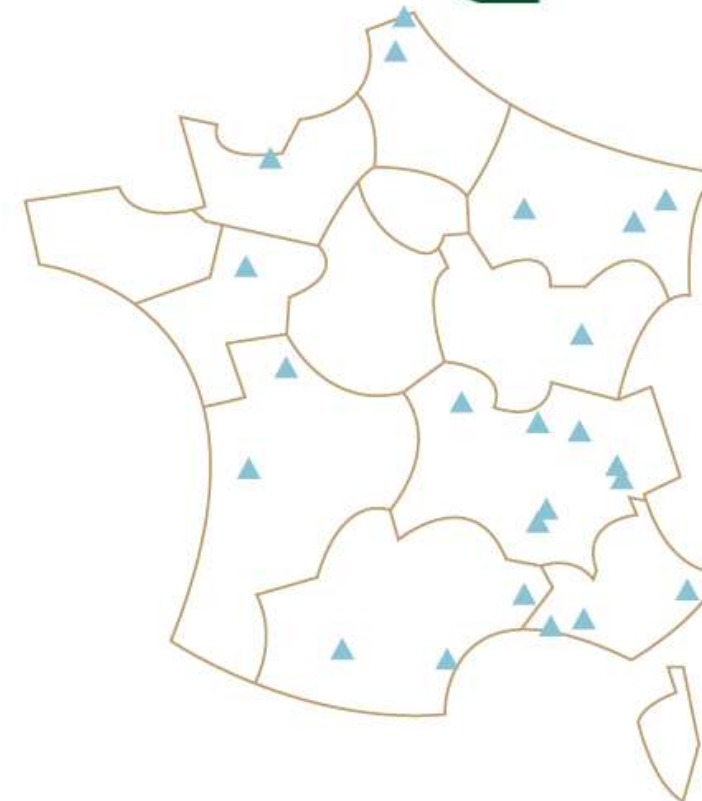
ÉTAT DES LIEUX RÉGLEMENTAIRES ET TECHNIQUES DES LIANTS HYDRAULIQUES ET DES SUBSTITUTS GRANULAIRES



France Ciment est l'organisation professionnelle représentative de l'industrie cimentière et regroupe les fabricants de liants hydrauliques : ciments, chaux hydrauliques, liants routiers et liants géotechniques.

France Ciment accompagne ses adhérents dans les actions prises collectivement en faveur de la biodiversité, de l'économie circulaire et de la décarbonation.

Présent sur les différents domaines tant techniques (normalisation, recherche, réglementation) qu'économiques, social ou juridiques, France Ciment intervient sur l'ensemble des questions professionnelles intéressant les industries de production des ciments et des chaux hydrauliques.





Cimbéton : Pôle d'expertise de France Ciment → solutions ciment et béton pour **Bâtiment, Génie-civil et Routes**.

Mission principale : aider les professionnels du BTP à s'emparer des pratiques innovantes et des évolutions réglementaires, pour « **faire mieux en utilisant moins et mieux le matériau** ».



La palette d'outils et de logiciels Cimbéton

PERCEVAL, logiciel de calcul économique et écologique dédié à la route.

GEGO, Guide Environnemental pour le Gros Œuvre, outil d'aide à la conception

Boîte à Outils RE2020



Les guides et les revues techniques

Près de 100 guides techniques disponibles en libre-service

2 revues spécialisées : Construction Moderne, Routes



Les événements terrain

Des cycles de conférence – Décarbonation et RE2020, Bien prescrire les bétons...

Un tour de France « Journées Routes Terrassement et Aménagement »




Cimbéton, c'est aussi un site web : infociments.fr

Le Ciment, acteur clé du traitement des déchets

3,3 Millions de tonnes de sous-produits ou déchets valorisés en 2024 en France

- **Valorisation énergétique**
- **Valorisation matière**

> 1,7 Million de tonnes de déchets valorisés (hors laitier),
 > 0,8 Million de tonnes de ressources naturelles préservées,
 > 1,8 Million de tonnes de CO₂ d'origine fossile évitées.

ÉTAPES	Au cru	À la cuisson	Au broyage
TYPOLOGIE DE DÉCHETS	 Boues industrielles, sable de fonderie, terres dégradées...	 Pneus, huiles et solvants usagés, eaux polluées, farines animales, semences impropres, CSR...	 Fumées de silice, laitiers de hauts-fourneaux, cendres volantes...
Volumes de déchets en valorisation énergétique	-	> 1 086 000 t (soit 52% du besoin énergétique du procédé cimentier)	-
Volume de déchets en valorisation matière	> 653 000 t	> 139 000 t (sous forme d'incorporation des cendres au clinker)	> 1 447 000 t (principalement des laitiers)

Au cœur de l'économie circulaire : les cimenteries

UN CENTRE DU PROCESSUS : UN FOUR GÉANT

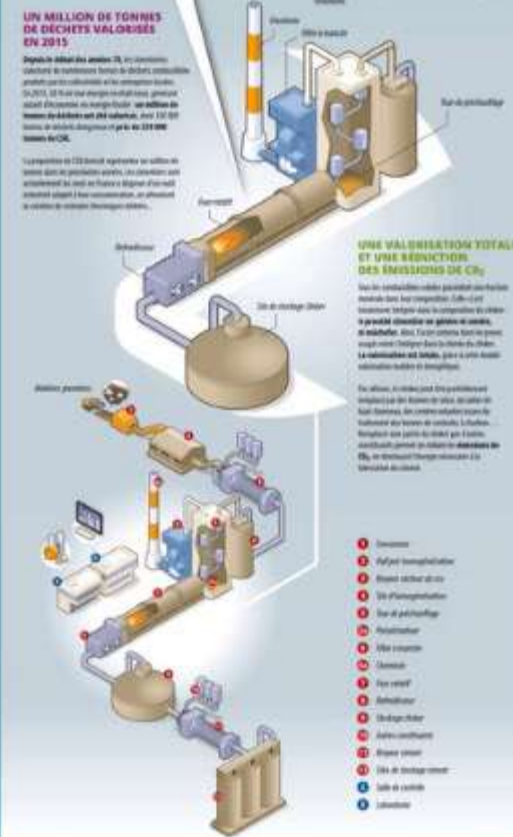
Les cimenteries sont au cœur de l'économie circulaire. Elles sont équipées d'un four géant qui permet de valoriser les déchets et de produire du ciment.

UN MILLION DE TONNES DE DÉCHETS VALORISÉS EN 2015

Depuis le début des années 70, les cimenteries ont permis de valoriser jusqu'à 1 million de tonnes de déchets par an.

UNE VALORISATION TOTALE ET UNE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂

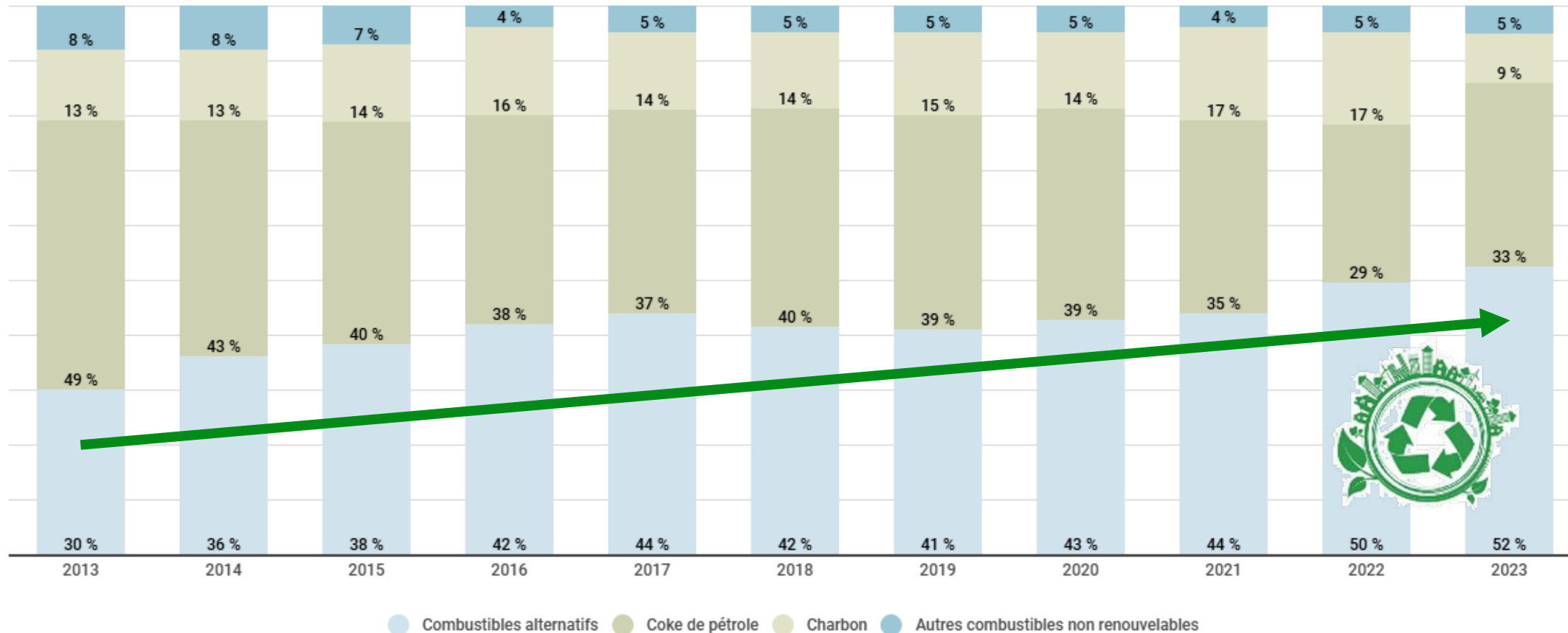
Les cimenteries ont permis de réduire les émissions de CO₂ de 10% par rapport à la production traditionnelle de ciment.



Le Ciment, toujours + de combustibles alternatifs

Mix énergétique : Évolution des combustibles employés de 2013 à 2023 (en %)

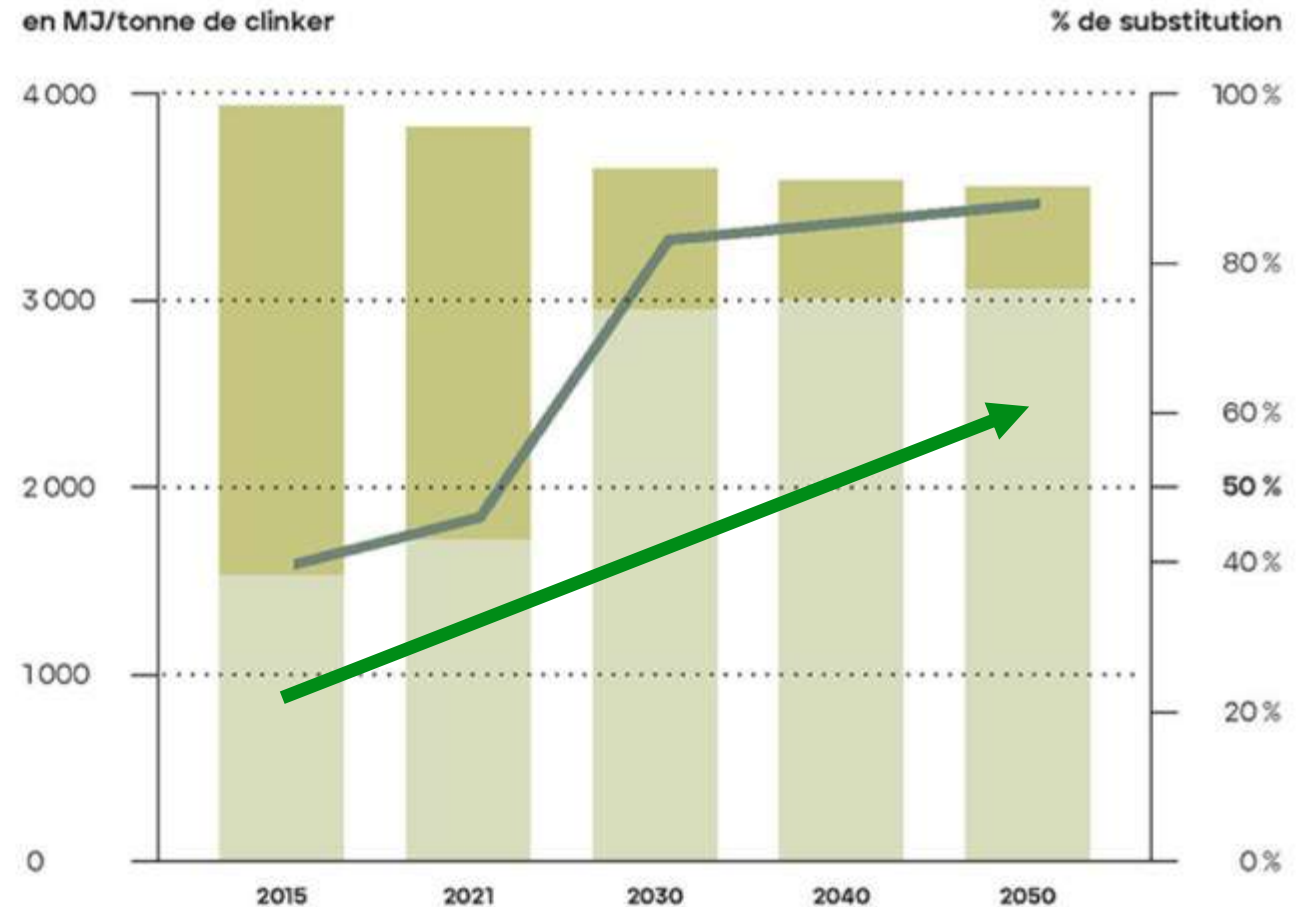
Principaux combustibles alternatifs :
Huiles ou solvants usagés, farines animales, déchets de bois, sciures imprégnées, CSR, pneus...



Le Ciment, toujours + de combustibles alternatifs

Valorisation énergétique des déchets : Hypothèses 2030-2050

En 2024, **55 %** des combustibles fossiles ont ainsi pu être remplacés par des déchets non recyclables. L'objectif pour 2030 est d'atteindre un taux de substitution de **80%**



Les Liants Hydrauliques – Point normatif

Ciments :

- Ciments « courants »
- Ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation
- Ciments sursulfatés
- Ciments d'aluminates de calcium
- Ciments à maçonner

- EN 197-x
- EN 14216
- EN 15743
- EN 14647
- EN 413-1



Liants Hydrauliques Routiers :

- Liants hydrauliques routiers
- Liants hydrauliques routiers à durcissement rapide
- Liants hydrauliques routiers à durcissement normal

- NF P 15-108
- EN 13282-1
- EN 13282-2



Ciments courants : 5 types et 27 produits normalisés en 2012

NF EN 197-1

Principaux types	Notation des 27 produits (types de ciment courant)	Composition (pourcentage en masse ^{a)})											Constituants secondaires		
		Constituants principaux													
		Clinker	Latier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste oolithe	Calcaire					
K	S	D ^{b)}	P	Q	V	W	T	L	LL						
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
	Ciment Portland au laitier	CEM III/A-S	90-94	5-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B-S	55-78	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la fumée de silice	CEM III/A-D	90-94	—	6-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A-F	80-94	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM III/B-P	95-79	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM III/A-Q		90-94	—	—	—	6-20	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
CEM III/B-Q		65-79	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
CEM II	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM III/V	90-81	—	—	—	—	5-20	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III-V	85-78	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/W	80-94	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland au schiste oolithe	CEM III/W	55-78	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
		CEM III/T	80-94	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
	CEM III/T	65-79	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
Ciment Portland au calcaire	CEM III/L	90-94	—	—	—	—	—	—	—	8-20	—	—	—	0-5	
	CEM III/L	65-79	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	—	—	0-5	
	CEM III/LL	90-81	—	—	—	—	—	—	—	—	6-20	—	—	0-5	
Ciment Portland composé ^{c)}	CEM III/LL	65-78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21-35	—	0-5	
	CEM III/M	80-88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/M	55-79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
		CEM III/A	35-64	36-65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B	20-54	66-80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/C	5-18	91-95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique ^{d)}	CEM III/A	65-69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
		CEM III/B	40-64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM V	Ciment composé ^{e)}	CEM III/A	40-64	18-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
		CEM III/B	20-38	31-49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5

a) Les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.
 b) La proportion de fumée de silice est limitée à 10 %.
 c) Dans les cas des ciments Portland composés CEM III/A-M et CEM III/O-M, des ciments pouzzolaniques CEM III/A et CEM III/B et des ciments composés CEM III/A et CEM III/L, les constituants principaux autres que le clinker doivent être déclarés dans la désignation du ciment (voir des exemples à l'Annexe 6).

NF EN 197-1 (2012) :

- 1 CEM I (≥ 95% clinker K)
- 1 CEM II/A-D (≥ 90% clinker K)
- 9 CEM II/A-? (≥ 80% clinker K)
- 9 CEM II/B-? (≥ 65% clinker K)
- 1 CEM IV/A (≥ 65% clinker K)
- 1 CEM IV/B (≥ 45% clinker K)
- 1 CEM V/A (≥ 40% clinker K)
- 1 CEM III/A (≥ 35% clinker K)
- 1 CEM III/B (≥ 20% clinker K)
- 1 CEM V/B (≥ 20% clinker K)
- 1 CEM III/C (≥ 5% clinker K)

2025 Clinker France Ciment
729 kg CO₂/t



ÉTAT DES LIEUX RÉGLEMENTAIRES ET TECHNIQUES DES LIANTS HYDRAULIQUES ET DES SUBSTITUTS GRANULAIRES

Ciments courants : 5 types et 27 produits normalisés en 2012

NF EN 197-1

Principaux types	Notation des 27 produits (types de ciment courant)	Composition (pourcentage en masse ^{a)})										
		Constituants principaux										Constituants secondaires
		Clinker	Latier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste oolithé	Calcaire		
K	S	D ^{b)}	P	Q	V	W	T	L	LL			
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland au laitier	CEM III/A-S	90-94	5-20	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B-S	90-94	21-35	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la fumée de silice	CEM III/A-D	90-94	—	6-10	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A-F	90-94	—	—	6-20	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM III/B-P	95-70	—	—	21-35	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A-Q	90-94	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B-Q	95-70	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
	CEM II	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM III/V	90-91	—	—	—	5-20	—	—	—	—
CEM III/V			95-78	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
Ciment Portland au schiste oolithé		CEM III/W	90-94	—	—	—	—	—	6-20	—	—	0-5
		CEM III/T	95-70	—	—	—	—	—	21-35	—	—	0-5
Ciment Portland au calcaire		CEM III/L	90-94	—	—	—	—	—	—	8-20	—	0-5
		CEM III/L	95-78	—	—	—	—	—	—	21-35	—	0-5
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/M	90-91	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/M	95-78	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/M	90-88	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique ^{c)}	CEM III/A	95-70	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A	95-69	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM V	Ciment composé ^{c)}	CEM III/A	90-64	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A	90-64	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5

a) Les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.
 b) La proportion de fumée de silice est limitée à 10 %.
 c) Dans les cas des ciments Portland composés CEM III/A-M et CEM III/M, des ciments pouzzolaniques CEM III/A et CEM III/B et des ciments composés CEM III/A et CEM III/B, les constituants principaux autres que le clinker doivent être déclarés dans la désignation du ciment (voir des exemples à l'Annexe 6).

Ciments courants : 6 types et 38 produits normalisés en 2023

NF EN 197-1; 197-5 et 197-6

Principaux types	Notation des produits (type de ciment)	Composition (pourcentage en masse ^{a)})										
		Constituants principaux										Constituants secondaires
		Clinker	Fines de béton recyclé	Latier de haut fourneau	Pouzzolanes		Cendres volantes		Fumée de silice	Schiste oolithé	Calcaire	
K	F	S	P	Q	V	W	D ^{b)}	T	L	LL		
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland au laitier	CEM III/A-S	90-94	—	5-20	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/B-S	90-94	—	21-35	—	—	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM III/A-P	95-70	—	—	21-35	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A-Q	90-94	—	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5
	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM III/V	90-91	—	—	—	5-20	—	—	—	—	0-5
		CEM III/V	95-78	—	—	—	21-35	—	—	—	—	0-5
		CEM III/W	90-94	—	—	—	—	—	6-20	—	—	0-5
	CEM II	Ciment Portland au schiste oolithé	CEM III/T	95-70	—	—	—	—	—	6-20	—	—
CEM III/T			95-70	—	—	—	—	—	21-35	—	—	0-5
Ciment Portland au calcaire		CEM III/L	90-94	—	—	—	—	—	—	8-20	—	0-5
		CEM III/L	95-78	—	—	—	—	—	—	21-35	—	0-5
Ciment Portland aux fines de béton recyclé		CEM III/F	90-94	5-20	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/F	95-78	21-35	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM III	Ciment composé ^{c)}	CEM III/M	90-91	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/M	95-78	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/M	90-88	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique ^{c)}	CEM III/A	95-70	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A	95-69	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM V	Ciment composé ^{c)}	CEM III/A	90-64	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A	90-64	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
CEM VI	Ciment composé ^{c)}	CEM III/A	90-64	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5
		CEM III/A	90-64	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5

- EN 197-1 + EN 197-5 (2021)
- EN 197-6 (2023)
- 2 CEM II/A-? (≥ 80% clinker K)
- 2 CEM II/B-? (≥ 65% clinker K)
- 2 CEM II/C-M (≥ 50% clinker K)
- 5 CEM VI-? (≥ 35% clinker K)

ÉTAT DES LIEUX RÉGLEMENTAIRES ET TECHNIQUES DES LIANTS HYDRAULIQUES ET DES SUBSTITUTS GRANULAIRES

Principaux types	Notation des produits (types de ciment)	Notation des produits (types de ciment)	Composition (pourcentage en masse) ¹⁾											Constituants secondaires		
			Constituants principaux													
			Clinker	Fines de béton recyclé	Laitier de haut-fourneau	Pouzzolanes		Cendres volantes		Fumée de silice	Schiste calciné	Calcaire				
						Naturelle	Naturelle calcinée	Siliceuses	Calciques			L	LL			
K	F	S	P	Q	V	W	D ²⁾	T	L	LL						
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	CEM II	Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-D	90-94	-	-	-	-	-	-	6-10	-	-	-	-	0-5
Ciment Portland au calcaire		CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5	
Ciment Portland aux fines de béton recyclé		CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5	
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5	
Ciment Portland composé sans/avec fines de béton recyclé ³⁾		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5	
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5	
CEM III		Ciment de haut-fourneau	CEM II/A-F	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
			CEM II/B-F	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		Ciment Portland composé sans/avec fines de béton recyclé ³⁾	CEM II/A-M	80-88	-	-	-	-	-	12-20	-	-	-	-	-	0-5
			CEM II/B-M	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
			CEM II/C-M ⁴⁾	50-64	-	-	-	-	-	36-50 ⁵⁾	-	-	-	-	-	0-5
	CEM II/A-M		80-88	6-14	-	-	-	-	6-14 ⁶⁾	-	-	-	-	-	0-5	
CEM IV	Ciment pouzzolanique ⁴⁾	CEM II/B-M	65-79	6-29	-	-	-	6-29 ⁷⁾	-	-	-	-	-	0-5		
		CEM II/C-M	50-64	6-20	-	-	-	-	16-44 ⁸⁾	-	-	-	-	0-5		
CEM V	Ciment composé ⁴⁾	CEM III/A	35-64	-	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/B	20-34	-	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/C	5-19	-	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM VI	Ciment composé ⁴⁾	CEM IV/A	65-89	-	-	11-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM IV/B	45-64	-	-	36-55	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM VII	Ciment composé ⁴⁾	CEM V/A	40-64	-	18-30	18-30	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM V/B	20-38	-	31-49	31-49	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM VIII	Ciment composé ⁴⁾	CEM VI (S-P)	35-49	-	31-59	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM VI (S-V)	35-49	-	31-59	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM VI (S-L)	35-49	-	31-59	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5	
		CEM VI (S-LL)	35-49	-	31-59	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5	
		CEM VI	35-49	6-20	31-59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	

Constituants alternatifs industriels/recyclés :

Laitier de haut fourneau (S)

- 12 ciments possibles
- 6 à 95% en masse du ciment



102 kg CO₂/t *

Cendres volantes siliceuses ou calciques (V ou W)

- 14 ciments possibles
- 6 à 55% en masse du ciment



44 kg CO₂/t *

Fumée de silice (D)

- 9 ciments possibles
- 6 à 10% en masse du ciment



600 kg CO₂/t *

Schiste calciné (T)

- 8 ciments possibles
- 6 à 50% en masse du ciment



Fines de béton recyclé (F)

- 6 ciments possibles
- 6 à 35% en masse du ciment



xx kg CO₂/t
À venir...

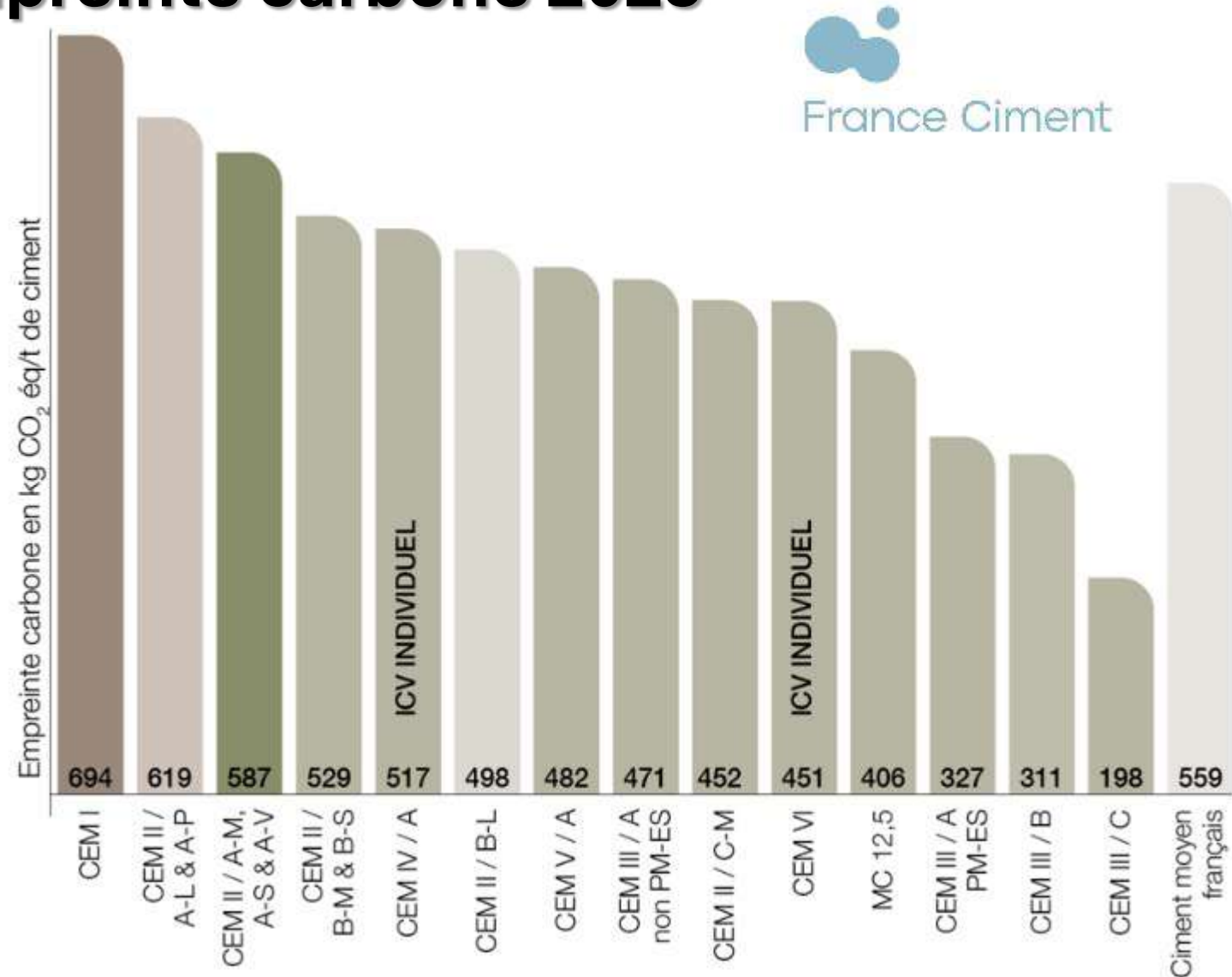
Ciments courants : empreinte carbone 2025

Données collectives des ciments produits en France métropolitaine par les adhérents de France Ciment et établies en conformité avec la norme NF EN 15804-A2 et son complément national NF EN 15804+A2/CN.

Les adhérents de France Ciment sont Eqiom, Heidelberg Materials, Lafarge Holcim et Vicat.

Reproduction du graphique selon accord préalable de France Ciment, juin 2025

<https://www.infociments.fr>

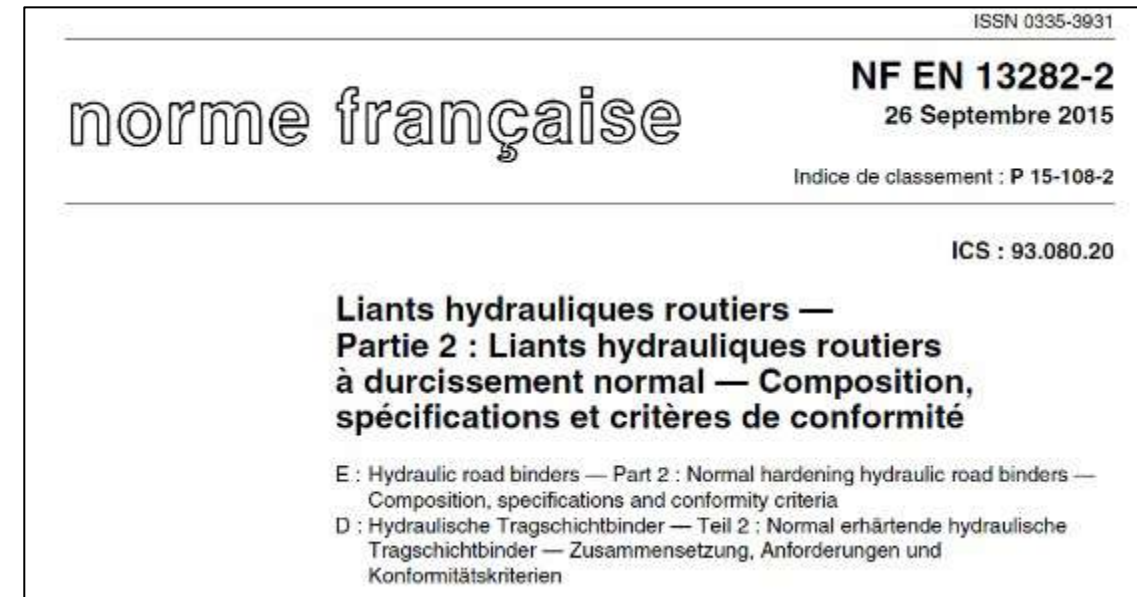


France Ciment

Liants Hydrauliques Routiers

EN 13282-1&2 (2014-2015) :

- **Constituants ciments**
 - Clinker K,
 - Laitier granulé de haut fourneau S,
 - Pouzzolane naturelle P ou calcinée Q
 - Cendre volante siliceuse V ou calcique W
 - Schiste calciné T
 - Calcaire L ou LL
- **Autres cendres volantes**
 - Cendre volante siliceuse de lit fluidisé circulant Va
 - Cendre volante calcique vive Wa
- **Cendre de boue de papier WP**
- **Laitier cristallisé de convertisseur à oxygène (Sb)**
- **Chaux** calcique (CL) et hydraulique naturelle (NHL)





Innovations / Nouveautés à venir



Ciments courants

EN 197-1 (2027 ?) :

- **Harmonisation des normes**
 - Intégration des CEM II/C-M et CEM VI (197-5)
 - Intégration des produits avec fines de béton recyclé (197-6)
- **Augmentation de la teneur en calcaire pour les CEM II/C-M**
- **Ajout des CEM VI/B** (clinker, laitier, calcaire, de 21 à 49% pour chacun)
- **Ajout des cendres de foyer**
- **Ajout des CEM VI/A avec argiles calcinées**
- **Exigences Environnementales** dans la Déclaration de Performance et de Conformité (DoPc)



Innovations / Nouveautés à venir



Ciments courants

EN 197-1 (2027 ?) :

- **Harmonisation des normes**
 - Intégration des CEM II/C-M et CEM VI (197-5)
 - Intégration des produits avec fines de béton recyclé (197-6)
- **Augmentation de la teneur en calcaire pour les CEM II/C-M**
- **Ajout des CEM VI/B** (clinker, laitier, calcaire, de 21 à 49% pour chacun)
- **Ajout des cendres de foyer**
- **Ajout des CEM VI/A avec argiles calcinées**
- **Exigences Environnementales** dans la Déclaration de Performance et de Conformité (DoPc)

Liants Hydrauliques Routiers

EN 13282-1&2 (2028 ?) :

- Ajout des **fines de béton recyclé**
- Ajout des **cendres de foyer**
- **Modifications spécifications :**
 - Suppression limite haute résistance N4
 - Perte au feu des cendres (9→12%)
 - ...
- **Exigences Environnementales** dans la Déclaration de Performance et de Conformité (DoPc)
- **Autres ajouts potentiels ?**
 - Cendres sur stock, cendres de co-combustion
 - Laitiers de la filière électrique
 - ...



Innovations / Nouveautés à venir



SuStaCEM : projet européen financé par l'Europe (EISMEA) et porté par le CEN/TC51

SuStaCEM : Sustainability, Standardisation, Cement

Un projet de coopération pour :

- Identifier de nouvelles voies pour la décarbonation des ciments et accroître les solutions d'économie circulaire pouvant être intégrées dans la normalisation
- Créer une plateforme favorisant la collaboration, l'échange de savoir-faire et informations utiles sur des sujets clés entre les différentes parties prenantes, afin de faciliter la normalisation de ciments durables éprouvés
- Identifier de nouvelles solutions et normaliser les plus prometteuses, afin de proposer de nouveaux produits durables sur le marché unique, dans l'intérêt des citoyens européens





Innovations / Nouveautés à venir



SuStaCEM : Sustainability, Standardisation, Cement

Work Package 2 :

Identifier de **nouveaux constituants** prometteurs pour les ciments, liants hydrauliques et chaux de construction

- Examiner les **matériaux (naturels, sous-produits, déchets)** susceptibles d'être incorporés dans les liants hydrauliques
- Passer en revue la littérature existante et l'ensemble des connaissances disponibles sur les matériaux sélectionnés

Exemples :

- Laitiers sidérurgiques
 - Convertisseur (BOF)
 - Four à arc électrique (EAF)
- Autres types de cendres
- Verre broyé recyclé
- Résidus de bauxite
- Boues de dragage
- Résidus miniers



Source : ASA





Innovations / Nouveautés à venir



SuStaCEM : Sustainability, Standardisation, Cement



Work Package 3 :

Approfondir l'étude des **matériaux issus des déchets de construction et de démolition** pouvant être utilisés comme nouveaux constituants

2023, nouvelle norme : EN 197-6

« Ciment à base de matériaux de construction recyclés ». Avec cette norme, introduction du **nouveau**

constituant : fines de béton recyclé.

Objectif de ce Work Package : **aller au-delà** de cette première étape.



Partie 1 : Identification de matériaux de construction recyclés

- Gravats mélangés, déchets de briques recyclées, verre plat.
- Réalisation de l'état de l'art



Partie 2 : Performances des liants avec des matériaux de construction recyclés

- Vérification des performances, en particulier la durabilité.
- Travaux réalisés par un laboratoire externe



Partie 3 : Etat de l'art de l'activation des fines de béton recyclé, par :

- Carbonatation
- Activation thermique
- Activation mécanique

Les Liants Hydrauliques – Innovation / Développement

- **Évolutions normatives**
 - Constituants normalisés
 - Nouveaux constituants :
Guide d'élaboration d'un dossier technique pour évaluer un nouveau liant ou une nouvelle addition (FD P18-484)
- **Évaluation Technique Européenne** *
 - Permet le marquage CE d'un produit
 - Evaluation complémentaire (CSTB, CEREMA)
- **Avis Technique Français (IDRRIM)**
- Mention dans les **Guides Techniques (GTS...)**



* <https://www.cerema.fr/fr/cerema/directions/cerema-infrastructures-transport-materiaux/evaluations-techniques-europeennes-ete>

Les substituts granulaires

Matériaux alternatifs

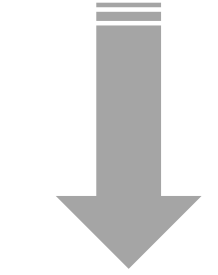
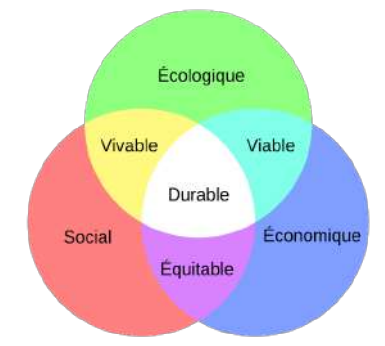
- Un matériau alternatif est un matériau élaboré à partir d'un déchet et destiné à être utilisé seul, ou en mélange avec d'autres matériaux alternatifs ou non.
- Une définition parmi d'autres....
- Quelques exemples: matériaux de déconstruction, MIDND, laitiers sidérurgiques, sables de fonderie, sable de déferrisation....



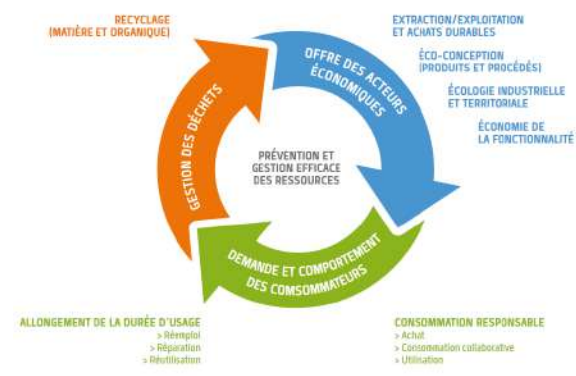
Les substituts granulaires - Contexte

En matière d'environnement

- des ambitions sociétales aux politiques publiques en passant par la réglementation technique;
- à l'échelle des Régions, de la France, de l'Europe....



ÉCONOMIE CIRCULAIRE
3 domaines, 7 piliers



Les substituts granulaires - Contexte

En matière géotechnique

- Evolution des normes, des guides, des notes d'information dans différents secteurs... pas forcément de façon synchrone



norme française
NF EN 16907-1
Décembre 2018
Indice de classement : P 11-201-1
ICS : 93.020

**Terrassements —
Partie 1 : Principes et règles générales**
E: Earthworks — Part 1: Principles and general rules
D: Erdarbeiten — Teil 1: Grundsätze und allgemeine Regeln

Norme française
homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR en août 2019.

Correspondance
La Norme européenne EN 16907-1:2018 est mise en application avec le statut de norme française par publication d'un texte identique.
La version anglaise de cette norme française a été préparée dès que la norme européenne a été disponible, en décembre 2018.

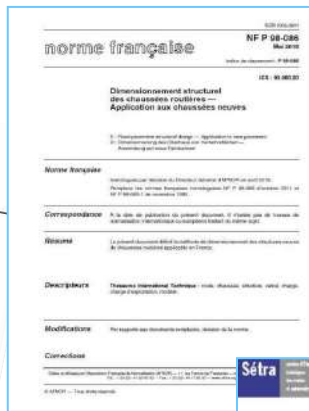
Résumé
Les travaux de terrassement regroupent l'excavation, le chargement, le transport versant ou en site, la transformation ou l'amélioration, la mise en place, la stabilisation et le compactage de matériaux naturels (sols, roches), de sous-produits industriels ou de matériaux recyclés afin d'obtenir des couches et des remblais stables et durables, qui répondent à des propriétés prescrites. Ces travaux peuvent être exécutés sous l'eau.
Il définit les principes généraux de conception, d'exécution et de contrôle des travaux de terrassements, qui se trouvent dans les 5 autres parties de la norme : classification, procédés de construction, traitement à la chaux, essais géotechniques, contrôles et suivi, construction de base-plan, remblai hydraulique.

Descripteurs
Travaux de terrassement, remblaiement, compactage, excavation, construction, développement durable, risque, gestion, géotechnique, sol, matière, stabilisation, caractéristiques, dessin, drainage.

Modifications

Corrections

© AFNOR — Tous droits réservés
Version de 2019-12-01



norme française
NF P 08-086
Mars 2019
ICS : 93.020

**Dimensionnement structural des chaussées routières —
Application aux chaussées sèches**

Norme Anglaise
Specification for the structural design of road pavements for dry conditions

Correspondance
A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux de référence à l'international sur ce sujet.

Résumé
Le présent document définit les méthodes de dimensionnement des chaussées sèches de dimensionnement structural.

Modifications
Pas de modifications apportées, aucune à noter.

Contexte
CEN-LEC Management Centre has the responsibility for the preparation of the English version of this document.



Sêtra
Centre national de ressources techniques et scientifiques

Drainage routier

Édition mai 2023



Les références

**GUIDE DES TERRASSEMENTS
DES REMBLAIS ET
DES COUCHES DE FORME**
FASCICULE N°2 Annexes techniques

Édition mai 2023

Ceren
Centre national de ressources techniques et scientifiques

RAPF
Réseau associatif pour l'Amélioration des Performances des Infrastructures



Sêtra
Centre national de ressources techniques et scientifiques

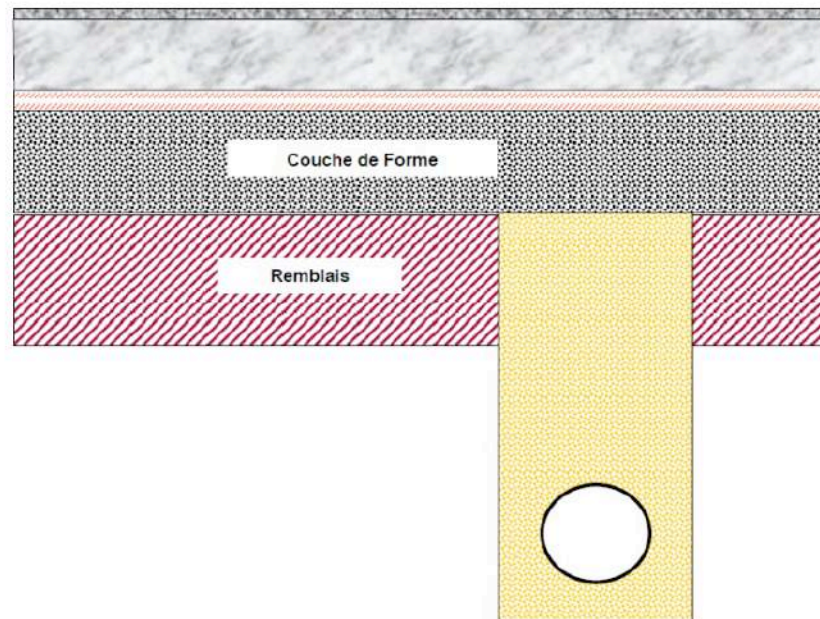
note d'information

Éléments techniques pour la conception et la réalisation de planches d'essais de compactage dans les chantiers de terrassements

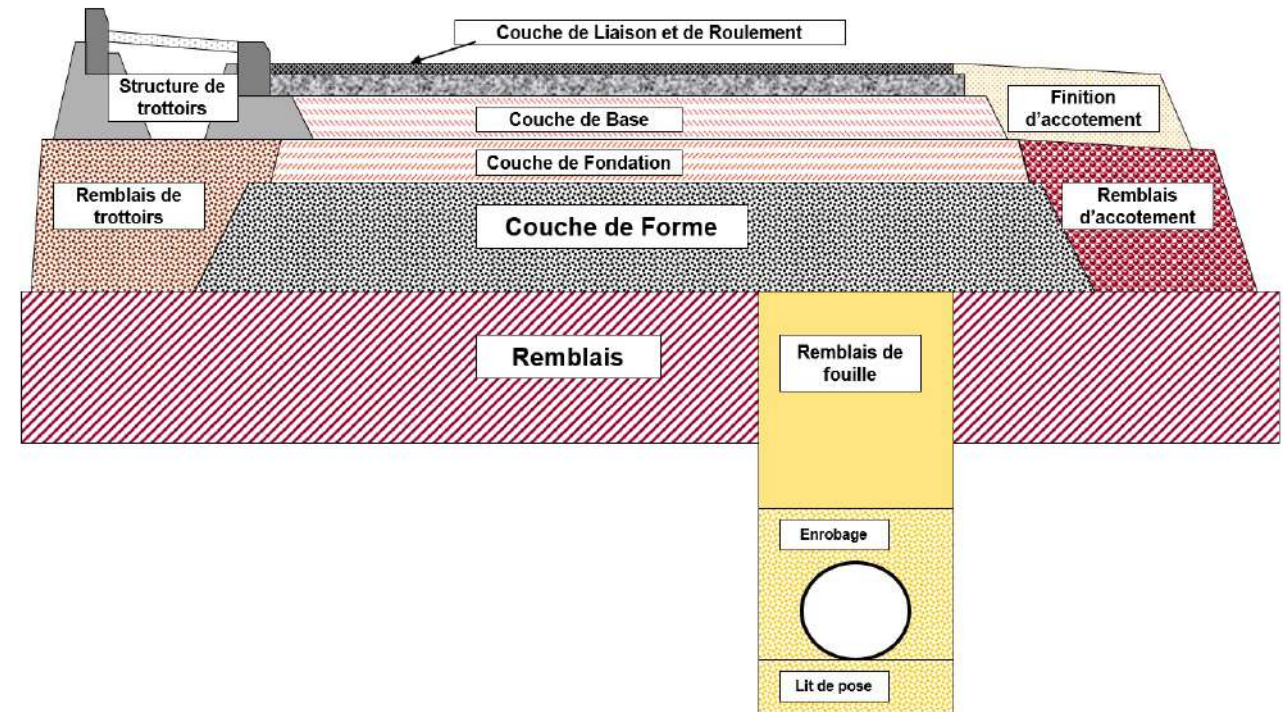
Édition mai 2023

Les substituts granulaires – Evolutions récentes dans le TP

COUPE TYPE SOUS BATIMENT



COUPE TYPE DE CHAUSSEE



Les substituts granulaires – Evolution du DTU 13-3

A.1 Classification des sols

Elle est établie par référence à la norme de classification des sols, matériaux rocheux et sous-produits industriels NF P 11-300.

NOTE Pour son utilisation, on peut se référer au «Guide des Terrassements Routiers» (GTR) de la Direction des Routes du Ministère de l'Équipement (SETRA / LCPC).

A.2 Caractéristiques du support de dallage

A.2.1 Sol

La réalisation de dallages sur certains types de sols est à proscrire, sauf traitements spécifiques. C'est notamment le cas de certains sols sensibles à l'eau, organiques, gonflants ou constitués par des matériaux de récupération, et par la plupart des sous-produits industriels.

Les sols sensibles à l'eau peuvent faire l'objet de traitements à la chaux ou aux liants hydrauliques.

Les couches organiques doivent être éliminées.

La nature et les techniques de reconnaissance et de caractérisation des sols sont précisées en A3.

A.2.2 Couche de Forme

Elle est disposée sur l'arase de terrassement du sol.

A.2.2.1 Choix des matériaux

Le paragraphe 5.1.2.3 donne les caractéristiques géotechniques minimales de portance du support.

Les matériaux à exclure sont :

— parmi les sous-produits industriels :

- F1 (sols renfermant des matières organiques) ;
- F2 (cendres volantes silico alumineuses) ;
- F4 (schistes des mines de potasse) ;
- F5 (phosphogypses) ;

— F6 (mâchefers d'incinération des déchets non dangereux) ;

— F7 (matériaux de déconstruction et matériaux de démolition) ;

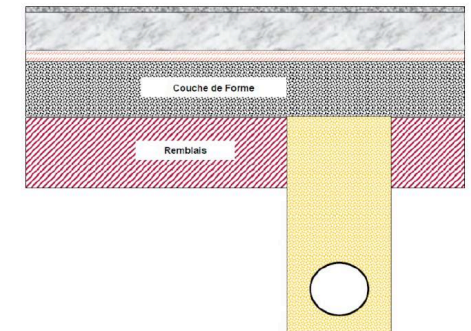
— F8 (laitiers de hauts-fourneaux, sauf les laitiers des hauts-fourneaux cristallisés (LHFc) au sens de la NF P 18-302) ;

— F9 (autres déchets et sous-produits industriels notamment les mâchefers (autres que F6), les scories, les laitiers d'aciérie de conversion et/ou de convertisseur, sauf les laitiers d'aciérie de four électrique (LAFE) dont le dosage en chaux libre (NF EN 1744-1) est inférieur à 0,5 %).

Les avancées:

- La nature des matériaux est plus détaillée
- Exclusion partielle
- Des seuils sont fixés: « sauf certains... ne présentant pas de risques... »

COUPE TYPE SOUS BATIMENT



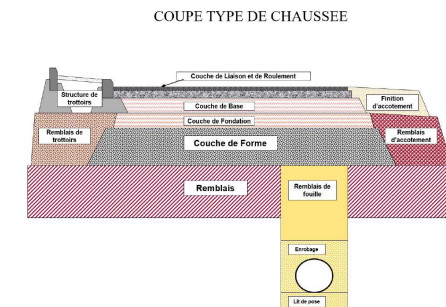
Les substituts granulaires – Evolutions en TP



- Nouvelle norme européenne EN 16907-2
- En parallèle et en même temps, des travaux européens étaient menés par le TC396 sur les matériaux alternatifs dans les terrassements

Opportunité de mener des travaux harmonisés France/Europe et inter domaines Terrassement (TC396)/Granulat(TC154)

- La terminologie est basée sur celle établie par le TC396 – WG7, elle-même étant reprise (puis adaptée) du TC154 Granulats
- Intégration du tableau extrait de la norme EN 16907-2
- Le Choix des matériaux pour détails a été fait selon les critères de gisement, d'intérêt de réemploi, de performances et de retours d'expérience
- Soit 20 matériaux sur les 44 décrits initialement



ÉTAT DES LIEUX RÉGLEMENTAIRES ET TECHNIQUES DES LIANTS HYDRAULIQUES ET DES SUBSTITUTS GRANULAIRES

Les substituts granulaires - Evolutions en TP

Famille de matériaux	Symbole
Matériaux naturels renfermant des matières organiques	F ₁
Cendres volantes silico-alumineuses	F ₂
Schistes houillers	F ₃
Schistes des mines de potasse	F ₄
Phosphogypse	F ₅
Mâchefers d'incinération d'ordures ménagères	F ₆
Matériaux de construction	F ₇
Produits de hauts-fourneaux	F ₈
Autres sous-produits industriels	F ₉

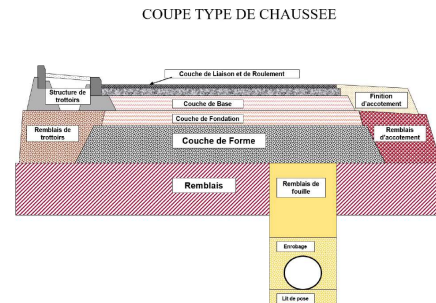
Groupes	Material	Traduction française
Construction and demolition recycling industries	A1 Reclaimed asphalt – A1	Asphalte recyclé
	A2 Crushed concrete – A2	Béton concassé
	A3 Crushed bricks, masonry – A3	Produit de déconstruction concassé
	A4 Hydraulically bound and unbound materials –A4	Matériaux traités et non traités hydrauliquement liés
	A5 Mix of A1, A2, A3 and A4	Mélange
	A6 Recycled Railway ballast – A6	Ballast recyclé
Municipal solid waste incineration industry	B1 Municipal incinerator bottom ash1 (excluding fly ash) (MIBA) – B1	Mâchefer d'incinération de déchets non dangereux – MIDND
	B2 Municipal incinerator fly ash (MIFA) – B2	Centre volantes d'incinérateur de déchets non dangereux REF10M
Coal-fueled power generation industry	C1a Coal fly ash – Siliceous – C1a	Cendres volantes (CVCT) silico alumineuses de charbon
	C1b Coal fly ash – Calcareous – C1b	Cendres volantes (CVCT) calciques de charbon
	C2 Fluidized bed combustion fly ash (FBCFA) – C2	Cendres volantes de lit fluidisé circulant
	C3 Boiler slag – C3	Scorie de chaudière??
	C4a Coal bottom ash – Siliceous – C4a	Cendres de foyer siliceuses
	C4b Coal bottom ash – Calcareous – C4b	Cendres de foyer calciques
	C5 Fluidized bed combustion bottom ash (FBC bottom ash) – C5	Cendres de foyer de chaudière à lit fluidisé circulant
Iron and steel industry	D1 Granulated blast furnace slag (GBS) (vitrified) – D1	Laitier granulé/vitrifié de haut fourneau
	D2 Air-cooled blast furnace slag (ABS) (crystallized) – D2	Laitier cristallisé de haut fourneau
	D3 Basic oxygen furnace slag (converter slag, BCS) – D3	Laitier de convertisseur à oxygène
	D4 Electric arc furnace slag (from carbon steel production, EAF C) – D4	Laitier d'acierie électrique en filière carbone
	D5 Electric arc furnace slag (from stainless/high alloy steel production, EAF S) – D5	Laitier d'acierie électrique en filière inox et allié
	D6 Ferrochromium slag – D6	Laitier de ferrochrome
	D7 Secondary Metallurgical slag (SMS) – D7	Laitier de métallurgie secondaire
Non-ferrous metal industry	E1 Copper slag – E1	Scories de cuivre
	E2 Ferromolybdenum slag – E2	Scories ferromolybdène
	E3 Zinc slag – E3	Scories de zinc
	E4 Phosphorous slag – E4	Scories phosphoriques
Foundry	F1 Foundry sand – F1	Sables de fonderie
	F2 Foundry cupola furnace slag – F2	Sables de fonderie en four cupola
	G1 Burnt Colliery Spoil (Red Coal Shale) – G1	Schistes houillers calcinés (rouges)
	G2 Unburnt colliery spoil from hard coal mining - (black coal shale)	Schistes houillers non calcinés (noirs)
	G3 Pre-selected all-in from quarry/mining (commonly used)	Stériles ou excédents de carrières
Mining and Quarry	G4 Spent oil shale – G4	Schistes bitumineux traités
	G5 Oil shale ash – G5	Cendre de schistes bitumineux
	H1 Dredge material cohesive – H1	Produit cohésifs de dragage
	H2 Dredge material non-cohesive – H2	Produit de dragage non cohésifs
Paper and allied products industry	I1 Paper sludge ash – I1	Cendres d'incinération de boues de papeterie
	I2 Sewage sludge incineration ash (municipal) – I2	Cendres d'incinération de boues de stations d'épuration
Others	O3 Biomass ash – O3	Cendres de biomasse
	O1 Crushed glass – O1	Verre pilé
	O2 Cement and lime Kiln dust – O2	Poussières de four à chaux ou de cimenterie
	O3 Tyres – O3	Pneus
	O4 Tunneling arisings – O4	Marins de tunnel
Other	O5 Recycled material from trenches and other excavations – O5	Matériaux recyclés de tranchées et d'autres excavations
	O6 Artificial gypsum – O6	Gypse artificiel
	O7 Other material (local experience) – O7	Autres matériaux (expérience locale)

Nom du groupe	Symbole du groupe de sols
Matériaux naturels traités mécaniquement	AN
Matériaux élaboré (y compris les matériaux fabriqués secondaires)	2M
Matériaux recyclés	AR

ANCIEN GTR

TC396 - WG1

Norme EN 16907-2



Les substituts granulaires – Evolutions en TP

Mélange de matériaux de déconstruction	Fraisat d'enrobé	AR-A5	AR-A1
	Béton concassé		AR-A2
	Produit de déconstruction concassé (hors béton)		AR-A3
	Matériaux traités et non traités		AR-A4
Ballast recyclé		AR-A6	
Mâchefer d'incinération de déchets non dangereux - MIDND		AM-B1	
Cendres volantes (CVCT) silico alumineuses de charbon		AM-C1a	
Laitiers	Laitier granulé/vitrifié de haut fourneau	AM-D1	
	Laitier cristallisé de haut fourneau	AM-D2	
	Laitier de convertisseur à oxygène	AM-D3	
	Laitier d'aciérie électrique en filière carbone	AM-D4	
	Laitier d'aciérie électrique en filière inox et allié	AM-D5	
	Laitier de métallurgie secondaire	AM-D7	
Sous-produits de fonderie	Sable de fonderie	AM-F1	
	Laitier de fonderie en four cupola	AM-F2	
Schistes houillers	Schistes houillers calcinés (rouge)	AM-G1	



Sable de fonderie:

F9 « autres sous produits » → AM-F1



Béton concassé:

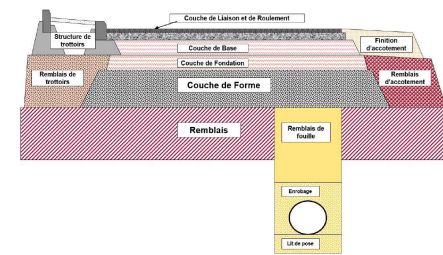
F7 « Matériaux de démolition » → AR-A5



Laitier cristallisé de haut fourneau:

F8 « Laitiers de haut fourneau » → AM-D2

COUPE TYPE DE CHAUSSEE



MATERIAUX NATURELS PARTICULIERS	AN-H1	Produits cohésifs de dragage
	AN-H2	Produits de dragage non cohésifs
	AN-G2	Schistes houillers non calcinés (noirs)

Les substituts granulaires

Intégration à part entière des Matériaux Alternatifs valorisables en TR,

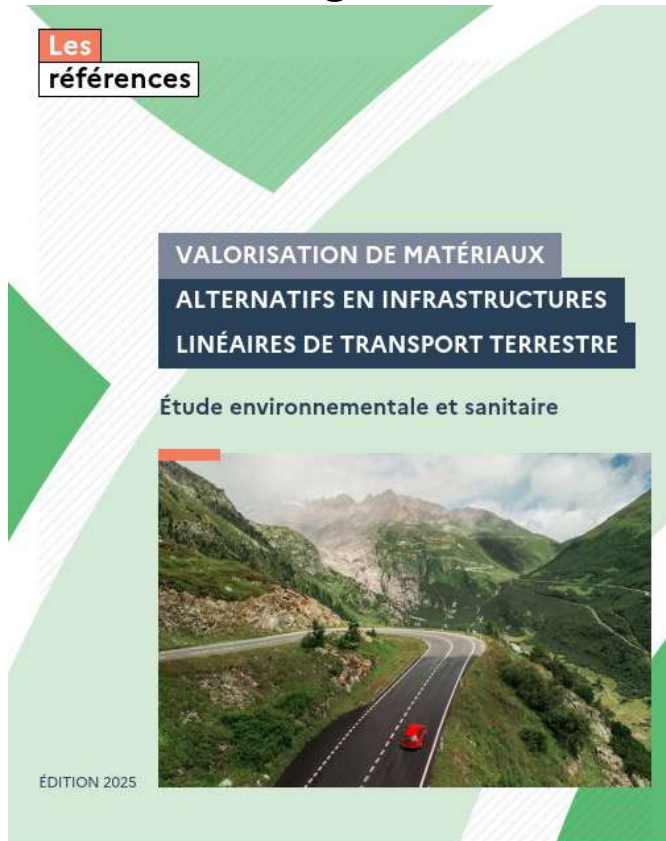
Classifications spécifiques ou assimilées / Conditions d'usages spécifiques et assimilées,

Possibilité d'usage d'autres MA non listés sous réserve d'études spécifiques

Point d'entrée : Caractérisation environnementale et les éventuelles restrictions d'usages

Les substituts granulaires – Cadre environnemental

Guide général



Matériaux de déconstruction



Sable de fonderie



Laitiers sidérurgiques



MIDND

Les substituts granulaires – Cadre environnemental

- Les guides environnementaux sont en cours de révision.
- Un guide « aménagement » est en cours de rédaction.

MAIS

Extrait d'un CCTP publié en 2014 :

[...] Seuls sont envisageables les mâchefers valorisables de classe V au sens de la circulaire n°94/V-1 du 18/04/94 [...].

[...] Matériaux de récupération proscrits [...]

Extrait d'un CCTP – rubrique « Matériaux pour chemin » :

[...] Le matériau employé sera de type inerte.

Extrait d'un CCTP – rubrique « Matériaux par l'Entrepreneur

Les matériaux doivent satisfaire les conditions nécessaires suivantes : (1) ils ne devront pas contenir d'éléments polluants [...].

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Samyr EL BEDOUI

samyr.el-bedoui@vinci-construction.com



Cédric LE GOUIL

c.legouil@cimbeton.net

