

Le recyclage du béton dans le béton

Exemple de la classothèque
de Mitry Mory



CEMEX en France

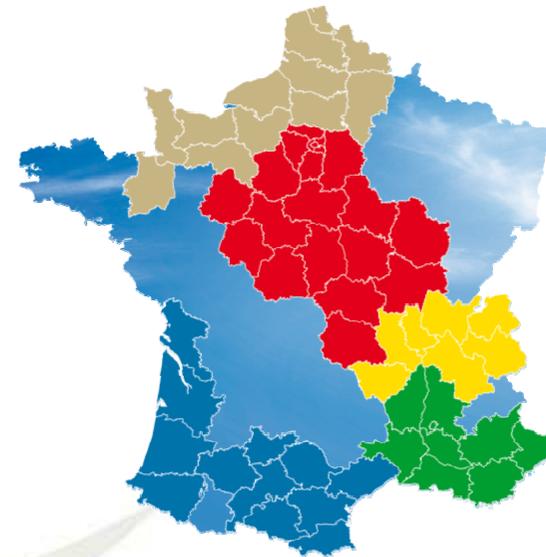
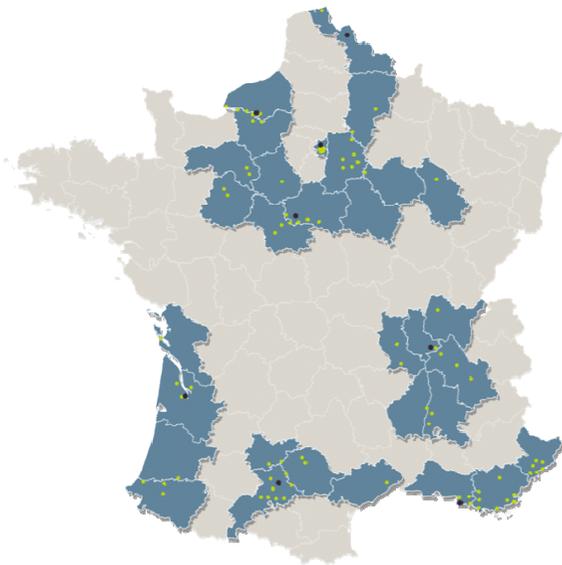
Granulats

- ✓ 76 sites (carrières/dépôts/ports) en propre
- ✓ 98 sites au total avec dépôts & ports
- ✓ 4 régions opérationnelles



Bétons

- ✓ 242 unités de production
- ✓ 5 régions opérationnelles
- ✓ 15 agences



CEMEX, c'est également...

- ✓ 1100 salariés
- ✓ un terminal cimentier (Le Havre)
- ✓ Un chantier naval
- ✓ 80 barges, 12 pousseurs, 3 embranchements ferrés...



RECYCLAGE ET VALORISATION

❖ Que recycle/valorise t'on ?

- Les matériaux de démolition (béton, graves, enrobés, ...)
- Les bétons de retour

❖ Comment est placée la France en termes de recyclage/valorisation ?

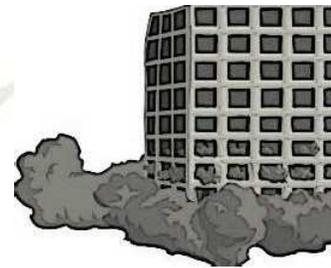
- Taux de recyclage des déchets du BTP : 64% (étude CERA) objectif 70% en 2020
- Taux de couverture de besoins : 24%

❖ Les contraintes réglementaires et normatives

- ICPE
- Normes béton (NF EN 206-1) et granulats
- Guides d'acceptabilité environnementale en techniques routières (SETRA)
- Sortie du statut de déchet

CONTRIBUTION DE CEMEX AU RECYCLAGE / A LA VALORISATION

- ❖ Recyclage systématique des bétons de retour
- ❖ Recyclage des matériaux de démolition inertes recyclables
- ❖ Mise en remblais des matériaux inertes non recyclables
- ❖ Une participation active au projet national Recybéton



Le recyclage : une autre solution !

❖ Les objectifs de CEMEX :

- Une augmentation du recyclage des matériaux de démolition
- Une incorporation de 5 à 10% de recyclés dans nos bétons

❖ L'offre de CEMEX :

- Gamme de granulats recyclés pour la construction des routes
- Gamme de granulats recyclés pour la fabrication de bétons
- Accueil de remblai en carrière pour remblaiement ou recyclage



RECYBETON

OBJECTIFS :

- Utiliser l'intégralité des matériaux issus des bétons déconstruits, y compris la fraction fine, comme constituants des nouveaux bétons
- Recycler les matériaux issus de la déconstruction comme matière première dans la production des ciments

RÉSULTATS ATTENDUS :

- Augmentation significative du taux d'incorporation des granulats recyclés dans le béton
- Participation à la préservation des gisements naturels en granulats
- Développement économique des professionnels du secteur des déchets de construction
- Organisation de la filière du recyclage des bétons déconstruits

RECYBETON

Thème 1 : Technologies et procédés

Thème 2 : Matériaux et structures

Thème 3 : Développement durable

Thème 4 : aspects réglementaires et normatifs

Thème 5 : valorisation dont chantier expérimentaux

Thème 6 : Mélanges de granulats naturels et de recyclés

- ❖ C'est dans le cadre du thème 5 que s'inscrit le chantier de la classothèque de Mitry Mory

L'ORIGINE DU CHANTIER

LA SEINE ET MARNE & LES MATERIAUX RECYCLES

► **Projet de Territoire de Seine-et-Marne**

- Initiative du Département visant à fédérer l'ensemble des acteurs du territoire autour de 5 chantiers prioritaires
- Chantier 4 : Être un territoire leader dans l'éco-construction et l'éco-rénovation

► **Deux projets de chantiers expérimentaux identifiés :**

- La classothèque de la maison des solidarités de Mitry-Mory (construction en 2015)
- Le collège de Montévrain (construction en 2018)

CARACTERISTIQUES DU BÂTIMENT

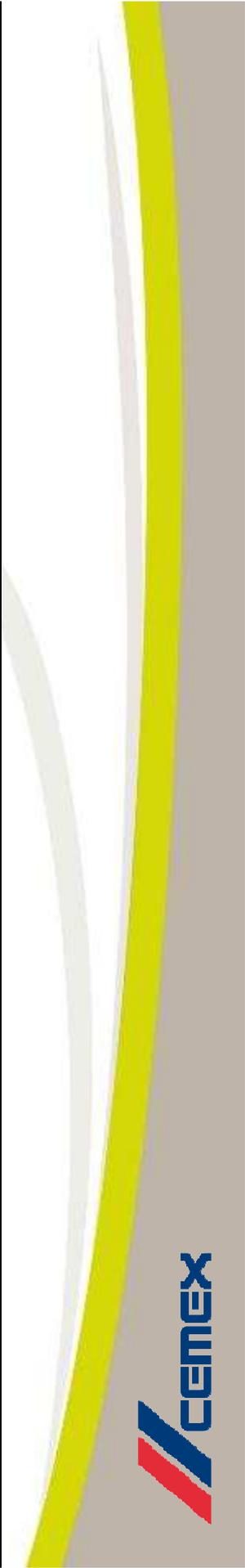
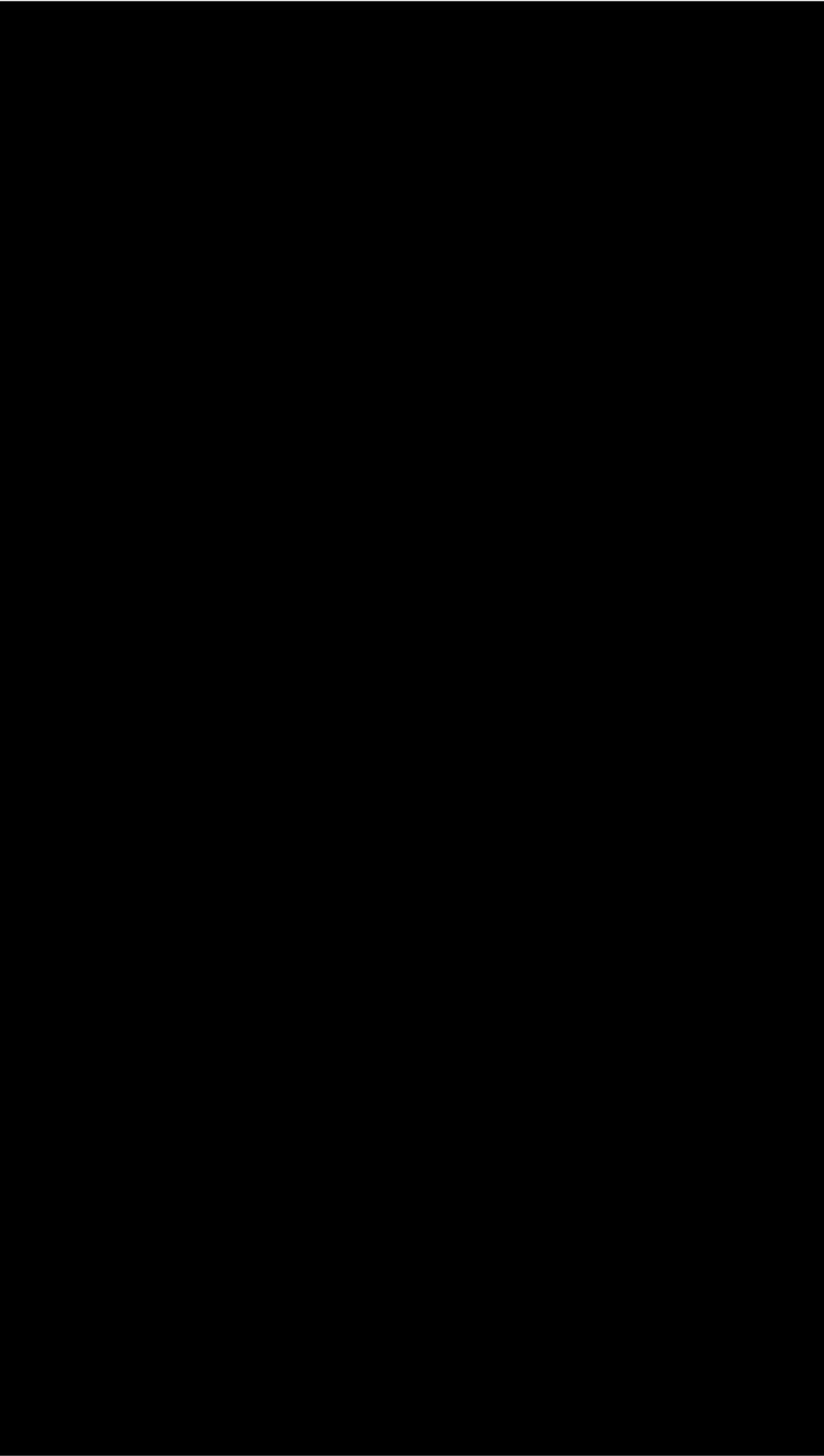
- ▶ **Le chantier expérimental de la classothèque, plusieurs avantages :**
 - Bâtiment soumis au code du travail mais pas ERP
 - Maîtrise d'œuvre interne.
 - Marché fractionné à bon de commande
- ▶ **40 m² au sol & 40 m³ de béton**
 - 7 m³ de dalle
 - 7 m³ de toiture terrasse
 - 13 m³ de murs
 - 13 m³ de fondations
 - Rampe et liaison avec le bâtiment existant
- ▶ **Surcharge dalle plancher 750kg/m²**



LES PARTENAIRES

- ▶ MO et MOe : CD77
- ▶ Entreprise : La Plurielle du bâtiment
- ▶ Fourniture et caractérisation des GR, mise au point et fourniture du béton : CEMEX
- ▶ BET exécution : Alpha Omnium Technic
- ▶ Bureau de Contrôle : Qualiconsult
- ▶ Contrôles :
 - ▶ Ndc et plans : CEREMA DTITM
 - ▶ Béton : CEREMA DTerIDF
 - ▶ Inspection détaillée initiale : CEREMA DTerIDF
- ▶ Essais spéciaux béton : CEREMA DTerIDF Laboratoire Écomatériaux (retrait, durabilité, module...)
- ▶ Montage et assistance technique : RECYBETON





DIMENSIONNEMENT

Particularité du dimensionnement de la dalle plancher

- ▶ Surcharge : 750 kg/m^2
- ▶ Dimensionnement en tenant compte des dispositions de l'EN 1992-2-1, §7.4.1) qui réduisent à $L/500$ la flèche admissible sous charges quasi permanente de façon à ne pas endommager les éléments mobiles de stockage de la classothèque
- ▶ Coefficient d'équivalence pris égal à 27 au lieu de 15 pour tenir compte du faible module à long terme du béton à base de granulats recyclés
- ▶ Impact : doublement du treillis ST25
- ▶ Remarque : difficultés d'obtention de la ndc acceptable !



FORMULATION

C25/30
XF1/XC4
S4
(Dmax 20)

Matériaux		Témoin	Formule recyclés
Granulats			
0/4 Calcaire	kg	826	543
0/4 Recyclé	kg		233
4/20 Calcaire	kg	1041	489
4/20 Recyclé	kg		489
Liants			
CEM III/A-L 42,5 R CP2	kg	243	255
CV	kg	61	61
Adjuvants			
Entraîneur d'air	%	0,15	
Plastifiant	%	0,60	
Agent de viscosité	%		0,33
Superplastifiant	%		0,80
Eau efficace	L	166	155
Liant équivalent	kg	280	292
Eeff/Liant équivalent		0,59	0,53
G/S Massique		1,26	1,26

50% de gravillon recyclé en substitution

30% de sable recyclé en substitution

On est au-delà des préconisations de la norme NF EN 206/CN

LES GRANULATS RECYCLES



- ▶ Sur la carrière de Bouafles (27)
- ▶ Bétons de démolition
- ▶ Elaboration secondaire
- ▶ 150 t de 4/20 mm et 50 t de 0/4 mm
- ▶ Granulats de Type 1, catégorie CR_B

CHANTIER EXPÉRIMENTAL : UN SUIVI RENFORCÉ AVEC ÉPREUVE DE CONVENANCE

essais		
Températures (béton et ambiance)	1 mesure t0	1 mesure t0
consistance	1 essai t0 + t30	1 essai t0+t30
Rc _{2j}	3 éprouvettes t30	
Rc _{7j}	3 éprouvettes t30	
Rc _{28j}	3 éprouvettes t30	3 éprouvettes t30
Rt _{28j} (fendage)	3 éprouvettes t30	3 éprouvettes t30

ESSAI	Affaissement	TEMP. Béton	TEMP Ext
1ere gachee	195	16.7	13.6
2eme gachee	230		
3me gachee	230		
1+2+3eme gachée	200	17.5	13.4
T30	185	18	13
T60	185	17.4	14
T90	120	17.9	14

Propriétés mécaniques:

- Rc_{28j} : 33,7 Mpa
- Rt_{28j} : 3.48 Mpa

LE CHANTIER EN PRATIQUE

6/10-dalle : 2 camions toupie avec pompe pour 10,5 m³

9/10-première phase des voiles : Béton recyclé

15/10-deuxième phase des voiles : Béton recyclé

22/10-terrasse : Béton recyclé

30/10-rampe d'accès et accrotères: Béton traditionnel



LE SUIVI DU CHANTIER

LES RÉSULTATS

Date_coulage →

		06 Oct	09 Oct	15 Oct	22 Oct	30 Oct
A (mm)		205	200	200	240	205
R _{c28}		38,4	35	36,2	34,5	33,3
R _{t28}		3,38	3,37	3,32	3,2	3,28
ε ₂₈ (µm/m)		418	-----			373
P _{eau_90j} (%)		18	-----			15
K _{gaz_90j} (x10 ⁻¹⁸ m ²)		180	-----			100
X _d (mm)	1 mois	6	-----			2
	2 mois	7,5	-----			7



Témoin

LES RÉSULTATS DE L'INSPECTION D'OUVRAGE

Réalisée le 3/12

- Deux fissures de retrait
- Traces de rouille en intrados terrasse =>défaut de mise en œuvre (propreté du coffrage)
- Ségrégation =>défaut de mise en œuvre (vibration)
- Aciers apparents =>défaut de mise en œuvre (enrobage)
- Planéité => défaut localisé de mise en œuvre (réglage du coffrage)
- Absence de matériaux indésirables en surface (bois, plastique, éléments flottants,...)
- Absence de microfissuration et de fissuration dans la dalle et en sous face de la terrasse

Conclusions : pas de présence de défaut inhérent au béton à base de granulats recyclés

LES RÉSULTATS DE L'INSPECTION D'OUVRAGE

L'inspection détaillée initiale



Zone de ségrégation côté Nord-Est



defaut de planeité au niveau de la jonction du coffrage côté Nord-Est



Bullage et élément métallique