



CHANTIERS FURTIFS ? DÉLAIS DE REMISE EN CIRCULATION DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Cédric LE GOUIL

Cimbéton



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES INFO OU INTOX ?



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Délai pour atteinte des performances des matériaux liés aux liants cimentaires ?

Historiquement, et toujours aujourd'hui, on évoque des **délais en jours voire en semaines** pour la réouverture au trafic des matériaux à base cimentaire; en lien avec les performances attendues...
à termes...

Atteinte des performances :

• Bétons :

28 jours ?

7 jours ?

• Sols traités :

90-180 jours ?

28 jours ?



classes de résistance	résistance caractéristique à 28 jours en MPa		type de béton considéré
	compression	fendage	
6	(45)*	3,3	béton traditionnel
5	(35)*	2,7	
4	(30)*	2,4	
3	25	2	béton maigre
2	20	1,7	
1	15	1,3	

* ces valeurs sont données à titre indicatif

TABLEAU C1-IX Exigences requises pour les caractéristiques mécaniques d'un sol traité avec un liant hydraulique dans le cas d'une étude de niveau 1		
Aspect du comportement du sol traité considéré	Caractéristiques mécaniques représentatives *	Critères de jugement
Âge autorisant la circulation sur la couche traitée	R_t à 7 j et R_c à 28 j (une mesure de R_t à 2 ou 4 j peut être avantageusement envisagée dans le cas de liant à prise relativement rapide et/ou lorsqu'il est prévu que les travaux seront réalisés à la belle saison)	La couche de forme peut être circulée dès que $R_t \geq 1$ MPa L'âge au bout duquel cette condition est réalisée est déduit par interpolation entre les valeurs de R_t mesurées à 7 et 28 j (ou entre 2 ou 4 j et 7 j, le cas échéant)
Résistance à l'immersion au jeune âge	R_{ci} après 28 j de cure normale suivis de 32 j d'immersion totale dans de l'eau à 20 °C (R_{ci}) R_t après 60 j de cure normale (R_{60})	La résistance d'immersion au jeune âge est jugée satisfaisante si : $\frac{R_{ci}}{R_{60}} \geq 0,80$ (lorsque la VB _{ci} du sol est $\leq 0,5$) ou $\frac{R_{ci}}{R_{60}} \geq 0,60$ (lorsque la VB _{ci} du sol est $> 0,5$)
Résistance au gel	R_t ou R_{60} mesurée à l'âge du sol traité correspondant à la date probable d'apparition du gel sur le chantier considéré	La résistance au gel est jugée satisfaisante si la R_{60} à l'âge correspondant à la première apparition statistique possible du gel est supérieure à 0,25 MPa [13]
Performances escomptables à long terme	R_t ou R_{60} et module élastique E mesurés à 28 et 90 j et, si nécessaire, à 180 j dans le cas des LSR à prise lente	Le couple (R_t , E) déterminé à 90 j (ou éventuellement à 180 j dans le cas de liant à prise lente) conduit au moins à un matériau de classe mécanique 5 déterminée par application de la figure C1-4 et du tableau C1-X

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Résistance
caractéristique
courante R_c

Bâtiment :
béton banché

$\geq 25 \text{ MPa}$

A 28 jours

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



	Résistance caractéristique courante R_c	Utilisation ... avec $R_c \geq$
<u>Bâtiment</u> : béton banché	$\geq 25 \text{ MPa}$	Décoffrage $\approx 4 \text{ MPa}$



A 28 jours

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Résistance caractéristique courante R_c	Utilisation ... avec $R_c \geq$
---	------------------------------------

Bâtiment :
béton banché

$\geq 25 \text{ MPa}$

Décoffrage
 $\approx 4 \text{ MPa}$

Génie Civil :
béton précontraint,
préfa coulé...

$\geq 30 \text{ MPa}$

A 28 jours



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Résistance caractéristique courante R_c	Utilisation ... avec $R_c \geq$
---	------------------------------------

Bâtiment :
béton banché

$\geq 25 \text{ MPa}$

Décoffrage
 $\approx 4 \text{ MPa}$

Génie Civil :
béton précontraint,
préfa coulé...

$\geq 30 \text{ MPa}$

Décoffrage
 $\approx 5-10 \text{ MPa}$
Manutention
 $\approx 15-25 \text{ MPa}$

A 28 jours



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Routes

Résistance
caractéristique
courante R_c ou

Bétons pervibrés
« humides »

Piétons
Véhicules légers
Poids Lourds

≥ 25 MPa
 ≥ 25 MPa
 ≥ 30 MPa



28 jours

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Routes

		Résistance caractéristique courante Rc ou	Utilisation ... avec Rc ≥
Bétons pervibrés « humides »	Piétons	≥ 25 MPa	≈ 5 MPa
	Véhicules légers	≥ 25 MPa	≈ 10-15 MPa
	Poids Lourds	≥ 30 MPa	≈ 20 MPa



28 jours

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Routes

Résistance
caractéristique
courante R_c ou

Utilisation ...
avec $R_c \geq$

Bétons pervibrés
« humides »

Piétons
Véhicules légers
Poids Lourds

≥ 25 MPa

≥ 25 MPa

≥ 30 MPa

≈ 5 MPa

$\approx 10-15$ MPa

≈ 20 MPa

Matériaux
compactés
« secs »

Sols traités
Matériaux traités
(sables, graves)

$R_{it} \geq 0,2$ MPa

$R_t \geq 0,6$ MPa

28 – 60 - 90 jours



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation ?



Routes

Résistance
caractéristique
courante R_c ou

Utilisation ...
avec $R_c \geq$

Bétons pervibrés
« humides »

Piétons
Véhicules légers
Poids Lourds

≥ 25 MPa

≥ 25 MPa

≥ 30 MPa

≈ 5 MPa

$\approx 10-15$ MPa

≈ 20 MPa

Matériaux
compactés
« secs »

Sols traités
Matériaux traités
(sables, graves)

$R_{it} \geq 0,2$ MPa

$R_t \geq 0,6$ MPa

≥ 1 MPa

?

28 – 60 - 90 jours

Ou immédiat ?



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Quels paramètres prendre en compte ?



Routes

Paramètres pour remise en service

Bétons pervibrés
« humides »

Vitesse de prise

Cinétique de
durcissement

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Quels paramètres prendre en compte ?



Routes

Paramètres pour remise en service

Bétons pervibrés
« humides »

Vitesse de prise

Cinétique de
durcissement

Conditions
météorologiques :

Température

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Quels paramètres prendre en compte ?



Routes	Paramètres pour remise en service			
Bétons pervibrés « humides »	Vitesse de prise Cinétique de durcissement	Conditions météorologiques : Température	Protection, cure optimisée	-

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Quels paramètres prendre en compte ?



Routes	Paramètres pour remise en service			
Bétons pervibrés « humides »	Vitesse de prise Cinétique de durcissement	Conditions météorologiques : Température	Protection, cure optimisée	-
Matériaux traités compactés « secs » : sols, sables, graves				

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Quels paramètres prendre en compte ?



Routes	Paramètres pour remise en service			
Bétons pervibrés « humides »	Vitesse de prise Cinétique de durcissement	Conditions météorologiques : Température	Protection, cure optimisée	-
Matériaux traités compactés « secs » : sols, sables, graves				
Matériaux « à la limite » : BCR*				

* volume « pâte » intermédiaire, adjuvantés ou pas

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Quels paramètres prendre en compte ?



Routes	Paramètres pour remise en service			
Bétons pervibrés « humides »	Vitesse de prise Cinétique de durcissement	Conditions météorologiques : Température	Protection, cure optimisée	-
Matériaux traités compactés « secs » : sols, sables, graves				Stabilité Résistance à la déformation
Matériaux « à la limite » : BCR*				

* volume « pâte » intermédiaire, adjuvantés ou pas

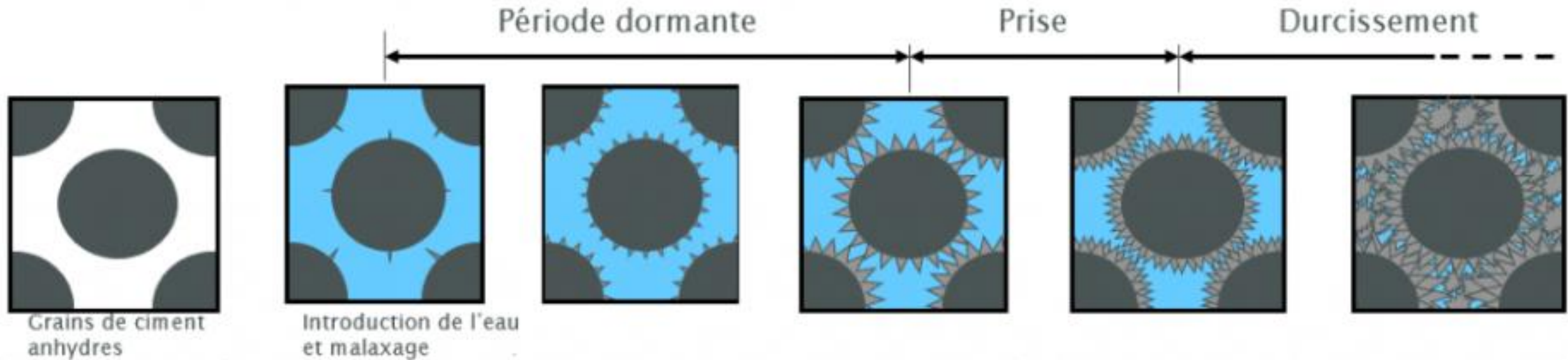
REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Vitesse de prise, cinétique de durcissement



3 phases pour l'hydratation des liants hydrauliques :

1. **Phase dormante** : béton frais maniable et utilisable. L'hydratation des grains de ciment reste lente.
2. **Début et fin de prise** : Accélération des réactions chimiques d'hydratation du ciment. Des ponts d'hydrates commencent à relier les grains de ciment entre eux. Début de prise béton classique après 2h = augmentation viscosité. Fin de prise correspond au moment où la pâte cesse d'être déformable et devient un matériau rigide.



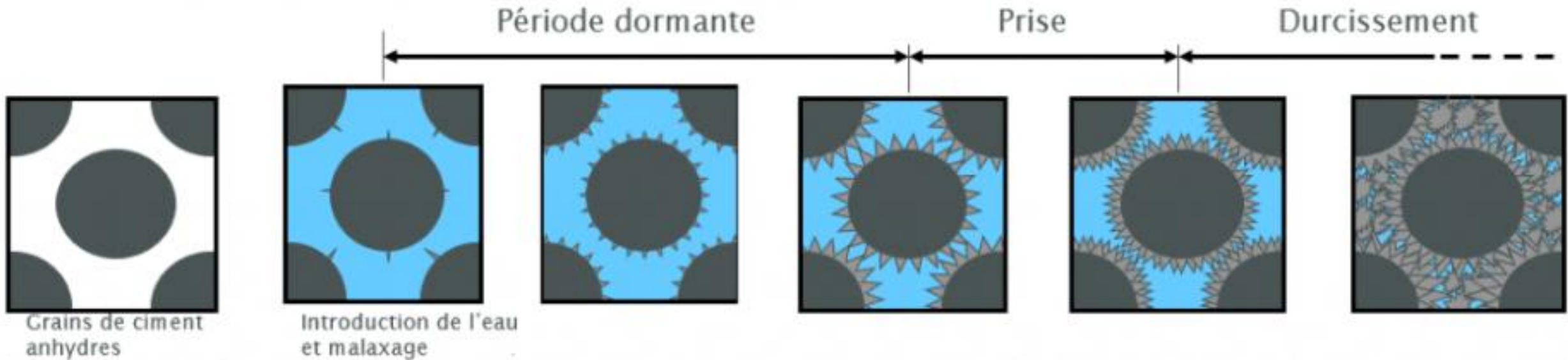
REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Vitesse de prise, cinétique de durcissement



3 phases pour l'hydratation des liants hydrauliques :

- 3. Durcissement** : La poursuite de l'hydratation se traduit par le durcissement. Résultat de la formation progressive de cristaux dont l'enchevêtrement et la croissance assurent la cohésion des différents grains du béton. La résistance mécanique continue à croître pendant très longtemps, même après 28j.



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

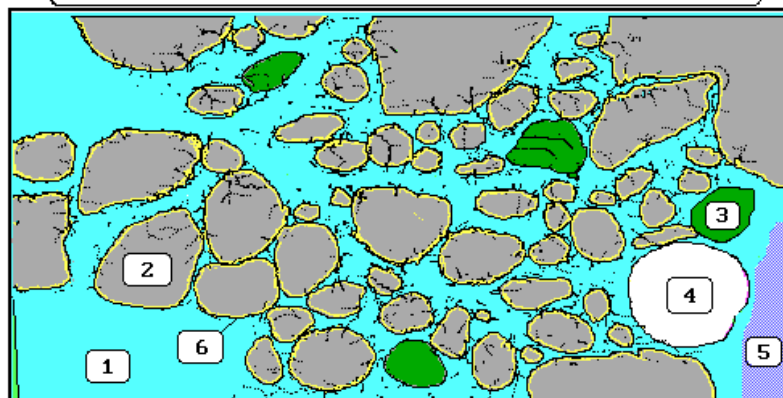
Remise en service, remise en circulation :
Vitesse de prise, cinétique de durcissement



La formation d'hydrates est à l'origine de la cohésion du matériau et de son augmentation au cours du temps.

1 heure

MICROSTRUCTURE DE LA PÂTE DE CIMENT (t = 1 h.)

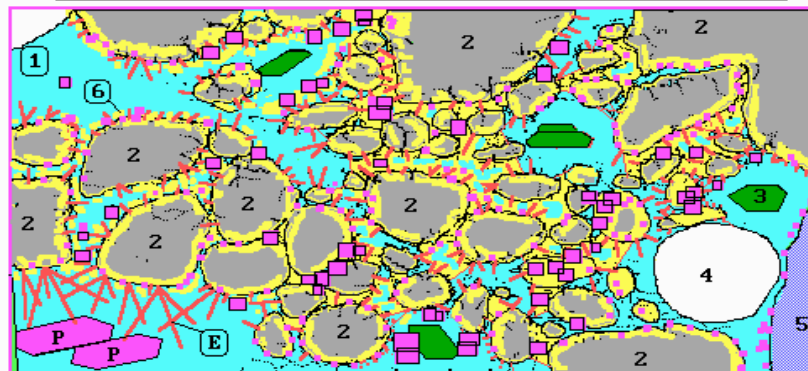


5 microns

1 - EAU 3 - GYPSE 5 - SABLE
2 - CLINKER 4 - BULLE 6 - HYDRATES

5 heures

MICROSTRUCTURE DE LA PÂTE DE CIMENT (t = 5 h.)



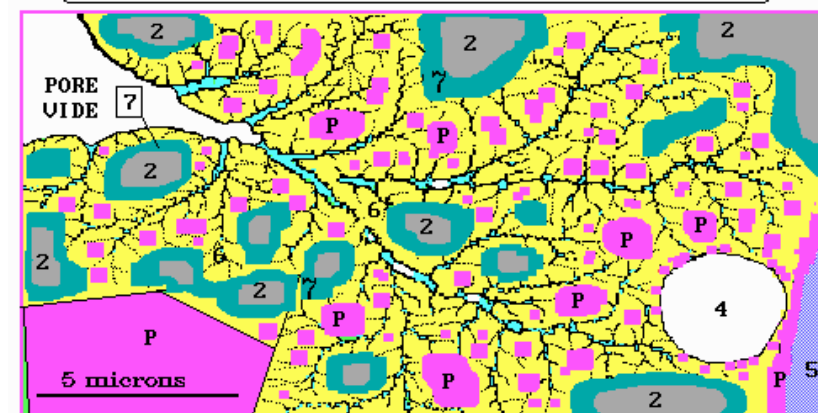
5 microns

DEBUT DE PRISE

P : PORTLANDITE
E : ETTRINGITE
1 : Eau 4 : bulle
2 : clinker 5 : granulat
3 : gypse 6 : CSH

1 mois

MICROSTRUCTURE DE LA PÂTE DE CIMENT (1 MOIS)



5 microns

L'hydratation aboutit à l'auto-dessiccation.
Les pores capillaires se vident peu-à-peu.

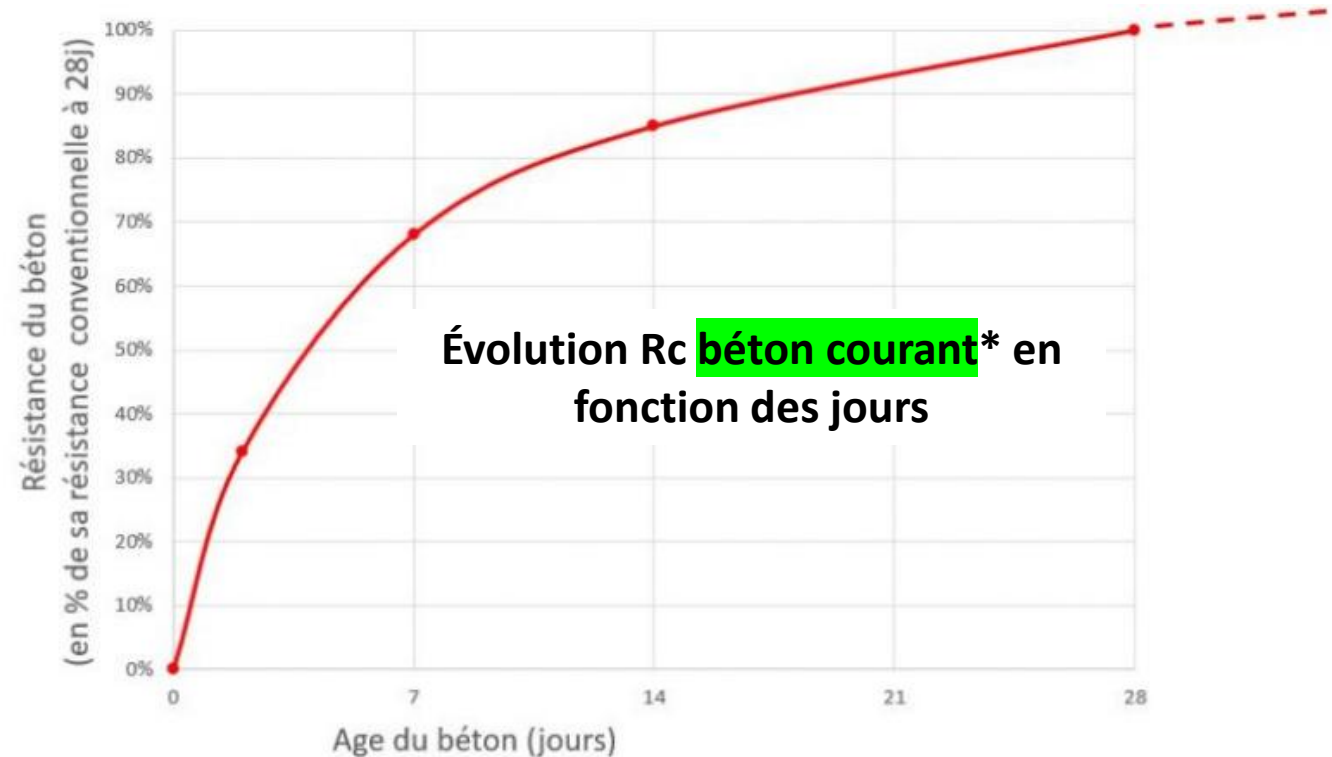
7 - hydrate interne moins riche en eau

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Vitesse de prise, cinétique de durcissement



- À **2 jours** : **1/3 Rc 28 jours**
- À 7 jours : 2/3 Rc 28 jours
- Montée en résistance après 28 jours



* Béton base CEM II/A sans ajout spécifique, à 20°C

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement

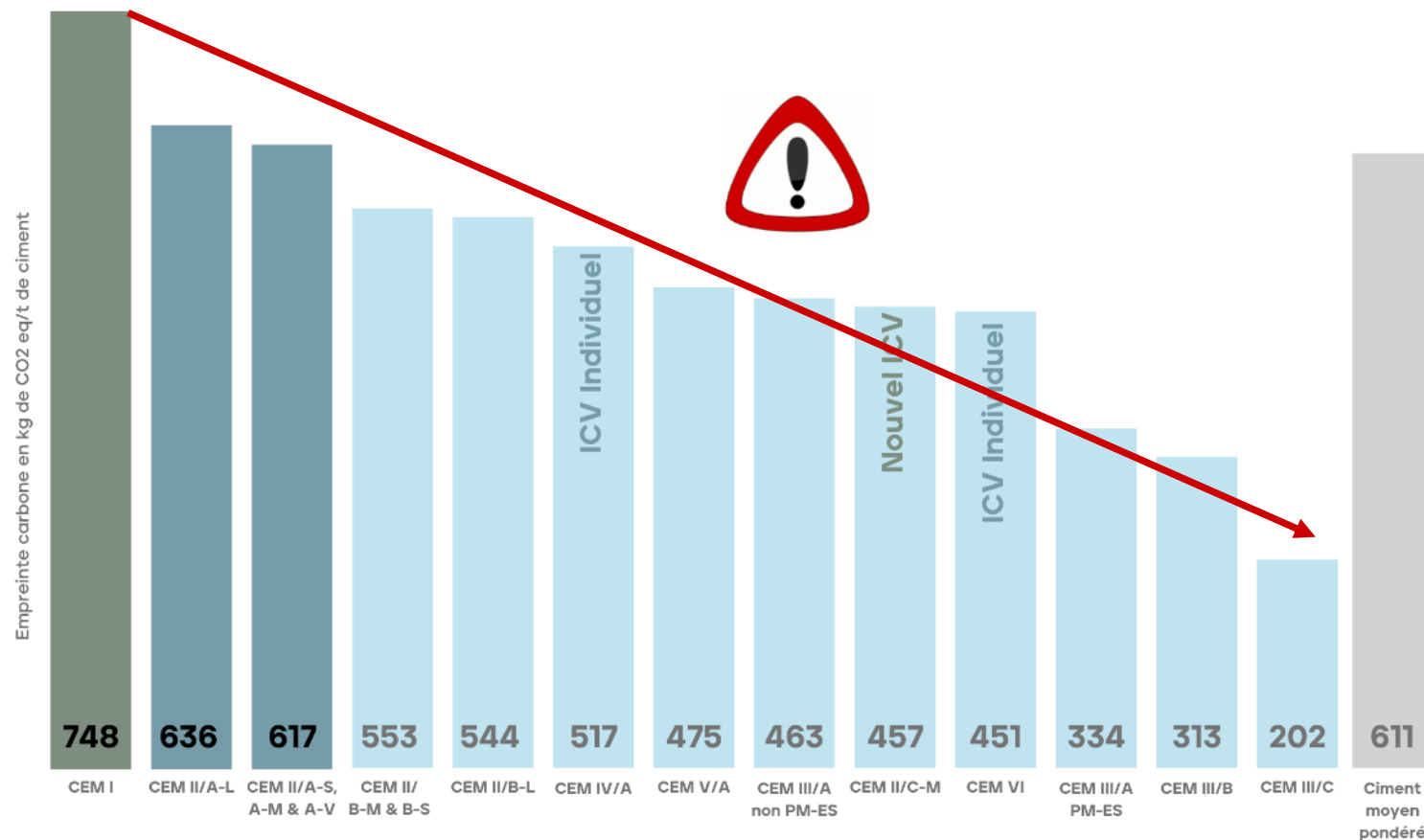


- Choix du **liant** (**ciment** pour béton)

Réactivité des ciments

et liants hydrauliques :

= f (% clinker)



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du **liant** (**Liant Hydraulique Routier** pour matériaux routiers)

ISSN 0335-3931

NF EN 13282-1
23 Mai 2014

Indice de classement : P 15-108-1

ICS : 93.080.20

norme française

**Liants hydrauliques routiers —
Partie 1 : Liants hydrauliques routiers
à durcissement rapide —
Composition, spécifications
et critères de conformité**

E : Hydraulic road binders — Part 1: Rapid hardening hydraulic road binders —
Composition, specifications and conformity criteria
D : Hydraulische Tragschichtbinder — Teil 1: Schnell erhärtende
hydraulische Tragschichtbinder — Zusammensetzung,
Anforderungen und Konformitätskriterien

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

Tableau 1 — Exigences mécaniques définies en termes de valeurs caractéristiques

Classe de résistances	Résistance à la compression, en MPa		
	à 7 jours	à 28 jours	
E 2	≥ 5,0	≥ 12,5	≤ 32,5
E 3	≥ 10,0	≥ 22,5	≤ 42,5
E 4	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5
E 4-RS	≥ 16,0	≥ 32,5	—

Contre **Rc 56 jours** uniquement pour LHR
durcissement normal (NF EN 13282-2)

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



Focus sur les
bétons pervibrés



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du liant
- **Mélange de liants** → parfois « explosif »

Quels liants mélanger ?

- Ciments « traditionnels » (base clinker)
- Ciments d'aluminate de calcium
- Ciments sulfoalumineux
- Ciment Prompt naturel
- ...



Attention prise « instantanée » possible !
Mélanges réservés aux professionnels !

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du liant
- **Mélange de liants** → parfois « explosif »

Quels liants mélanger ?

- Ciments « traditionnels » (base clinker)
- Ciments d'aluminate de calcium
- Ciments sulfoalumineux
- Ciment Prompt naturel
- ...

<https://www.editions-rgra.com/revue/959/chantier/beton-prise-ultra-rapide>



<https://socotras.fr/beton-rapide/>

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du liant
- **Mélange de liants** → parfois « explosif »

Quels liants mélanger ?

- Ciments « traditionnels » (base clinker)
- Ciments d'aluminate de calcium
- Ciments sulfoalumineux
- Ciment Prompt naturel
- ...



<https://socotras.fr/beton-rapide/>

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du liant
- Mélange de liants → parfois « explosif »
- **Adjuvants** accélérateurs de prise et/ou durcissement

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du liant
- Mélange de liants → parfois « explosif »
- **Adjuvants** accélérateurs de prise et/ou durcissement

Effet d'un accélérateur de prise ciment sur la vitesse de prise et de durcissement du béton à 20°C



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



- Choix du liant
- Mélange de liants → parfois « explosif »
- **Adjuvants** accélérateurs de prise et/ou durcissement

Exemples de déclarations de performances selon NF EN 934-2

Temps de prise initial	à 20°C : mortier adjuvanté $\geq$ 30 min à 5°C : béton adjuvanté $\leq$ 60% du béton témoin
Résistance à la compression	à 28 jours : béton adjuvanté $\geq$ 80% du béton témoin à 90 jours : béton adjuvanté $\geq$ béton adjuvanté à 28 jours
Résistance à la compression	à 20°C et 24h : béton adjuvanté $\geq$ 120% du béton témoin à 20°C et 28 jours : béton adjuvanté $\geq$ 90% du béton témoin à 5°C et 48h : béton adjuvanté $\geq$ 130% du béton témoin

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Accélérer la vitesse de prise, la cinétique de durcissement



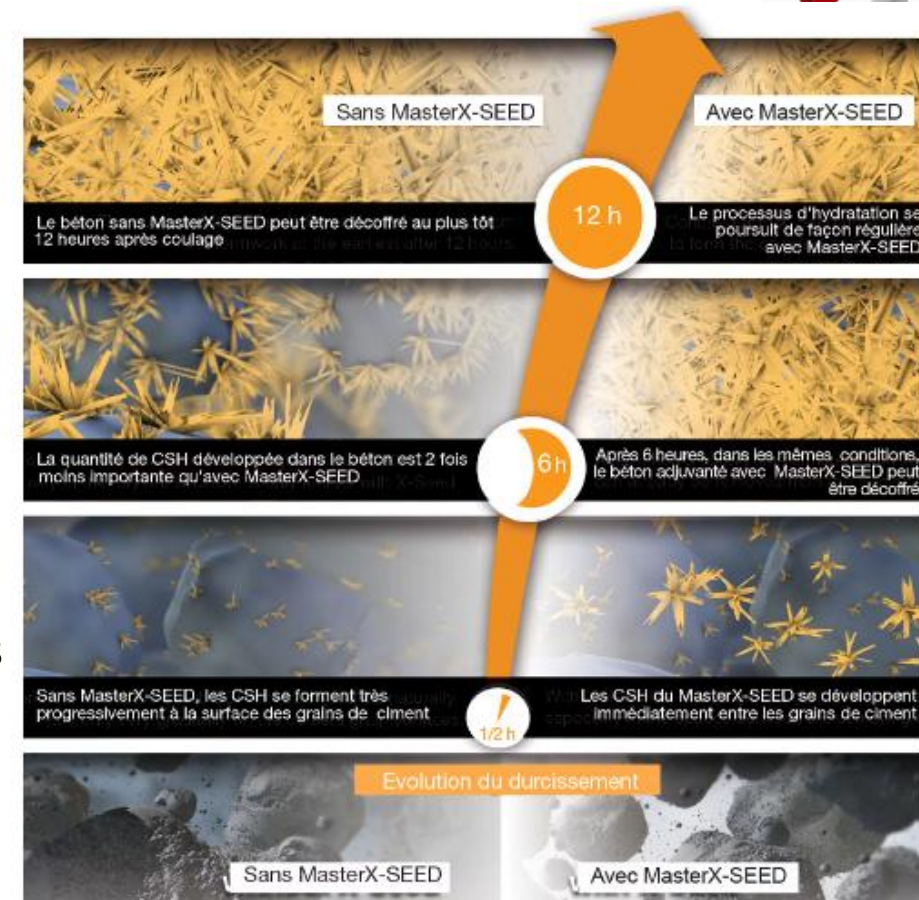
- Choix du liant
- Mélange de liants → parfois « explosif »
- **Adjuvants** accélérateurs de prise et/ou durcissement **innovants**

Technologie « d'**ensemencement cristallin** »

Suspension de nanoparticules de CSH de synthèse (Calcium Silicate Hydrate) stabilisés en phase dormante.

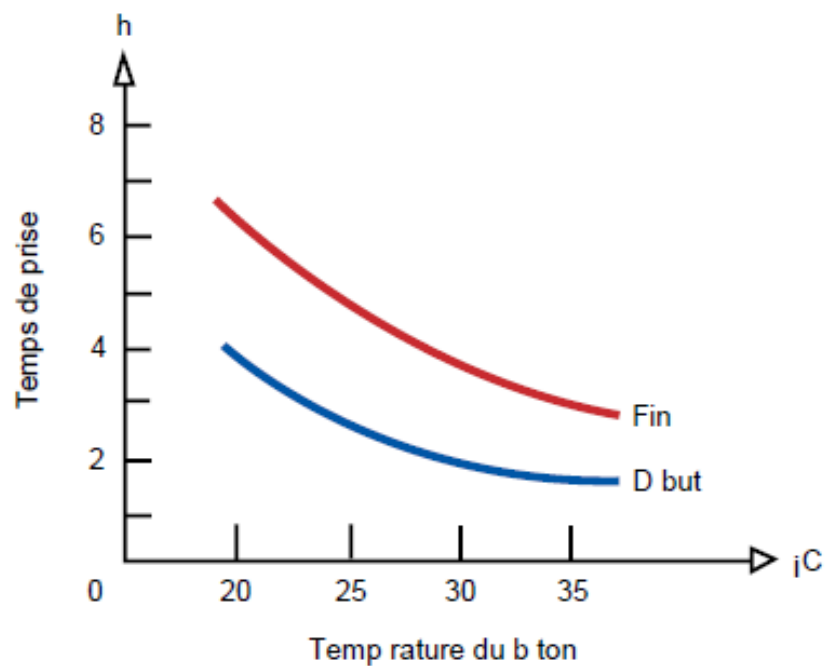
A 6 heures :
hydrates CSH x 2

Les CSH se
développent
directement entre les
grains de ciment



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Influence de la **température** + élevée



Diminution
Temps de prise

Durcissement
accéléré
mais R_c
moindre à
termes

Figure 4 : évolution du temps de prise du béton en fonction de la température.

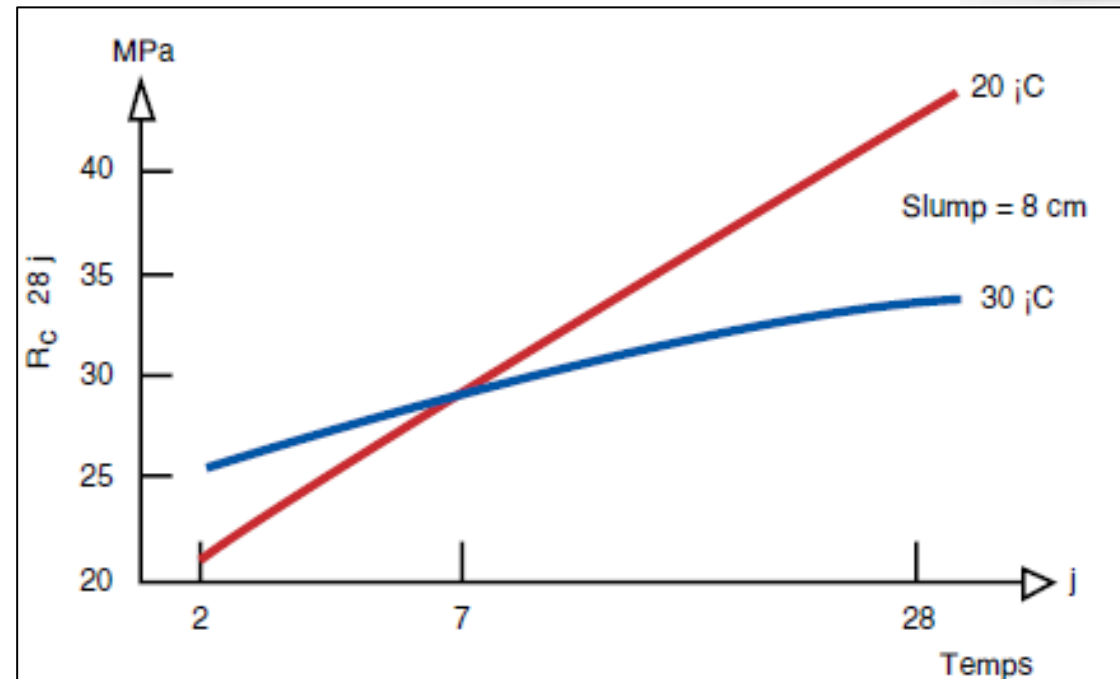


Figure 5 : évolution des résistances en compression en fonction de la température.

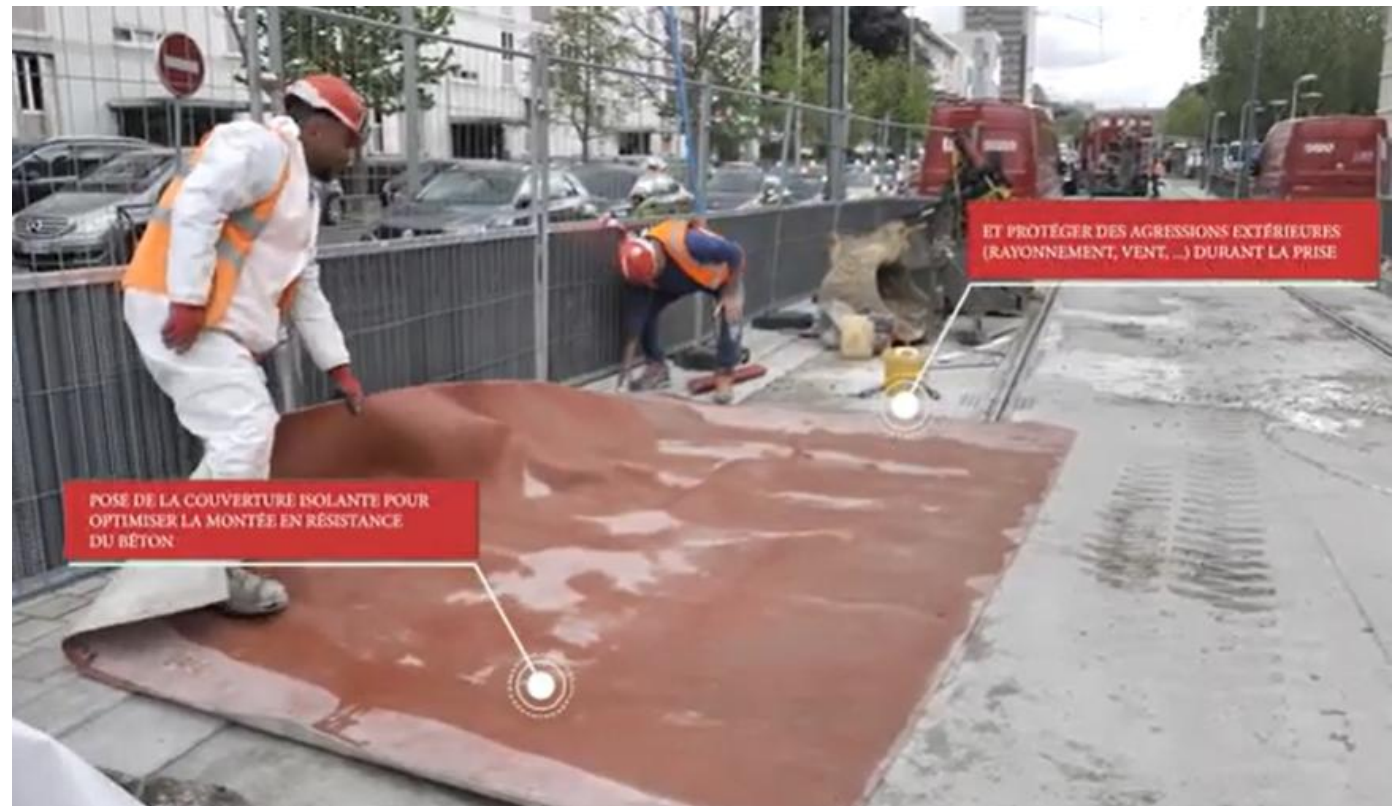
REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Intérêt d'une **protection / cure optimisée**



Facile :

- Couverture isolante Optimise
montée en résistance et protège du
vent



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Intérêt d'une **protection / cure optimisée**



Facile :

- Couverture isolante Optimise
montée en résistance et protège du
vent

Étuvage béton sur site ?

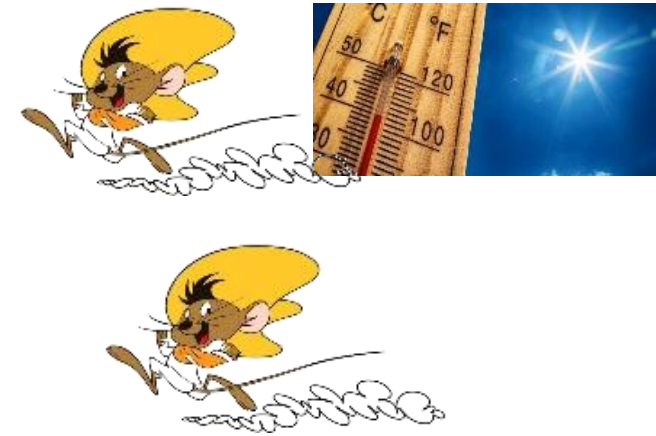
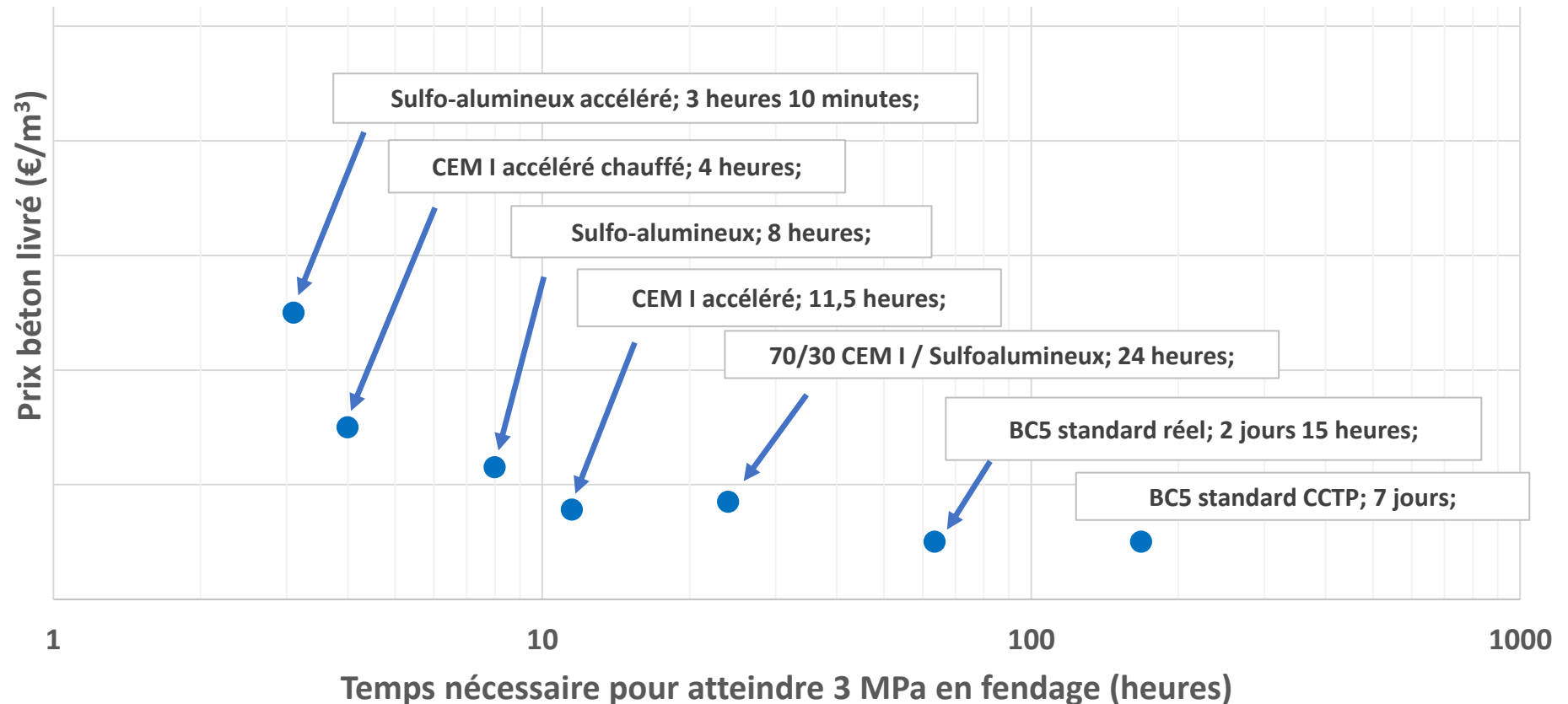
- Souffleur thermique sous chapiteau
- Rayonnant
- Vapeur



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

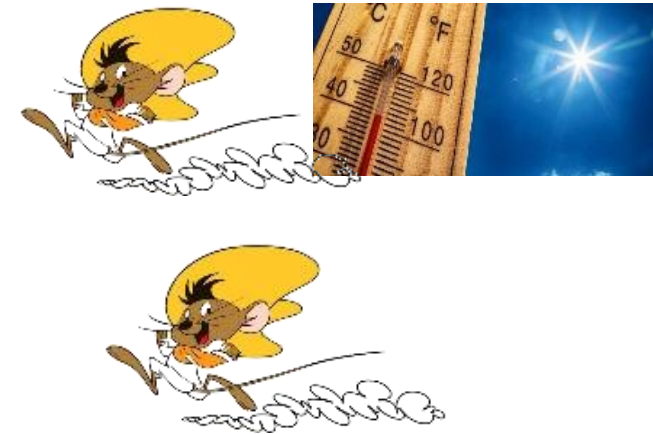
Remise en service : Synthèse indicative

Temps pour atteindre $R_c \approx 40$ MPa en fonction du prix du béton

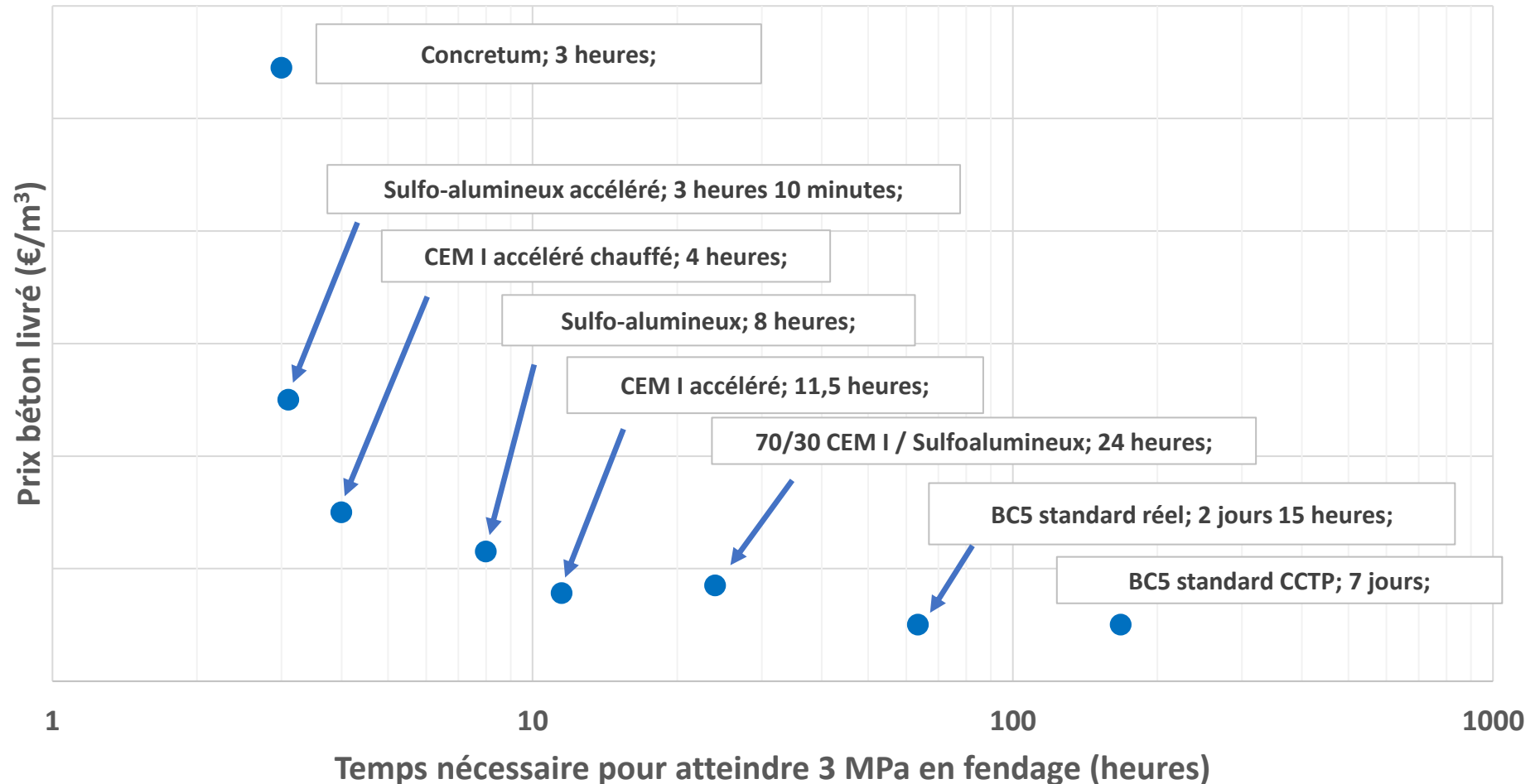


REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service : Synthèse indicative



Temps pour atteindre $R_c \approx 40$ MPa en fonction du prix du béton



SOLUTIONS CONSTRUCTIVES REMISE EN SERVICE RAPIDE

Plateforme de Tramway en carrefour à Lyon

- ✓ Revêtement de plateforme coulé sur une épaisseur de 17 cm
- ✓ Coulage en nocturne pour ne pas empêcher la circulation des rames
- ✓ Formule très spécifique autorisant une réouverture au trafic PL à 48 heures (sous conditions de température)



© Groupesols



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Matériaux traités compactés



Focus sur les matériaux traités compactés



Sols, sables, graves,
BCR,
retraitements...



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Seuil autorisant la circulation chantier



Circulation possible	$R_c > 1 \text{ MPa}$ (1,5 à 2 MPa pour des trafics lourds)
----------------------	---



Un seuil de performances pas pour
« résister » mais pour circuler...



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :

Cinétiques de prise / durcissement, influence **température**



Circulation possible	$R_c > 1 \text{ MPa}$ (1,5 à 2 MPa pour des trafics lourds)
----------------------	---

A 20°C, obtention de R_c 1 MPa :

Pour des liants à durcissement normal (NF EN 13282-2) – clinker $\leq 50\%$:

- Généralement < 7 jours
- Matériaux charpentés (sables/graves) en assises $< 2-3$ jours

Pour des liants à durcissement rapide (NF EN 13282-1) – clinker $> 50\%$

- Généralement $< 2-3$ jours
- Matériaux charpentés (sables/graves) en assises < 1 jour

A 30-40°C : Forte accélération R_c 7-14 j à 40°C = R_c 90-360 j à 20°C

A 10-05°C : Fort ralentissement : R_c 7 j à 20°C $\approx$ R_c 14 j à 10°C $\approx$ R_c 28 j à 05°C

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Matériaux traités compactés, Stabilité immédiate ?



Importance de la stabilité mécanique du matériau

- Proportion en **éléments fins ou grossiers** ?
- **Répartition granulométrique** favorable à densification optimale ?
- Sur **matériaux charpentés**, sables ou graves, qui généralement sont relativement stables avec des **IPI > 70** la remise en circulation peut être **immédiate**.
- Sur **matériaux fins** (limons) avec **IPI > 50** la remise en circulation peut être **immédiate**.

La cinétique de durcissement (formation du réseau cristallin dans le matériau) se poursuit sur plusieurs mois jusqu'à un an, voire plus pour certains liants, et conduit ainsi à la rigidification du matériau traité sans perte de résistance mécanique à partir du moment où celui-ci est stable (il ne se déforme pas et garde sa densification de fin de compactage).

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Matériaux traités compactés, Stabilité immédiate ?



- Cas du **retraitement en place** / Entretien routier
- Remise en circulation Poids Lourds → 0-X jours ?
- Remise en circulation immédiate PL :
des retours d'expériences positifs :
 - Anciens renforcements coordonnés (RD-RN)
 - Quelques chantiers depuis ≈ 20 ans
- Risque pour la durabilité de l'ouvrage ?
- Etudes à faire...



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Matériaux traités compactés, Stabilité immédiate ?



- Etude confiée à **UGE** (anciennement IFSTTAR, LCPC)
- **Planches expérimentales** sur site UGE Bouguenais (44)
 - **Remise en circulation trafic PL T3** (100 PL/jour) à **15 heures** avec machine FABAC
 - **Grave traitée classique** et **Retraitement 50% AE**, classes mécaniques T3
 - Liants hydrauliques routiers à **durcissement normal** et **rapide**
 - Caractérisation mécanique + **fatigue** à 60-90 jours

REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

Remise en service, remise en circulation :
Matériaux traités compactés, Stabilité immédiate ?



→ Premiers résultats : **aucune différence significative** en fatigue entre planche « martyre » sollicitée à 15 heures et planche témoin sollicitée à 7 jours.

→ A suivre...



	Témoin	Martyre
Taux de contrainte moyen de l'essai σ (MPa)	0,666	0,667
$\bar{N}$ Nombre de cycles à la rupture médian	335 719	834 662
Endurance σ_6/σ_0	0,637	0,663
Résistance à la flexion statique σ_0 (MPa) (Tableau 8 et Tableau 12)	3,70	3,56
σ_6 (MPa)	2,36	2,36
$-1/\beta$	16,6	17,8
Dispersion SN	0,86	0,93
Module élastique (GPa) (Tableau 7 et Tableau 11)	22,4	23,3



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

**Chantiers furtifs, délais de remise en circulation
des ouvrages en matériaux cimentaires : info ou intox ?**

**Pour la remise en circulation des ouvrages
en matériaux cimentaires :**

jours/semaines ou performances ?



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

**Chantiers furtifs, délais de remise en circulation
des ouvrages en matériaux cimentaires : info ou intox ?**

**Pour la remise en circulation des ouvrages
en matériaux cimentaires :**

~~jours/semaines~~ ou performances ?

→ Performances



REMISE EN CIRCULATION RAPIDE DES OUVRAGES EN MATÉRIAUX CIMENTAIRES : INFO OU INTOX ?

**Chantiers furtifs, délais de remise en circulation
des ouvrages en matériaux cimentaires : info ou intox ?**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION



Cimbéton