

## REACTION ALCALI-GRANULAT

Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre

# BIEN PRESCRIRE LES BETONS



Le choix des catégories d'ouvrage, des classes d'exposition de chaque partie d'ouvrage vis-à-vis des risques d'alcali-réaction et des niveaux de prévention à mettre en œuvre **est de la responsabilité du maître d'ouvrage.**



Les catégories d'ouvrage, les classes d'exposition associées à chaque partie d'ouvrage et les niveaux de prévention **doivent être prescrits par le rédacteur du CCTP et précisées dans le CCTP.**



**Le fascicule de documentation FD P18-464 doit être prescrit dans les pièces du marché pour être applicable.**

Exemple de rédaction :

Le titulaire doit mettre en œuvre les recommandations destinées à prévenir l'alcali-réaction des bétons données dans l'article 5.2.3.5 et NA 5.2.3.5 de la norme NF EN 206+A2/CN et dans le fascicule de documentation **FD P18-464**.

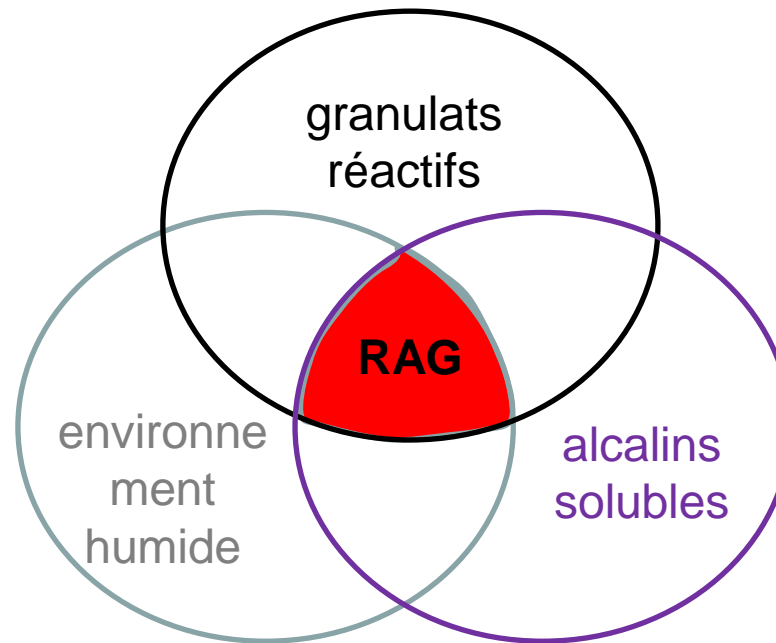
Pour l'application de ce document :

- l'ouvrage est de **catégorie** II, à l'exception des éléments provisoires qui relèvent de la catégorie I,
- les parties d'ouvrages relevant de la **classe d'exposition** XAR2/XAR3 sont les suivants : [...],
- les autres parties d'ouvrages relèvent de la **classe d'exposition** XAR1.

Exemple de rédaction :

Pour l'application de ce document :


- les parties d'ouvrage relevant du **niveau de prévention A** sont les suivantes : [...],
- les parties d'ouvrage relevant du **niveau de prévention B** sont les suivantes : [...],
- les parties d'ouvrage relevant du **niveau de prévention C** sont les suivantes : [...]



*alcali-réaction = réaction alcali-granulat (RAG) = alkali-silica-reaction (ASR)*

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## TEXTES DE REFERENCE

- Démarche de prévention : **FD P18-464** (juin 2021)  
« *Béton - Dispositions pour prévenir les phénomènes d'alcali-réaction* » :  
 **doit être prescrit dans les pièces du marché pour être applicable.**
- Classification des granulats : FD P18-542
- Essai de performance sur béton :
  - NF P18-454 (définition de l'essai),
  - FD P18-456 (durées d'essai et interprétation des résultats).

## PRINCIPE GENERAL DE PREVENTION

La démarche de prévention vis-à-vis de l'alcali-réaction passe par la définition :

- d'une **Catégorie d'Ouvrage**,
- d'une **Classe d'Exposition** spécifique à la RAG, pour **chaque partie d'ouvrage**.

Croisement de ces deux paramètres  $\Rightarrow$  **Niveau de Prévention** (A, B ou C)



précautions à prendre pour se prémunir du risque de RAG.

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## EXEMPLES DE CATEGORIES D'OUVRAGE

**Catégorie I** : éléments non porteurs à l'intérieur des bâtiments, ouvrages provisoires ou facilement remplaçables, éléments préfabriqués non structurels.

**Catégorie II** : **la plupart des bâtiments** (éléments porteurs...) **et des ouvrages de Génie Civil** (ouvrages courants...).

**Catégorie III** : essentiellement **ouvrages exceptionnels** (centrales nucléaires, barrages, tunnels, bâtiments de prestige...).

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**



## CLASSES D'EXPOSITION SPECIFIQUES A LA RAG

Classe d'Exposition	Description de l'Environnement (avec Hygrométrie = humidité relative)
XAR1	sec ou peu humide (hygrométrie $\leq 80\%$ )
XAR2	hygrométrie $> 80\%$ sans fondant salin ou en contact avec l'eau hors environnement marin
XAR3	hygrométrie $> 80\%$ et avec fondants salins, ou environnement marin



Nota : les pièces de forte épaisseur ( $> 50$  cm si une seule face de séchage, de l'ordre de 1 m pour des pièces ayant 2 faces de séchage) situées en environnement sec ou d'hygrométrie inférieure à 80 % peuvent garder une humidité interne à long terme amenant à les classer en XAR2.

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## AIDE A LA DETERMINATION DU NIVEAU DE PREVENTION

		Classe d'Exposition spécifique RAG	
		XAR1	XAR2 ou XAR3
Catégorie d'Ouvrage	I	A	A
	II	A	B
	III	C	C

Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre

## IMPACTS DU NIVEAU DE PREVENTION

**Niveau A** : pas de prise en compte spécifique du risque RAG.

**Niveau B**, une au moins des quatre dispositions suivantes doit être respectée :

granulats Non Réactifs (NR) ;

**OU** granulats (sables ET gravillons) Potentiellement Réactifs à effet de Pessimism (PRP) avec conditions particulières d'utilisation (cf. §6.3.1.2 du FD P18-464) ;

**OU bilan des alcalins** conforme ;

**OU** essai de performance conforme.

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## IMPACTS DU NIVEAU DE PREVENTION

### Niveau C :

granulats Non Réactifs (NR) généralement recommandés ;

**OU** granulats (sables ET gravillons) Potentiellement Réactifs à effet de Pessimum (PRP), avec conditions particulières d'utilisation (cf. §6.3.1.2 du FD P 18-464) ;

**OU**, si l'approvisionnement en granulats Non Réactifs (NR) ou Potentiellement Réactifs à effet de Pessimum (PRP) est particulièrement difficile, de granulats Potentiellement Réactifs (PR) à condition de respecter l'une des deux conditions suivantes (cf. §6.2.3 du FD P 18-464) :

- taux moyen en alcalins actifs du béton  $T_{moy} \leq 1,4 \text{ kg/m}^3$  ;
- OU essais de performance selon NF P 18-464 avec critères du FD P 18-456.

Nota : granulats Non Qualifiés (NQ) interdits en niveau C.

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## RECOMMANDATIONS

**Dans quel cas un bilan d'alcalin est-il suffisant ?**

**1/2**

Pour le niveau de prévention **B**, en cas d'utilisation de granulats **PR** ou **PRP**, il n'est pas nécessaire de prescrire un essai de performance lorsque la formule de béton satisfait aux critères **du bilan des alcalins du §6.3.2 du FD P18-464 (calcul immédiat** sous réserve de disposer des données nécessaires).

$$T = C.A_C + B.A_B + U.A_U + E.A_E + H.A_H$$

Ciment      Granulats      Adjuvants      Eau      Additions

C : quantité de ciment  
 (kg/m<sup>3</sup> de béton)  
 A<sub>c</sub> : teneur en alcalins actifs  
 du ciment(% en masse)

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## RECOMMANDATIONS

**Dans quel cas un bilan d'alcalin est-il suffisant ?**

**2/2**

Pour le niveau de prévention **C**, en cas d'utilisation de granulats **PR** du fait de la difficulté d'approvisionnement en granulats NR ou PRP, il n'est pas nécessaire de prescrire un essai de performance lorsque la formule de béton satisfait aux critères portant sur le taux moyen en alcalins équivalents actifs défini au **§6.2.3 du FD P 18-464**.

## RECOMMANDATIONS

### Comment lire un bilan en alcalins ?



Des **terminologies proches** peuvent recouvrir **des notions très différentes**.

*Exemples :  $\%Na_2O$  et  $\%Na_2O_{eq}$  ; alcalins actifs et alcalins totaux ; teneurs maximales et teneurs moyennes (cf. FD P18-464).*

e. g. : le bilan des alcalins permettant de valider la composition en niveau de prévention

**B** se base sur :

- CEM III/A ayant plus de 60% de laitier, CEM III/B et CEM III/C :



**Limitation des alcalins totaux dans le ciment uniquement.**

- autres cas :



**Limitation des alcalins actifs apportés par tous les constituants du béton.**

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## RECOMMANDATIONS

### Qu'implique la réalisation d'un essai de performance ?

Nécessité de bien intégrer la durée de l'essai dans les phasages du projet :

! entre 3 mois et 1 an (délai moyen de 5 mois) selon la composition du béton et l'évolution des résultats d'essais.

### Quelles sont les implications d'un niveau de prévention C ?

Implique généralement des **contraintes fortes** sur le **choix des granulats** avec pour conséquences des impacts importants sur les délais de mise au point des formules (délai de l'essai de performance si granulats PR ou pour les PRP lorsque c'est nécessaire) et sur les coûts.

Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre



## RECOMMANDATIONS

**Pour le niveau de prévention C, faut-il prescrire des granulats NR ?**

Le FD P18-464 indique qu'il est **généralement** recommandé d'utiliser des granulats Non Réactifs (NR).

Toutefois, ce même fascicule **permet d'utiliser d'autres types de granulats** (PRP, voire PR) sous réserve de respecter leurs **conditions d'utilisation**. Dans ces conditions, **il est raisonnable que le CCTP n'impose pas systématiquement l'utilisation de granulats NR.**

En effet, la prescription de granulats NR peut conduire à **transporter des granulats sur de très grandes distances** en cas de non disponibilité de la ressource localement, d'où des coûts largement supérieurs et un impact non négligeable sur l'empreinte environnementale de l'ouvrage.

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## RECOMMANDATIONS

### Qu'implique une modification de formule béton en cours de chantier ?

En cours de chantier, toute **modification de la composition du béton** (qualité ou quantité des constituants) doit conduire à s'interroger sur le maintien des conditions de non-réactivité du béton.

La **validation en amont** d'une **composition** de béton « **enveloppe** », avec une teneur en alcalins dépassant largement les variations envisagées en cours de chantier, permet de traiter facilement ce type de problématique.

*Nota : l'**attention** est attirée en particulier sur les **granulats PRP**, dont une modification de l'origine (vers un granulats non PRP) peut conduire à ne plus respecter les conditions d'usage.*

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

## COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

AIT ALAIWA Abdelghafour  
AMMOUCHE Abdelkrim  
BIGAS Jean-Philippe  
BILYK Christophe  
PROJETS  
BRU Stéphane  
CAPRA Claire  
DIERKENS Michaël  
JANIN Murielle  
MOULIN Isabelle  
PINEAU François  
RAGOUT Sylvaine  
WALLER Vincent

VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS  
LERM SETEC  
CHRYSO  
SNCF RESEAU DIRECTION INGENIERIE et  
VICAT  
LAFARGE HOLCIM  
CEREMA  
ECOCEM  
LERM SETEC  
ANDRA  
LAFARGE HOLCIM  
UNIBETON HEIDELBERGCEMENT GROUP

Animation du groupe : Michaël DIERKENS

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**

**Merci de votre  
attention**

**Recommandations à l'usage des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'oeuvre**