

RECOMMANDATIONS : BIEN PRESCRIRE LES BÉTONS DES OUVRAGES DE GÉNIE CIVIL

SPÉCIFICITÉS DES GRANULATS

Cette fiche traite des aspects suivants :

- Granulats marins
- Granulats lavés ou non lavés
- Granulats alluvionnaires ou de roche massive
- Exigence de distribution granulaire
- Niveau de marquage réglementaire CE
- Certification par la marque volontaire NF-Granulats

Cette fiche ne traite pas des :

- Granulats recyclés (cf. Projet National RECYBETON <https://www.pnrecybeton.fr/> voir aussi fiche [RECO - Bétons de granulats recyclés](#))
- Granulats lourds ou légers
- Des granulats valorisés sur le site du chantier (ex. granulats sulfatés extraits du percement d'un tunnel)

« Responsabilités » :

La spécification des granulats est, en général, de la responsabilité du maître d'œuvre.

Exemple de clause à introduire dans le CCTP dans le cas général :

« Par rapport à l'exigence de conformité du béton [à la norme NF EN 206/CN] [au Fascicule 65*] [au CCTG d'EDF*] [au CCTG IN00034 de la SNCF*], pas de spécification complémentaire pour les granulats. »

S'il s'avère nécessaire, en revanche, d'ajouter des spécifications complémentaires propres à l'ouvrage à construire dans le cadre du marché, un autre exemple de clause est proposé :

« Outre l'exigence de conformité du béton [à la norme NF EN 206/CN] [au Fascicule 65*] [au CCTG d'EDF*] [au CCTG IN00034 de la SNCF*], les granulats devront répondre aux spécifications complémentaires suivantes : » [suivie du détail des spécifications]

** Dans le cas où le chantier relève d'un texte de portée plus précise que la norme NF EN 206/CN, par exemple du Fascicule 65, du CCTG d'EDF ou du CCTG IN00034 de la SNCF, etc., c'est la référence à ce texte de portée plus précise qui doit être citée dans les clauses précédentes, en lieu et place de celle à la norme NF EN 206/CN.*

GÉNÉRALITÉS

Ces recommandations visent à éviter la surprescription dans les documents des marchés. Or celle-ci concerne aussi parfois l'utilisation des granulats dans le béton (granulats marins, alcali-réaction, gel, ...), ce qui se traduit, en pratique, par des exigences qui n'apportent rien à la qualité de l'ouvrage à construire (performances, durabilité). Les paragraphes qui suivent donnent des éléments de compréhension de ce contexte.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les principaux documents publiés à ce jour concernant la prescription des granulats sont les suivants :

- Norme NF EN 206/CN Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206
- Norme européenne NF EN 12620+A1 Granulats pour béton, complétée de la norme française NF P 18-545 Granulats - Éléments de définition, conformité et codification
- Fascicule 65 du CCTG (2017)
- CCTG IN00034 de la SNCF (2014)
- CCTG d'EDF (2016)

Voir références détaillées dans la fiche [NI - Liste des normes et fascicules en vigueur](#).

PRINCIPES GÉNÉRAUX

Les spécifications utiles pour les granulats sont données dans des documents de référence (normes et fascicules). L'essentiel, pour le rédacteur du CCTP, réside dans le choix initial des textes de référence pertinents.

Dès lors que le choix des documents de référence pertinents a été fait, et que le CCTP exige la conformité à ces textes, il est inutile (voire « risqué ») de reprendre ces spécifications dans le CCTP ou d'en ajouter d'autres (« risqué » car tout oubli pourrait s'apparenter à une dérogation au texte de référence ; et tout ajout non justifié (non pertinence technique, texte de référence obsolète, ...) s'avèrerait a priori préjudiciable à l'optimisation du projet et pourrait même conduire à aboutir à des spécifications antagonistes.

PRÉCISIONS SUR LES GRANULATS MARINS

Les granulats marins sont issus d'anciennes alluvions déposées dans l'axe des anciennes vallées fluviales qui ont depuis été recouvertes par la mer et se trouvent par conséquent au large des estuaires. **Ils sont donc de même nature géologique que les gisements alluvionnaires terrestres.**

Comme les matériaux terrestres, les granulats marins peuvent être utilisés en l'état ou bien faire l'objet d'un traitement dans des installations industrielles (criblage, concassage, lavage...).

Du fait de leur origine marine, **le respect des teneurs en chlorures et en éléments coquilliers des granulats issus de ces gisements est garanti** par les différents processus de fabrication comme par exemple : égouttages successifs, rinçages et/ou lavages ...).

Les contrôles effectués sur les granulats marins sont les mêmes que ceux effectués sur les granulats terrestres, sauf en ce qui concerne les teneurs en chlorures (fréquence augmentée de 1/2ans à 1/semaine) et en éléments coquilliers (contrôle complémentaire).

Les granulats marins **répondent en tous points aux normes de spécifications européennes** (par exemple : NF EN 12620+A1, NF EN 13043...) et à la norme française NF P 18-545. Ces granulats **font l'objet du marquage CE comme le prévoit la réglementation**. Certains granulats issus de gisements marins disposent également du droit d'usage de la marque NF-Granulats, sous application volontaire du producteur.

L'ensemble des résultats de mesure, notamment sur les teneurs en chlorures, est disponible sur les Fiches Techniques Produit (FTP), ce qui permet, entre autres, **aux producteurs de béton de s'assurer du respect des classes de chlorures en fonction des types de béton à fabriquer** conformément aux exigences du paragraphe NA.5.2.8 de la norme NF EN 206/CN.

Voir aussi le site : <http://sablessetgraviersenmer.fr/>

COMPLÉMENTS D'INFORMATIONS UTILES POUR LA PRESCRIPTION (sous forme de questions/réponses)

- Alkali-Réaction
 - ***Pour la prévention de l'alkali-réaction, est-il nécessaire de spécifier la qualification NR (Non Réactifs) pour les granulats ?***
 - Réponse :
Non.
C'est même déconseillé, tant pour la qualification NR, que pour PRP (Potentiellement Réactifs à effet de Pessimum) ou PR (Potentiellement Réactifs). La démarche de prévention du fascicule de documentation FD P 18-464 *Béton - Dispositions pour prévenir les phénomènes d'alkali-réaction* couvre le béton dans son ensemble. La spécification porte sur chaque partie d'ouvrage en béton via un niveau de prévention (choisi par le maître d'ouvrage sur la base d'une catégorie d'ouvrage et d'une classe d'exposition vis-à-vis de l'alkali-réaction). La démarche permet alors d'adapter les dispositions à prendre pour tous les niveaux de prévention (y compris le niveau C), quel que soit le type de granulat retenu (voir fiche [RECO - Réaction Alkali Granulat \(RAG\)](#)).

- Règles normatives générales
 - ***Quelles sont les spécifications normatives pour l'utilisation des granulats usuels ?***
 - Réponse :
Tous les textes de référence mentionnent des règles pour l'utilisation des granulats. A titre comparatif, le tableau suivant donne les exigences de certains de ces textes pour différentes thématiques (ces extraits ne se substituent en aucun cas aux textes d'origine qui restent la seule référence). Pour le Fascicule 65 du CCTG, le CCTG IN00034 de la SNCF et le CCTG d'EDF, sont mentionnées les spécifications supplémentaires par rapport à celles de la norme NF EN 206/CN.

Thématiques	NF EN 206/CN	Fascicule 65 du CCTG	CCTG IN00034 SNCF	CCTG EDF
Marquage CE et certification	Art. NA.5.1.3 : granulats conformes à la norme NF EN 12620+A1	Art. 8.1.2.2 : Les granulats sont conformes aux normes en vigueur (NF EN 12620 + A1 et NF P 18-545) relatives aux granulats pour bétons hydrauliques. Ils bénéficient de la marque NF – Granulats ou équivalent, ou font l'objet d'une procédure de contrôle reconnue équivalente.	Art. 3.1.2.3 : granulats de qualités constantes, conformes à la norme NF P 18-545, article 10, code A ou B, sans valeur indiquée C ou D. En outre, les granulats doivent bénéficier soit : • du droit d'usage de la marque NF, • d'une inscription sur la liste d'aptitude établie par SNCF-PSIGT-OA (consultable sur le portail IG) pour les carrières CE2+, • d'une autorisation de chantier délivrée par SNCF-PSIGT-OA (fourniture limitée au chantier et à sa durée) pour les carrières CE2+.	Art. B-8.1.2.3.1.1.1 : Les granulats font l'objet d'une certification de conformité par l'obtention du marquage CE, transmise à EDF pour information. Les granulats ne disposant pas du marquage CE 2+ doivent être soumis à l'approbation d'EDF. Les carrières titulaires du droit d'usage de la marque NF sont à retenir autant que possible.

Thématiques	NF EN 206/CN	Fascicule 65 du CCTG	CCTG IN00034 SNCF	CCTG EDF
Granulat récupéré	Art. 5.2.3.3 : 1) Les granulats récupérés peuvent être utilisés comme granulats pour béton, à condition qu'ils soient uniquement utilisés en interne par le producteur ou par un groupe de producteurs. 2) Si les granulats récupérés ne sont pas criblés, la quantité de granulats récupérés ajoutée ne doit pas représenter plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats. 3) Lorsque la quantité de granulats récupérés par lavage ajoutée représente plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats, les granulats récupérés doivent être criblés en séparant les gravillons et les sables, et être conformes à l'EN 12620. 4) Lorsque la quantité de granulats récupérés par concassage ajoutée représente plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats, les granulats récupérés doivent être traités comme des granulats recyclés. Art. NA.5.2.3.3 Les granulats récupérés peuvent être utilisés comme granulats pour béton selon les conditions décrites en 5.2.3.3, à condition qu'ils soient uniquement utilisés en interne par le producteur et que la traçabilité en soit assurée. Les granulats récupérés par concassage par un groupe de producteurs peuvent toutefois être utilisés par ce groupe pour des bétons de résistance inférieure ou égale à C16/20, pour les autres bétons, ils sont à traiter comme des granulats recyclés.	Art. 8.1.2.2 : Les granulats récupérés sur l'installation de production considérée (les granulats récupérés sur l'installation de production considérée et traités dans une installation de lavage/criblage ne sont pas concernés par ces clauses), sont interdits pour les bétons dont la classe de résistance en compression est supérieure ou égale à C35/45. Pour les bétons de classe de résistance inférieure, leur utilisation est autorisée dans la mesure où : – la proportion de granulats récupérés n'est pas supérieure à 5 % de la quantité totale de granulats – des dispositions justificatives adaptées sont décrites dans le Plan Qualité concernant la production des bétons.	Art. 3.1.2.1 : Les granulats de béton concassé et les granulats récupérés à partir des eaux de lavage ou de béton frais, et traités dans une installation de lavage/criblage sont autorisés pour la fabrication de béton de classe de résistance ≤ à C20/25 à hauteur de 5%.	(1)
Granulat recyclé	Art. NA.5.2.3.4 et NA.5.1.3 : <i>Spécifications sur les caractéristiques des granulats : voir norme.</i> <i>Spécifications sur l'utilisation des granulats dans le béton :</i> La substitution peut être réalisée selon les taux maximaux définis dans le tableau NA.5. Les gravillons recyclés de type 2 et 3 ainsi que les sables recyclés ne peuvent être utilisés que pour des bétons de résistances inférieures ou égales à C25/30.	Art. 8.1.2.2 : Les gravillons recyclés de type 1 (selon NF EN 206/CN) issus de la déconstruction d'ouvrages d'art et dont la traçabilité est assurée peuvent être utilisés pour des bétons de classe de résistance inférieure à C35/45 en classe XC1, XC2, XC3, XC4 ou XF1 avec un taux maximum de substitution de 20 %.	(1)	(1)

(1) pas de spécification supplémentaire par rapport à celles de la NF EN 206/CN

Thématiques	NF EN 206/CN	Fascicule 65 du CCTG	CCTG IN00034 SNCF	CCTG EDF
Granulats marins	(2)	Art. 8.1.2.2 : Pour les éléments précontraints par pré-tension, l'emploi des granulats marins non traités, des granulats de laitier et des adjuvants chlorés est interdit.	Art. 3.1.2.2 : Pour les bétons précontraints par pré et post-tension, les granulats marins sont interdits y compris dans les cas de recombinaison de ce type de matériau avec d'autres constituant d'origine différente Pour les bétons non précontraints, les granulats marins sont autorisés sous réserve que les teneurs en ions chlore (C1-) et ions soufre (S-) soient compatibles avec les prescriptions de l'article 3.1.9. <i>NB lire 3.1.10.4 au lieu de 3.1.9</i>	Art. B-8.1.2.3.1.1.3 : La teneur en chlorures et sulfures des granulats est telle que le critère global dans le béton [...] est respecté. À cet effet, les granulats marins sont lavés à l'eau douce si nécessaire afin de respecter la teneur maximale en ions chlore du béton.
Pyrite et autres	(2)	(2)	Art. 3.1.2.4 : Pour les parements apparents, la dimension maximale des grains de pyrite, de marcassite ou de tout autre élément oxydable est limitée à 2 mm.	Art. B-8.1.2.3.1.1.3 : La taille maximale des grains de pyrite et autres composés métalliques oxydables est limitée à 2 mm.

(2) pas de spécification particulière

Thématiques	NF EN 206/CN	Fascicule 65 du CCTG	CCTG IN00034 SNCF	CCTG EDF
Codification selon la classe de résistance du béton	<p>Art. NA.5.1.3 : Les granulats peuvent présenter au plus deux caractéristiques indicées D sauf pour les bétons de résistance inférieure ou égale à C16/20 où des granulats avec plus de 2 caractéristiques indicées D peuvent être utilisés après accord du prescripteur. Pour les bétons de classe de résistance caractéristique en compression C35/45 ou plus, les granulats doivent présenter des caractéristiques indicées A ou B. Des granulats présentant au plus deux caractéristiques indicées C ou D peuvent être admis après études ou références.</p>	<p>Art.8.1.2.2 : Sauf dispositions différentes du marché, les granulats appartiennent à l'un des deux codes suivants : – bétons de classe de résistance inférieure à C35/45 : code B (avec une ou deux caractéristiques pouvant être indicées C après études ou références selon note ci-dessous). – bétons de classe de résistance égale ou supérieure à C35/45 : code A (avec une ou deux caractéristiques pouvant être indicées B après études ou références selon note ci-dessous). NOTE Les études et références justifiant des caractéristiques correspondant à une catégorie directement inférieure à celle globalement spécifiée (B en-dessous de C35/45, A pour C35/45 et au-delà) doivent être basées sur : – l'obtention de performances satisfaisantes pour le béton ainsi constitué, – le maintien de ce niveau de performances dans le domaine de variabilité des caractéristiques considérées des granulats. Pour les bétons à hautes performances (BHP) [...], les granulats doivent en outre présenter un coefficient d'absorption d'eau inférieur à 2,5 % à moins qu'il n'ait pu être démontré que le maintien de rhéologie du béton dans les conditions réelles de transport (pompage en particulier) et de mise en œuvre était assuré.</p>	<p>Art. 3.1.2.4 : Les caractéristiques sont en relation directe avec la résistance du béton et les spécifications des granulats sont différentes selon que le béton appartient à l'une ou l'autre des deux grandes catégories suivantes : • Granulats pour bétons hydrauliques dont fck ≤ 35 MPa. Les granulats doivent être conformes à la norme NF P 18-545, article 10, code A ou code B. • Granulats pour bétons hydrauliques dont fck > 35 MPa. Les granulats doivent être conformes à la norme NF P 18-545, article 10, code A, sans valeur indicée B.</p>	<p>Art. B-8.1.2.3.1.1 : Les granulats [...] respectent a minima les spécifications de code B de la norme NF P 18-545 sauf prescriptions complémentaires (cf. §B-8.1.2.3.2). <i>NB : lire B-8.1.2.3.1.2</i> Art. B-8.1.2.3.1.2.1 Granulats pour bétons de classe de résistance comprise entre C35/45 et C50/60 [...] : Le coefficient d'absorption d'eau des sables et des gravillons et le module de finesse du sable doivent respecter le code A de la norme NF P 18-545 (Vss 2,5%), les autres caractéristiques respectant le code B Art. B-8.1.2.3.1.2.4 : Les granulats utilisés pour les BHP ou pour les bétons soumis à de hautes sollicitations mécaniques (dont les bétons précontraints) respectent les spécifications suivantes : code A de la norme NF P 18-545</p>
Codification selon les classes d'exposition XF3 ou XF4	<p>Art. NA.5.1.3 Pour les bétons soumis à des environnements particulièrement agressifs (classes d'exposition XF4 et XA3), les granulats doivent présenter une absorption d'eau déclarée (WA24 pour les gravillons et Ab pour les sables) indicée A (≤ 2.5 %) et les autres caractéristiques doivent être au minimum indicées B. Pour les classes XF3 et XF4, les granulats doivent être non gélifs au sens de la norme NF P 18-545.</p>	(1)	(1)	<p>Art. B-8.1.2.3.1.2.3 : Les granulats utilisés pour les bétons soumis aux classes d'exposition XF3 ou XF4 selon la norme NF EN 206/CN sont non gélifs au sens de la norme NF P 18-545 (cf. §B-8.1.1.3). En complément, pour la classe XF4, l'absorption d'eau des sables et gravillons respecte les spécifications du code A de la norme NF P 18-545 (Vss 2,5%).</p>
Codification selon la classe d'exposition XA3	<p>Art. NA.5.1.3 : Pour les bétons soumis à des environnements particulièrement agressifs (classes d'exposition XF4 et XA3), les granulats doivent présenter une absorption d'eau déclarée (WA24 pour les gravillons et Ab pour les sables) indicée A (≤ 2.5 %) et les autres caractéristiques doivent être au minimum indicées B.</p>	(1)	(1)	<p>Art. B-8.1.2.3.1.2.1 Granulats pour bétons [...] soumis à un environnement agressif : Le coefficient d'absorption d'eau des sables et des gravillons et le module de finesse du sable doivent respecter le code A de la norme NF P 18-545 (Vss 2,5%), les autres caractéristiques respectant le code B</p>

(1) pas de spécification supplémentaire par rapport à celles de la NF EN 206/CN

- **Faut-il continuer à citer dans le CCTP les anciennes normes annulées puisque, par définition, plus aucun texte de référence ne les mentionne ?**
- Réponse :
Non.

Elles sont généralement remplacées par de nouveaux textes ; voir quelques exemples dans le tableau ci-dessous, trouvés dans des CCTP récents :

Ancienne norme ou document annulé	Annulation (ou remplacement) à la date du	Document en vigueur correspondant
XP P 18-540 Granulats - Définitions, conformité, spécifications	juin 2005	NF EN 12620+A1 Granulats pour béton, complétée par la NF P 18-545 Granulats - Éléments de définition, conformité et codification
XP P 18-305 Béton - Béton prêt à l'emploi	mai 2006	NF EN 206/CN Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206
Méthode LPC n°37 Essai de granulats – Détermination des alcalins solubles dans l'eau de chaux	juin 2015	XP P18-544 Granulats - Détermination des alcalins actifs solubles dans l'eau de chaux
Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction (juin 1994)	avril 2014	FD P 18-464 Béton - Dispositions pour prévenir les phénomènes d'alcali-réaction

- NB : une veille normative sur l'ensemble des normes en vigueur citées dans ces recommandations AFGC est assurée (voir fiche [NI - Liste des normes et fascicules en vigueur](#)).
- Autres fiches « Bien prescrire les bétons »
 - **Quelles sont les règles relatives aux granulats dans les autres fiches « bien prescrire les bétons » ?**
 - Réponse :
Dans certaines des autres fiches des recommandations « Bien prescrire les bétons des ouvrages de génie civil », on peut trouver des exigences particulières relatives aux granulats, mais qui sont, à chaque fois, couvertes par une simple prescription de la conformité du béton aux textes en vigueur. Par exemple, pour la RAG (voir fiche [RECO - Réaction Alcali Granulat \(RAG\)](#)), on indique que le fascicule FD P 18-464 permet d'utiliser tous les types de granulats (NR, PRP, voire PR), même en niveau de prévention C, sous réserve de respecter leurs conditions d'utilisation. Autre exemple, la fiche [RECO – Gel Dégel](#) indique qu'il suffit de prescrire l'application des

Recommandations LCPC de 2003 sans qu'il y ait besoin d'ajouter de spécification supplémentaire pour les granulats.

- Hiérarchie des textes de référence
 - ***Est-il nécessaire d'exiger, dans le CCTP, à la fois la conformité du béton à la norme béton NF EN 206/CN et des granulats aux normes granulats NF EN 12620+A1 et NF P 18-545 ?***
 - Réponse :
Non.
C'est même déconseillé. En effet, il est fréquent que certains des textes de référence soient eux-mêmes exigés dans d'autres textes de référence de portée plus précise. Dans ce cas, il suffit d'exiger la conformité au plus « exigeant » de ces textes dans le CCTP. Dans l'exemple de la question ci-dessus, la norme béton NF EN 206/CN exigeant, pour les granulats naturels, la conformité aux normes granulats NF EN 12620+A1 et NF P 18-545, il suffit de citer au CCTP l'exigence de conformité du béton à la norme NF EN 206/CN (la mention de l'exigence de conformité des granulats aux normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545 est alors inutile car elle est déjà imposée par celle du béton à la norme NF EN 206/CN).
Autre exemple, si le CCTP exige la conformité du béton au Fascicule 65 (ou CCTG EDF ou CCTG IN00034 SNCF ou etc.), il est alors inutile d'exiger en plus la conformité du béton à la norme NF EN 206/CN car elle découle de la conformité au Fascicule 65 (ou CCTG EDF ou CCTG IN00034 SNCF ou etc.). A noter que cela entraîne de facto l'exigence de conformité des granulats à leurs normes NF EN 12620+A1 et NF P 18-545, sans qu'il y ait besoin de reprendre cette exigence dans le CCTP (voir aussi ci-dessous § « Absence de prescription directe pour les granulats »).

- Absence de prescription directe pour les granulats
 - ***Peut-il arriver que le CCTP ne mentionne explicitement aucune spécification sur les granulats ?***
 - Réponse :
Oui.
Cette question se rapproche beaucoup de la précédente sur la hiérarchie des textes de référence (voir ci-dessus).
Quand le CCTP exige la conformité du béton à un texte de référence (ex. Fascicule 65, ou NF EN 206/CN, ou autres CCTG), ce texte de référence comporte systématiquement l'exigence de conformité de tous les constituants du béton (et donc des granulats) à leurs propres normes de spécification, ainsi que d'éventuelles exigences supplémentaires. Il est donc inutile de mentionner à nouveau ces exigences dans le CCTP.
Pour être tout à fait clair, le CCTP peut indiquer explicitement qu'il n'y a pas de spécification supplémentaire pour les granulats (voir exemples en encadré rouge en début de la présente recommandation).

- Granulats marins
 - ***A-t-on une idée de l'origine possible des craintes concernant les granulats marins, et qui conduisent aux cas de surprescription inutile que l'on constate parfois dans les CCTP ?***

- Réponse :

Oui.

Les effets des chlorures sur les bétons (accélération de la prise, corrosion des armatures, ...) sont connus depuis longtemps. Et, bien que ceci ne soit étayé par aucun retour d'expérience récent, le principe de précaution a pu conduire à leur interdiction dans des CCTP anciens par la crainte liée à la potentielle présence de chlorure dans les granulats marins. Aujourd'hui cette crainte perdure. Toutefois, elle n'est pas justifiée.

En effet, aujourd'hui, les processus d'élaboration des granulats marins et le cadre normatif permettent respectivement de garantir des niveaux de chlorures assez faibles pour permettre leur utilisation dans la grande majorité des bétons et de couvrir le risque de pathologie. Le producteur de granulat se doit de déclarer la teneur en chlorures des granulats marins sur sa FTP afin que le producteur de béton puisse justifier auprès de la Maitrise d'Ouvrage/Maitrise d'œuvre, sur la base d'un bilan chlorure, la conformité de la classe des chlorures spécifiée pour le béton.

- **Comment les éléments coquilliers sont-ils couverts par les normes ?**

- Réponse:

Dans les gravillons, la norme européenne NF EN 12620 prévoit une mesure annuelle des teneurs en éléments coquilliers. Le seuil maximal pour la teneur en éléments coquilliers dans les gravillons marins est de 10 %, ce qui est élevé par rapport aux attentes des utilisateurs. Le seuil rencontré en pratique est plutôt de 3 à 5 %.

Dans les sables, la mesure de la quantité d'éléments coquilliers n'est pas couverte par les normes. Un indicateur indirect de cette teneur est la mesure de l'absorption d'eau des sables qui est directement corrélée à cette teneur en coquilles.

- **Le lavage des granulats marins est-il indispensable ?**

- Réponse:

Non.

Le lavage est un moyen d'abaisser le taux de chlorures dans les granulats marins, et ce n'est pas le seul (égouttage, ...). En pratique, il suffit de connaître le taux de chlorures des granulats marins et de réaliser le bilan chlorures du béton conformément à la norme NF EN 206/CN. On peut ainsi savoir si le béton peut être utilisé pour la classe de chlorures spécifiée selon la norme NF EN 206/CN (par ex. *Cl 0,40* pour les bétons contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées). Il n'y a donc pas lieu de prescrire des granulats marins lavés dans un CCTP.

- **Les granulats d'origine marine contiennent-ils des alcalins ?**

- Réponse:

Oui.

Les granulats marins contiennent des alcalins, comme tous les granulats naturels. Ils en contiennent un petit peu plus que les granulats terrestres en raison de la présence de chlorures de sodium dans l'eau de mer. Mais cette teneur en alcalins est contrôlée dans le cadre de la réalisation du bilan des alcalins du béton. L'application de la démarche de prévention des désordres liés à l'alcali-réaction est donc suffisante pour couvrir tout risque de pathologie.

- **Malgré tout, je suis tenté(e) de maintenir de prescrire l'interdiction de granulats marins dans mon CCTP. Puis-je le faire ?**
- Réponse :
Grâce aux éléments ci-contre, on aura compris que c'est inutile et que cela pourrait avoir des conséquences néfastes pour le projet (renchérissement car on se priverait d'une ressource proche (ex. en bord de mer) ; empreinte environnementale liée au transport ; ...)
- **Les granulats marins ont-ils un impact environnemental particulier ? Et faut-il envisager de les interdire pour cela ?**
- Réponse :
Comme toute activité humaine, l'exploitation des granulats marins a un impact sur le milieu physique et biologique marin. Comme pour les milieux terrestres, les exploitants définissent et mettent en œuvre les mesures nécessaires pour éviter et réduire les impacts de leurs projets sur le milieu marin. Ainsi, afin d'éviter tout impact résiduel significatif, la profession :
 - évite les zones présentant des enjeux environnementaux significatifs, notamment les zones identifiées de nourriceries et de frayères de fonds ;
 - choisit les zones dont les caractéristiques sont favorables à une recolonisation biologique des fonds marins ;
 - adapte ses pratiques d'exploitation pour limiter les impacts et favoriser la résilience du milieu, certaines étant d'application systématique (éviter toute mise à nu du substratum rocheux en maintenant une couverture sédimentaire suffisante), d'autres pouvant être mises en œuvre en fonction de la sensibilité des zones concernées, notamment vis-à-vis de la pêche.
 Alors faut-il envisager d'interdire les granulats marins au vu de leur impact environnemental ? Cela reste à l'appréciation du prescripteur qui pourra plutôt fixer, au cas par cas, dans la mesure du possible, des exigences performantielles de limitation de l'impact, et en en faisant, éventuellement, un critère de jugement des offres.
- Codes des granulats et FTP (cf. norme NF P 18-545)
 - **Que signifient ces codes, et à quoi servent-ils ?**
 - Réponse:
Ces codes définissent un niveau de qualité des différentes caractéristiques du granulat (depuis le code A pour un niveau d'exigences le plus élevé, jusqu'au code D pour un niveau d'exigences le plus bas).
Le code permet à l'utilisateur, pour chacune des caractéristiques d'un granulat donné, de mesurer l'étendue des bétons possibles avec ce granulat, la norme NF EN 206/CN (§ 5.1.3 et NA.5.1.3) précisant quels codes sont requis en fonction des classes de résistance et d'exposition des bétons, et le type de béton armé ou précontraint.
 - **Est-ce cohérent d'exiger du code A partout pour un béton de classe de résistance C25/30 ?**
 - Réponse :
Non.

La norme NF EN 206/CN définit, au § NA.5.1.3, les conditions d'aptitude à l'emploi des granulats en fonction des classes de résistance et d'exposition du béton. Les dispositions suivantes s'appliquent :

- les granulats peuvent présenter au plus deux caractéristiques indicées D, sauf pour des bétons de classe de résistance inférieure ou égale à C16/20 où des granulats avec plus de deux caractéristiques indicées D peuvent être utilisés après accord du prescripteur ;
- pour les bétons soumis à des environnements particulièrement agressifs (classes d'exposition XF4 et XA3), les granulats doivent présenter une absorption d'eau déclarée (WA24 pour les gravillons et Ab pour les sables) indicée A ($\leq 2,5 \%$) et leurs autres caractéristiques doivent être au minimum indicées B.

D'autres textes peuvent, toutefois, être plus exigeants que la norme NF EN 206/CN, mais tout en laissant la porte ouverte à des codes B voire C. Par exemple, le Fascicule 65, dans son Art.8.1.2.2, indique : « *Pour les bétons de classe de résistance inférieure à C35/45 : Code B (avec une ou deux caractéristiques pouvant être indicées C après études ou références basées sur l'obtention des performances satisfaisantes pour le béton constitué et le maintien de ce niveau de performances dans le domaine de variabilité des caractéristiques considérées des granulats.)* ».

○ **Un code C est-il acceptable ?**

○ Réponse:

Oui.

Dans la plupart des cas, et pour la plupart des caractéristiques. La norme NF EN 206/CN, dans son § NA.5.1.3, indique que seul le nombre de caractéristiques indicées D est limité, en général. Pour un béton soumis à des environnements particulièrement agressifs, il peut cependant être nécessaire que l'absorption d'eau soit en code A et les autres caractéristiques en code B.

Les autres textes offrent également, dans certains cas, cette possibilité de caractéristique en code C (voir Fascicule 65 dans l'exemple ci-dessus).

○ **Qu'est-ce qu'une FTP ?**

○ Réponse:

Le contenu de la Fiche Technique Produits (FTP) est défini par la norme NF P 18-545 (§ 3.38). C'est un document daté, lié à un usage, comprenant :

- les valeurs spécifiées de toutes les caractéristiques normalisées de la norme NF P 18-545 que le fournisseur s'engage à respecter ;
- la synthèse de l'ensemble des résultats des essais les plus récents effectués par le fournisseur, depuis moins de deux ans de production, sur ces mêmes caractéristiques, ou de moins de 6 mois de production pour :
 1. la granularité des sables et gravillons ;
 2. la teneur en fines des gravillons ;
 3. la qualité des fines (SE(10) ou MB) ;
 4. la granularité et la porosité des fillers ;
 5. la teneur en chlorures des granulats marins.

Dans la pratique, la forme de la FTP n'est pas figée et dépend largement de l'outil informatique utilisé par le producteur pour la générer, et les éléments demandés par la norme peuvent être complétés par d'autres informations.

○ **Est-il utile de limiter le D_{max} des granulats, par exemple à 20 mm ?**

○ Réponse :

Oui, parfois.

C'est pertinent si la densité du ferrailage le justifie (cf. NF EN 206/CN : « *Il convient que D_{max} ne soit pas supérieur à d_g (Dimension nominale supérieure du plus gros granulat) selon l'EN 1992-1-1* »).

- NB : en fait, cette phrase de la norme béton mentionne D_{sup} (et pas D_{max}), mais l'usage français veut que l'on utilise D_{max} en lieu et place de D_{sup} .

Dans les autres cas, il est inutile (et même déconseillé) de limiter le D_{max} , car un plus fort D_{max} améliore la compacité du squelette granulaire et va donc dans le sens de l'optimisation technico-économique de la formule de béton ; par ex. : là où un D_{max} de 22,4 mm est usuellement disponible, il n'y a aucun intérêt à spécifier un D_{max} à 20 mm.

LEXIQUE

- FTP : Fiche Technique Produit d'un granulat conforme à la norme NF P 18-545 ; la notion de FTP et son contenu sont définis dans cette norme (voir ci-dessus)
- RAS : Réaction Alkali-Silice, aussi appelée Réaction Alkali-Granulats (RAG) ou Alkali-Réaction ; voir fiche [RECO - Réaction Alkali Granulat \(RAG\)](#)
- CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières, appelé aussi « cahier des charges » ou « spécifications »
- CCTG : Cahier des Clauses Techniques Générales, recueil de textes applicables aux chantiers publics, publiés sous forme de fascicules

CONTRIBUTEURS :

Cette fiche a été élaborée, entre janvier 2018 et juillet 2019, par un groupe de travail constitué des personnes suivantes (* animation) :

BILYK Christophe, SNCF

BLIARD Philippe, GROUPE CB

CITERNE Sophie, GROUPE CB

CUSSIGH François, VINCI

DECREUSE Sophie, CEMEX (& UNPG)

DEME Baïla, SOCIETE DU GRAND PARIS

FABBRIS Faber, EQIOM

GHORBEL Elhem, UNIVERSITE DE CERGY-PONTOISE

GUIRAUD Patrick, CIMBETON (& AFGC)

HASNI Lotfi, GINGER CEBTP

NACHBAUR Laurent, GSM/ HEIDELBERGCEMENT GROUP

PINEAU François, ANDRA

POTIER Jean-Marc, SNBPE

WALLER Vincent*, UNIBETON / HEIDELBERGCEMENT GROUP (& SNBPE)