

## RECOMMANDATIONS : BIEN PRESCRIRE LES BÉTONS

### APPROCHE PERFORMANTIELLE DES BÉTONS

#### *Exemples de clause à introduire dans le CCTP*

##### Clause A :

Les parties d'ouvrage mentionnées dans le tableau de définition des bétons avec l'appellation AP sont à justifier par approche performantielle dont les résultats sont soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre. Dans tous les cas, les constituants des bétons doivent figurer parmi la liste de ceux reconnus comme aptes à l'emploi dans la norme NF EN 206/CN.

##### Clause B :

Des formulations dérogeant aux limites de composition des bétons et/ou aux exigences de caractéristiques des constituants, justifiées par approche performantielle de la durabilité des bétons, peuvent être soumises à l'approbation du Maître d'Œuvre. Dans tous les cas, les constituants des bétons doivent figurer parmi la liste de ceux reconnus comme aptes à l'emploi dans la norme NF EN 206/CN.

*Exemple de tableau de définition des bétons incluant l'approche performantielle (selon clause A définie ci-avant) :*

Partie d'ouvrage	Classe d'exposition	Type de béton	Classe de résistance caractéristique minimale en compression à 28 jours	Niveau de prévention RAG	Niveau de prévention RSI	Nature du ciment *	Prescriptions complémentaires
Tablier précontraint	XC4/XF1 (F)	BP	C40/50	B	Bs	CP1 ou CP2	AP (A justifier par approche performantielle)

\* caractéristiques complémentaires (PM, ES, SR, CP1 ou CP2)

### **« Responsabilités » relatives à la décision d'application de l'Approche performantielle :**

L'utilisation de l'approche performantielle, comme alternative à l'approche prescriptive traditionnelle (portant sur les limites de composition des bétons), est à l'initiative du Maître d'Ouvrage ou du rédacteur du CCTP en accord avec le Maître d'Ouvrage.

L'approche performantielle peut être imposée au CCTP (clause A) pour tout ou partie des bétons de l'ouvrage ou autorisée (clause B) comme méthode possible de justification de la durabilité de ces bétons. Elle consiste à justifier par des méthodes d'essais (relatives aux conditions d'exposition) la durabilité du béton armé et/ou précontraint pour la durée d'utilisation du projet.

### **Commentaires**

**La norme NF EN 206/CN autorise l'application de l'approche performantielle mais n'en fournit pas les modalités d'application. La définition de ces modalités est de la responsabilité du Maître d'Œuvre.**

**Il est recommandé que le Maître d'Œuvre prenne conseil, au titre du contrôle extérieur, auprès d'un laboratoire spécialisé pour définir les essais à réaliser et les critères d'acceptation associés permettant la validation de la durabilité des bétons par approche performantielle. Une méthodologie de justification par approche performantielle fait l'objet des travaux du PN PERFDUB (actuellement en cours).**

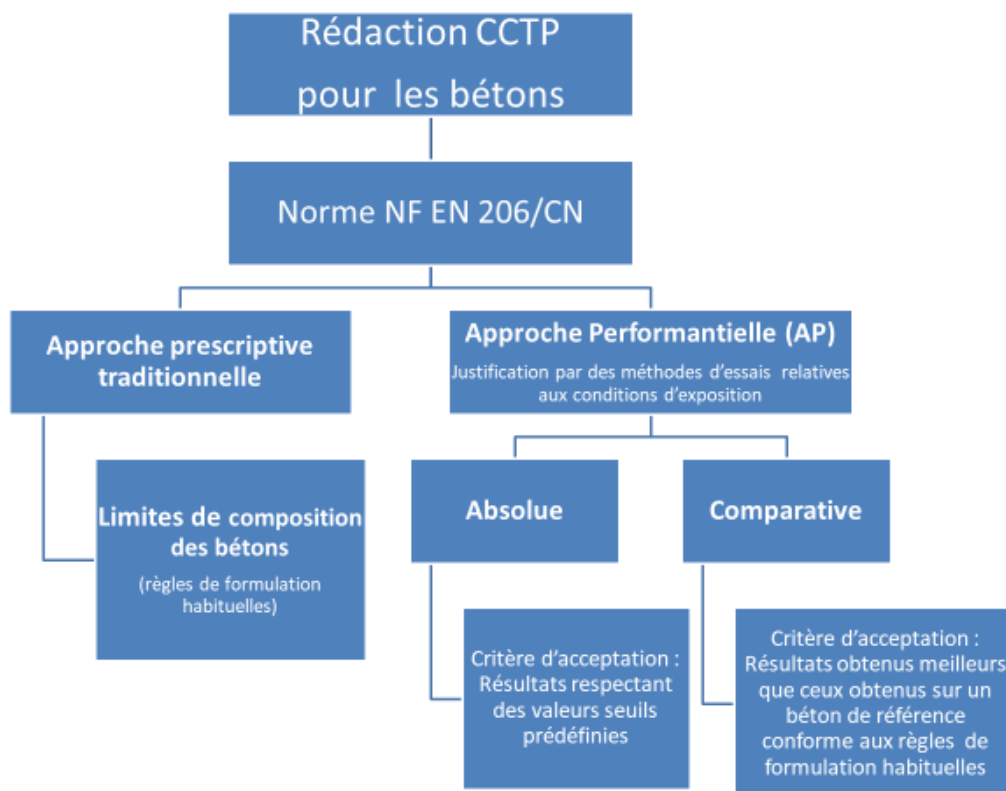
## NOTION D'APPROCHE PERFORMANTIELLE

L'approche performantielle est une démarche innovante, globale et prédictive de la durabilité des structures en béton, fondée sur la notion d'indicateurs de durabilité et d'essais de vieillissement accélérés.

Elle permet de formuler des bétons pour une durée d'utilisation de projet dans un environnement donné lors de la phase de conception d'une structure et donc d'en maîtriser la durabilité, mais aussi d'estimer la durée de vie résiduelle d'un ouvrage existant.

Elle constitue un outil de contractualisation des objectifs de durabilité des ouvrages en béton et représente une évolution majeure dans la prescription des bétons qui s'inscrit dans la continuité d'une logique de progrès depuis plusieurs décennies.

C'est une approche alternative à l'approche prescriptive traditionnelle (portant sur les limites de composition des bétons) comme explicité dans le schéma suivant :



Les approches performantielles absolue et comparative consistent à effectuer des essais de durabilité sur le béton à qualifier, ces essais étant ceux permettant de caractériser la durabilité du béton pour les classes d'exposition considérées.

La différence se situe dans l'interprétation des résultats de ces essais :

- dans l'approche absolue, les résultats obtenus sur le béton à qualifier sont comparés à des valeurs seuils prédéfinies correspondant au respect de la durée d'utilisation de projet pour les classes d'exposition considérées
- dans l'approche comparative, les résultats obtenus sur le béton à qualifier sont comparés à ceux obtenus sur un béton de référence conforme aux prescriptions de composition (normatives ou contractuelles) pour la durée d'utilisation de projet et les classes d'exposition considérées.

## **ANTICIPATION INDISPENSABLE**

**L'application de l'approche performantielle nécessite des évolutions importantes dans les relations entre les acteurs (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprise, producteur de béton), un renforcement des responsabilités de chacun et une anticipation de la problématique matériaux lors de la mise au point du projet. L'étude de justification par approche performantielle, comprenant la mise au point des formulations et la réalisation des essais de durabilité, nécessite un délai supplémentaire de l'ordre de trois mois.**

## DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les documents publiés à ce jour concernant la justification de la durabilité des bétons par approche performantielle sont les suivants :

- Fascicule 65 du CCTG d'Octobre 2014 (§8.1.1.4)
- Recommandations professionnelles « Méthodologie d'application du concept de performance équivalente des bétons » FNTP, FFB, Cerib, FIB de Mars 2009
- Recommandations LCPC « Maîtrise de la durabilité des ouvrages en béton – Application de l'approche performantielle » de Mars 2010 <sup>1)</sup>

*<sup>1)</sup> Les valeurs seuils définies pour les indicateurs dans ce document ont été mises à jour dans le Fascicule 65 pour prendre en compte les enrobages conformes à l'Eurocode 2 et l'évolution des méthodes d'essai*

Les connaissances scientifiques sur l'approche performantielle ont été analysées et synthétisées dans le cadre d'un groupe de travail de l'Association Française de Génie Civil (AFGC) animé par Véronique Baroghel-Bouny. Elles font l'objet du guide AFGC de 2004 : « Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages : maîtrise de la durabilité vis-à-vis de la corrosion des armatures et de l'alcali-réaction, État de l'art et Guide pour la mise en œuvre d'une approche performantielle et prédictive sur la base d'indicateurs de durabilité ».

## DOMAINE D'APPLICATION DE L'APPROCHE PERFORMANTIELLE

Le Fascicule 65 couvre les classes d'exposition XC, XS et XD (il en est de même pour les recommandations LCPC de 2010). Les recommandations professionnelles donnent des compléments utiles pour les classes XF et XA. Le Projet National de recherche PERFDUB a pour objectif de définir une méthodologie nationale d'application du concept d'approche performantielle pour l'ensemble des classes d'exposition.

Pour les classes XC, on utilise les indicateurs que sont la porosité accessible à l'eau et la perméabilité au gaz pour l'approche absolue et un essai de carbonatation accélérée pour l'approche comparative.

Pour les classes XS et XD, pour les deux approches, on a recours aux essais de porosité accessible à l'eau et de migration des ions chlorures en régime non stationnaire pour les classes XS1, XS2, XD1 et XD2. L'approche absolue donne également des exigences sur la perméabilité au gaz pour classes XS3 et XD3.

Pour les classes XA, il est possible en alternative à des essais de vieillissement accéléré (essai de résistance au sulfate, essai de lixiviation à pH constant) non encore normalisés de justifier des formulations par approche performantielle comparative selon les Recommandations professionnelles dans la mesure où ces formulations utilisent un liant conforme aux prescriptions du Fascicule de Documentation FD P18-011 et présentent une résistance à la pénétration des ions chlorures (évaluée par essai de migration en régime non stationnaire selon norme XP P18-462) au moins égale à celle du béton de référence.

## INTÉRÊT DE L'APPROCHE PERFORMANTIELLE ?

L'approche performantielle autorise une plus grande liberté pour la formulation des bétons et favorise l'innovation en offrant aux prescripteurs plus de souplesse sur le choix du béton et de ses constituants.

Elle répond à l'enjeu croissant de durabilité dans un cadre rationnel et contractuel et offre aux concepteurs d'ouvrages une plus grande diversité de solutions.

La démarche performantielle prend en compte la globalité des aspects technico-économiques spécifiques à un ouvrage au sein de son environnement. Elle permet d'appréhender et de maîtriser la durabilité des bétons en intégrant les enjeux et les préoccupations liés à la prise en compte du concept de Développement Durable (ouvrages à plus longue durée d'utilisation, valorisation des matériaux locaux, optimisation de l'utilisation des ressources naturelles...).

Elle est particulièrement intéressante pour un projet donné dans les cas suivants (liste non exhaustive) :

- Résolution de cas où les exigences de moyens sont difficilement compatibles (exemple : pièces massives en béton de type G+S avec problématique RSI)
- Minimisation de l'empreinte environnementale de l'ouvrage
- Réduction des valeurs d'enrobage minimal (abaissement des classes structurales selon l'Eurocode 2)
- Justification d'utilisation de granulats locaux non-conformes aux règles usuelles de formulation dans l'environnement considéré (exemple : granulats présentant des absorptions d'eau supérieures à 2,5% en classe XA3)
- Optimisation de formulation de béton avec un liant ternaire (ciment avec deux additions, là où le liant équivalent ne permet la prise en compte que d'une seule addition)

## LE PROJET NATIONAL PERFDUB

Le Projet National de recherche PERFDUB a pour objectif de définir une méthodologie à l'échelle nationale de justification de la durabilité des ouvrages en béton par une approche performantielle, incluant l'approche « absolue » et l'approche « comparative ».

Cette méthodologie est adaptée aux ouvrages pour lesquels un **niveau renforcé d'assurance qualité** est assuré. Il s'agit en général d'ouvrages de Génie Civil relevant du fascicule 65 du CCTG, de certaines constructions de bâtiments complexes (ouvrages de catégorie B ou C comportant des ouvrages particuliers PB ou PC au sens de la norme NF P 18-201) ou de certains produits préfabriqués en usine.

Le champ de la recherche concerne les **ouvrages neufs** mais s'intéresse aussi aux **ouvrages existants** dans le but de relier les pathologies ou le vieillissement observé au type de béton employé et à ses caractéristiques de durabilité.

Le programme de recherche est décliné en différents axes

► **thème 1 - Essais de durabilité**

► **thème 2 - Définition des seuils de performance admissibles** (dans le cadre du projet ANR MODEVIE)

► **thème 3 - Bétons d'étude et variabilité**

► **thème 4 - Contractualisation de l'approche**

► **thème 5 - Valorisation des résultats**

Pour plus d'information, consulter le site internet du projet [www.perfdub.fr](http://www.perfdub.fr).