Approche performantielle

Avril 2018

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.

Elle permet de formuler des bétons pour une durée de vie attendue dans unenvironnement donné lors de la phase de conception d'une structure et donc d'en maîtriser la durabilité, mais aussi de déterminer 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.

Nota : l'approche performantielle a été traduite sous forme d'un guide technique pour maîtriser la durée de vie des ouvrages d'art, mis au point par les experts de l'IFSTTAR, afin de faciliter sa mise en œuvre en cohérence avec le cadre normatif européen.

Notion de durabilité

Les acteurs de la construction doivent aujourd'hui répondre, lors de la construction d'ouvrages, puis de leur gestion, à des exigences de durabilité fortes, qui s'inscrivent dans une démarche globale de développement durable.

Les ouvrages en béton subissant au cours de leur vie des agressions et attaques multiples qui peuvent altérer progressivement leur niveau de service, la maîtrise de leur durée d'utilisation est devenue un enjeu majeur pour les gestionnaires d'ouvrages qui leur impose de se préoccuper dès la conception et la construction des exigences de durabilité qu'il convient de pouvoir rendre contractuelles.

La durabilité d'un ouvrage caractérise sa capacité à conserver les fonctions d'usage pour lequel il a été conçu (fonctionnement structurel, sécurité, confort des usagers) et à maintenir son niveau de fiabilité et son aspect esthétique dans son environnement (gel, eaux agressives…), avec des frais de maintenance et d'entretien aussi réduits que possible.

La durabilité d'un ouvrage est assortie d'une durée, temps minimal pour lequel l'ouvrage est conçu, qui est appelée : la durée d'utilisation de l'ouvrage.

Elle dépend de nombreux paramètres dont la qualité de la conception (maîtrise de la fissuration, enrobage), des matériaux et des produits utilisés, des dispositions constructives, de la réalisation de l'ouvrage, de la mise en œuvre des produits, et des contrôles. Elle suppose l'utilisation de l'ouvrage conforme aux hypothèses du projet et sa maintenance courante et régulière.

Il est possible désormais de définir des objectifs de durabilité et de spécifier avec précision les caractéristiques du béton dès la conception de l'ouvrage en fonction des agressions potentielles qu'il aura à subir pendant toute sa durée d'utilisation.

Démarche prescriptive actuelle

La durabilité des bétons d'un ouvrage est gouvernée actuellement par un ensemble cohérent ethomogène de normes qui traduisent une démarche prescriptive basée sur un concept d'obligation de moyens, associé pour certains types de dégradations (alcali-réaction, gel/dégel…) à des essais de performance.

Les normes de conception des structures (eurocodes) applicables depuis le 1er avril 2010 en france explicitent l'exigence de durabilité des ouvrages et la nécessité de prendre en compte la durée d'utilisation de l'ouvrage dès sa conception.

La norme nf en 206/cn définit des valeurs limites applicables à la composition des bétons en fonction de l'environnement auquel sera soumis chaque béton de l'ouvrage pendant sa durée d'utilisation (en particulier : teneur minimale en liant équivalent, résistance minimale en compression, rapport maximal e/liant équivalent).

La définition et les spécifications des bétons sont fixées par le prescripteur. Elles doivent en particulier prendre en compte :

- les agressions liées à lacarbonatation et à la pénétration des chlorures ;
- la prévention des désordres dus aux gonflements internes du béton (alcali-réaction et réaction sulfatique interne) ;
- la tenue des bétons durcis soumis au gel et aux sels de déverglaçage ;
- les agressions chimiques.
- Cette approche facile à utiliser est fondée sur un important retour d'expériences de plusieurs décennies.

Elle est parfaitement adaptée pour les ouvrages traditionnels pour lesquels la durée de vie conventionnelle de 50 ans est requise. Dans le cas d'ouvrages exceptionnels ou soumis à des sollicitations particulières ou lorsqu'une durée de vie significativement plus importante (100, 120, voire 150 ans) est souhaitée par le maître d'ouvrage, l'approche prescriptive n'est pas toujours suffisante pour maîtriser la durabilité des bétons de l'ouvrage.

Nota : La norme nf en 206/cn introduit la notion « d'approche performantielle » dans deux articles et la précise dans deux annexes en prévoyant que les spécifications relatives aux classes d'exposition puissent être définies en utilisant des méthodes de conception performantielles.

• **Article 5.2.5.3 concept de performance équivalente**

« le concept de performance équivalente du béton permet de modifier les prescriptions de composition des bétons énoncées dans les cas où une addition spécifique est utilisée avec un ciment spécifique dont l'origine et les caractéristiques de chacun sont clairement définies et consignées. »

« il doit être prouvé à l'aide d'essais performantiels que le béton a une équivalence de performance avec celle d'un béton de référence, en particulier pour ce qui concerne son comportement vis-à-vis des agressions de l'environnement et sa durabilité, conformément aux exigences pour la classe d'exposition concernée. »

L'annexe E donne les principes d'évaluation du concept de performance équivalente.

• **Article 5.3.3 méthodes de conception performantielles**

« les exigences relatives aux classes d'exposition peuvent être établies en utilisant les méthodes de conception performantielles pour la durabilité et elles peuvent être établies en termes de paramètres performantiels, par exemple une mesure d'écaillage dans un essai de gel/ dégel. »

L'annexe J donne des conseils relatifs à l'utilisation de cette méthode deformulation.

Définition de l'approche performantielle

Les recherches consacrées à la durabilité des ouvrages en béton lors des dernières décennies ont abouti à une meilleure compréhension des mécanismes de dégradation des bétons et une mise au point d'outils de caractérisation et de suivi de leurs évolutions. Des modèles prédictifs ont été développés et validés expérimentalement.

L'expertise acquise a permis de développer une nouvelle démarche visant à maîtriser plus rationnellement la durabilité des bétons appelée « approche performantielle ».

Cette nouvelle approche fixe des exigences en termes de résultats (par exemple résistance aux chlorures) et non plus en termes de moyens (par exemple dosage minimal en ciment) et donne des outils pour contrôler si les objectifs de durabilité sont atteints. Elle ne dispense pas, bien sûr, d'appliquer avec la même rigueur les règles de l'art et recommandations habituelles pour la mise en œuvre du béton, l'exécution des ouvrages et la réalisation des contrôles.

Elle complète et renforce la norme nf en 206/cn en tirant profit de l'évolution des connaissances scientifiques sur les transferts hydriques, sur les mécanismes physico-chimiques mis en jeu dans les processus de dégradation et les propriétés de transport des agents agressifs.

Elle apporte une réponse quand l'approche prescriptive conduit à des exigences de moyens difficiles à concilier.

Démarche fondée sur des indicateurs de durabilité

L'approche performantielle est une méthodologie multiniveau, globale, scientifiquement fondée et innovante pour la spécification, l'évaluation et la prédiction de la durabilité des structures en **béton armé** ou précontraint.

Elle est fondée sur la notion d'indicateurs de durabilité associés à des critères performantiels et des valeurs seuils à respecter ainsi que des méthodes de caractérisation physico-chimiques et des modèles calibrés des différentes dégradations.

Lors de la conception d'un ouvrage, la méthode consiste, en fonction de son environnement (actions environnementales auxquelles est soumise chaque partie d'ouvrage) et de la durée d'utilisation de l'ouvrage escomptée, à identifier les risques de dégradations potentielles des bétons, à choisir des indicateurs de durabilité adaptés et pertinents traduisant les risques de dégradation puis à sélectionner les spécifications de performances optimales à adopter et les seuils et critères d'acceptation des indicateurs de durabilité à respecter.

Domaines d'utilisation de l'approche performantielle

Elle s'applique aussi bien aux ouvrages neufs en phase de conception qu'aux ouvrages existants du patrimoine.

Démarche prédictive de la durabilité des ouvrages en béton, elle permet :

- de valider la durabilité d'une formulation de béton conforme à la norme nf en 206/cn ;
- de définir, prescrire et qualifier des formulations de béton pour une durée d'utilisation et un ouvrage donnés ;
- de prédire la durabilité des ouvrages neufs ;
- d'optimiser la formulation du béton en intégrant la durée de vie de l'ouvrage et les conditions environnementales auxquelles il est soumis ;
- de spécifier des bétons sur la base d'indicateurs de durabilité spécifiques ;
- d'évaluer les performances des bétons vis-à-vis de la durabilité adaptée à leur environnement et une meilleure prise en compte du contexte local de l'ouvrage (utilisation de matériaux locaux par exemple) ;
- d'utiliser de nouveaux matériaux et de privilégier les ressources locales tout en s'assurant que les exigences de durabilité sont respectées ;
- de déterminer la durabilité des bétons ou de prévoir l'évolution de l'ouvrage vis-à-vis d'un processus de dégradation considéré ;
- de tirer profit des avantages techniques et environnementaux des nouveaux concepts de formulation des bétons et des propriétés et des performances des bétons innovants ;
- d'optimiser la formulation des bétons pour répondre à un cahier des charges spécifique d'un ouvrage ;
- de contrôler et suivre les évolutions des bétons et des structures au cours du temps.

Elle est destinée aussi à :

- estimer la durée de vie résiduelle d'un ouvrage existant, ce qui permet d'optimiser le suivi de l'ouvrage et d'établir un diagnostic précis de l'état de la structure afin de définir une stratégie optimale de gestion, d'entretien, de maintenance ou de réparation d'un patrimoine d'ouvrages ;

- déterminer et prédire la durée de vie potentielle d'un ouvrage dans son environnement au moment de sa conception, mais aussi la durée de vie résiduelle d'un ouvrage existant.

Acquis scientifiques

Elle s'appuie sur des acquis scientifiques et les résultats de nombreuses recherches et enrichit le référentiel technique actuel en offrant des marges de manœuvre pour la formulation et la qualification des bétons destinés à la construction d'ouvrages.

Ce type d'approche a déjà été appliqué et validé sur de grands projets tels que le viaduc de millau et le pont vasco de gama sur le tage.

Les connaissances scientifiques sur l'approche performantielle ont été analysées 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 d'un guide afgc : « 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 ».

Atouts 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.

Choix de maîtrise d'ouvrage, 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 permet de prendre en compte la globalité des aspects technico-économiques spécifiques à un ouvrage au sein de son environnement et d'appréhender et de maîtriser la durabilité des bétons en intégrant les défis et les préoccupations liés à la prise en compte du concept de développement durable (ouvrages pérennes, **valorisation** des matériaux, optimisation de l'utilisation des ressources naturelles…).

Anticipation indispensable

L'application de l'approche performantielle nécessite des changements importants 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.

Auteur

Patrick Guiraud



Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr