

LIXIVIATION DES BETONS - PRISE EN COMPTE DE CE PROCESSUS DANS L'APPROCHE PERFORMANTIELLE ET PREDICTIVE DE LA DURABILITE"

H. Peycelon ⁽¹⁾

⁽¹⁾ CEA Saclay – DEN / DPC / SCCME / LECBA

Résumé

Dans le domaine concernant l'aval du cycle du nucléaire et plus particulièrement dans celui concernant la gestion des déchets nucléaires, les bétons sont utilisés comme matrice de blocage de déchets, dans la confection de conteneur, sur-conteneur de colis et sont des matériaux qui pourront être utilisés comme barrière ouvragée dans les stockages en milieu géologique.

Vis-à-vis de tous ces objets et de ces structures, les performances allouées aux bétons peuvent être scindées en deux catégories avec d'une part une performance mécanique à respecter et d'autre part une performance relative au transport et au transfert de matière au sein de leur microstructure. Dès la conception de ces objets et de ces structures les performances demandées peuvent être respectées par l'emploi d'un matériau correctement formulé et de géométries adéquates. Le but des études sur le comportement à long terme des matériaux consiste à donner des indications sur l'évolution de ces matériaux au cours du temps et sur l'évolution de leurs propriétés mécaniques et de transfert. Au regard des durées de vies des déchets, des demandes des autorités de sûretés, les niveaux de démonstration de l'évaluation de ces performances doit reposer sur une compréhension des mécanismes plus que sur des lois de comportement.

Dans ce contexte, les études sur les processus de dégradation provoquant des altérations chimiques irréversibles et conduisant à des pertes de propriétés macroscopiques (mécaniques et propriétés de confinement) des matériaux cimentaires sont essentielles. L'objectif principal est de prédire leur comportement sur la base de la compréhension de leurs évolutions chimiques (en terme de processus et de vitesse de développement de ces processus) puis d'associer à ces modifications une évolution de leurs propriétés de transport résiduelles et de leurs propriétés mécaniques. Pour atteindre cet objectif des études expérimentales et la modélisation des processus identifiés sont effectuées. Selon les niveaux d'intégration à atteindre, les modélisations peuvent correspondre à des approches analytiques, à des développements numériques simplifiés ou à des approches de modélisation phénoménologique essayant de prendre en compte le maximum de paramètres et de couplages.

Les échelles de temps du développement de l'altération et les produits de la dégradation des matériaux cimentaires vont dépendre de nombreux paramètres comme la chimie de l'eau agressive, du type de ciment, de la formulation du béton utilisé (rapport eau/ciment, type de granulats ...) du type des adjuvants, des ajouts minérales et des conditions environnementales de température. Pour décrire entièrement les processus de dégradation dans un environnement naturel, toutes les combinaisons et les variations au cours du temps de ces variables doivent être prises en compte. Néanmoins, vis-à-vis d'une approche mécanistique de compréhension des processus, avant de considérer une chimie complexe des eaux agressives il est indispensable d'identifier de façon fine l'évolution des phases majeurs des matériaux cimentaires en milieu aqueux, évolution qui sera également sous-jacente à tous les autres types de dégradation dans des eaux plus ou moins minéralisées (en milieu sulfate, carbonate, carbonate+sulfate, système naturel). L'étude des processus de lixiviation s'attache à renseigner cette brique élémentaire. L'intégration de ces données de base dans des modèles couplés "dégradation / transfert / mécanique" permet de contribuer à l'évaluation du comportement à long terme et à la durabilité des bétons.

Par ailleurs les paramètres mesurés au cours des expérimentations de lixiviation peuvent également être considérés, en première approche, comme des indicateurs intrinsèques de durabilité permettant ainsi d'évaluer le comportement des matériaux en fonction de différentes variables comme le type de matériau, le type de ciment, le pH de l'eau agressive, la température,... Comme précédemment et en relation avec la démarche prédictive, plusieurs niveaux de modélisation sont associés à cette thématique.

Comme dans le domaine du génie civil, les problématiques de durabilité, de prédiction de celle-ci, du maintien et de la prédiction de l'évolution de la performance des matériaux sont des thématiques essentielles à instruire dans le cadre de la gestion des déchets, des objets et des structures qui lui sont associées. La démarche utilisée repose sur l'association de mesures et d'expérimentations réalisées en laboratoire et sur le développement de codes de calcul et de modèles. Les processus d'évolution des matériaux correspondant à la lixiviation et les conséquences induites sur les propriétés de transfert et sur les propriétés mécaniques sont l'une des thématiques étudiées dans ce cadre.

Mots-clés

Lixiviation - Dégradation - Durabilité – Comportement à long terme