Une couverture pour confiner durablement des déchets radioactifs

Mai 2026

Une couverture en mégatuiles de béton fibré à ultra-hautes performances (Bfup) est l'une des solutions étudiées par l'Andra pour confiner de manière pérenne les déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) de la Manche.

Ces tuiles géantes en Bfup pourraient constituer la future couverture pour confiner durablement le centre de déchets de la Manche.

Des vagues de gazon déployées sur 15 ha, voilà, vu d'avion, à quoi ressemble le Centre de stockage de la Manche (CSM) géré par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Par-delà son apparence bucolique, cette prairie ondulée est la partie émergente d'une couverture multicouche de plusieurs mètres d'épaisseur qui, depuis près de trente ans, protège et isole les plateformes abritant les colis de déchets radioactifs.

Rôle crucial de la couverture

Premier centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte (moins de 300 ans) en France, le CSM a été mis en exploitation en 1969. Pendant vingt-cinq ans, le site a reçu 527 225 m³ de déchets radioactifs issus de l'industrie électronucléaire, des travaux de recherche et des usages médicaux ou industriels. Conditionnés dans des fûts, des caissons métalliques ou des coques en béton, ces déchets ont été empilés sur des plateformes de stockage recouvertes entre 1991 et 1997 d'une alternance de matériaux sur 2 à 8 m d'épaisseur. En effet, la couverture est un élément central du dispositif de sûreté nucléaire pour protéger les déchets radioactifs d'éventuelles intrusions humaines ou animales, à l'abri de l'érosion et de l'eau sous toutes ses formes. Imperméable, stable, d'un entretien réduit, elle se compose d'une première couche en terre végétale engazonnée pour réduire l'érosion et renvoyer dans l'air 50 % de la pluie par évaporation du sol et transpiration des plantes. Dessous vient une barrière minérale constituée de schistes et de grès compactés qui empêche les intrusions animales. Une couche de sable assure le drainage des eaux pluviales qui auraient pu s'infiltrer et qui sont alors récupérées par des drains situés au-dessus de la membrane bitumineuse étanche. Enfin, une alternance de sable drainant, de matériaux compactés et un drain de collecte récupèrent les infiltrations anormales.

À ce titre, le CSM est une référence planétaire. «*L'Andra est reconnue pour son expertise unique et la qualité de ses démonstrations de sûreté à long terme, assure Albert Marchiol, géologue à l'Andra. Car nos centres de stockage vont rester en place plusieurs siècles, voire des millénaires pour les déchets hautement radioactifs ou à vie longue, comme le Centre industriel de stockage géologique, à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne. Nous le faisons par responsabilité envers les générations futures.* »

La couverture en Bfup viendrait compléter les nombreuses couches de matériaux servant à confiner les déchets.

Renforcement de la couverture

Comme toutes les installations nucléaires, la couverture est constamment inspectée à la loupe. Repères topographiques, prélèvements, mesures et contrôles visuels permettent de s'assurer de sa stabilité et de son imperméabilité. Tous les dix ans, le CSM remet à l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) un dossier de réexamen de sûreté afin de vérifier la conformité des installations et de procéder à une analyse globale. Sans entrer dans le détail des conclusions de l'ASNR, il s'avère que la couverture nécessite des améliorations pour renforcer sa robustesse et son étanchéité. « *Nous avons en effet constaté des glissements de talus en raison des fortes pentes ainsi que des infiltrations d'eaux pluviales en pied de talus* », explique A. Marchiol. Outre l'intention d'adoucir les pentes (43 % à 33 %), l'Andra a lancé un appel d'offre en 2022 pour mettre au point, sur les 7 ha de talus, un nouveau type de couverture stable, durable et étanche constitué de tuiles de grandes dimensions en béton fibré à ultra-hautes performances (Bfup). Un concept envisagé par l'Andra dès 2007. Lauréat de la consultation, le bureau d'études Lamoureux Ricciotti Ingénierie (LRING) s'est vu confier l'étude de faisabilité.

Encadrée par des experts reconnus, la réalisation des pièces a nécessité de nombreux essais dans l'atelier d'Innobéton. Ici, une tuile en cours de séchage.

Essai de collecte des eaux.

Des contraintes lourdes

« *L'Andra cherchait une solution pérenne répondant à de nombreuses contraintes, à commencer par la nécessité de n'utiliser qu'un seul et même matériau* », précise Guillaume Lamoureux. « *En outre, l'exiguïté du site impose des éléments aisément transportables et manipulables (5 m et 1 t maximum). À cela s'ajoutent les aléas climatiques : le dispositif doit assurer l'étanchéité et l'évacuation des eaux avec une phase de surveillance d'au moins 300 ans ; il doit justifier d'une stabilité en statique et sous séisme avec un aléa sismique calculé sur une période de retour de 30 000 ans. Il est également important que cette couverture en "subsurface" puisse encaisser des déformations de terrain liées à de possibles tassements dans le stockage et ce, malgré les huit couches qui les recouvrent. Enfin la couverture doit montrer une bonne résistance à la tornade sur la base de vents violents (tornade de classe EF2 sur l'échelle de Fujita : 200 km/h). Le Bfup est particulièrement adapté à cette problématique.* »

Chaque série de pièces en Bfup a été modélisée pour résister aux aléas sismiques, aux déformations de terrain et aux vents violents afin de garantir la stabilité et l'étanchéité de la couverture.

Conception et fabrication

Le marché consistait à concevoir et réaliser un nouveau type de couverture en Bfup avec la fabrication et la pose d'un démonstrateur échelle 1 de 100 m² sur le site. Pour ce faire, Vicat a fourni le Bfup, du Smart-up gris 2,5 % FM intégrant 197 kg/m³ de fibres d'acier de 14 mm de longueur. Quant à la fabrication des pièces, elle demande une expertise en termes de rhéologie, de fabrication des moules, de coulage, afin que l'ensemble du contenant soit rempli et que les fibres soient correctement orientées et réparties à l'intérieur du béton. L'Andra s'est appuyée sur François Toutlemonde, directeur du département Matériaux et structures de l'université Gustave-Eiffel, président de la commission de normalisation Afnor/P18B « bétons », tandis que LRING a fait appel à son fidèle partenaire Patrick Mazzacane, ex-directeur d'activité Bfup chez Bonna Sabla, et expert en fabrication. Après les études de faisabilité et de conception, les nombreux essais ont été réalisés dans l'atelier d'Innobéton à Montpellier.

Essais en atelier

« *Outre le fait de rationaliser le nombre de pièces en vue d'une production industrielle, les essais en atelier se présentaient sous forme de petits démonstrateurs mis à l'épreuve de conditions climatiques extrêmes* », rappelle Guillaume Lamoureux. « *C'est ainsi que nous avons réservé un souffle de 5 cm entre les tuiles pour éviter qu'elles ne s'entrechoquent lors d'un tremblement de terre. Pour la résistance aux vents violents, nous avons procédé à une modélisation en soufflerie numérique afin de déterminer les coefficients de pression sur la couverture. Pour éviter le soulèvement des tuiles et le glissement de l'ensemble sur le talus sous les effets d'une tornade, nous avons ancré les chéneaux méridiens avec des caissons remplis de lest.* »

Enfin, après de nombreux essais qui ont servi à vérifier l'emboîtement des mégatuiles, les articulations, les effets des tassements différentiels et l'étanchéité à l'eau, un démonstrateur de 100 m² a été mis en œuvre fin 2022.

Mis en place en 2022, le démonstrateur de 100 m² fait l'objet d'une surveillance soutenue.

Pose du démonstrateur

Le démonstrateur est installé à proximité du CSM sur un remblai dédié. Il se compose de plusieurs modules en Bfup : deux types de mégatuiles triangulaires (1 t, 2 m de côté, 4 cm d'épaisseur), un type de tuile de raccordement en haut du talus, des plots de pose crochetés aux deux types de chéneaux et deux types de caissons d'ancrage avec les crochets.

Trois ans plus tard, après avoir subi plusieurs tempêtes et des événements pluvieux significatifs, la capacité effective de protection et la durabilité du démonstrateur ont été évaluées lors d'une inspection de contrôle en avril 2026. « *Cette solution répond aux exigences de performance, de durabilité et de coût, d'autant que le retour d'expérience, riche en enseignements, va nous permettre d'optimiser la durabilité du dispositif* », assure A. Marchiol.

Reste la question de l'intégration paysagère. «*Les riverains et l'Andra sont habitués à cette butte enherbée. La visibilité de cette couverture peut être considérée comme le témoin de ce qui a été enterré. C'est un sujet dont nous allons discuter avec les habitants au cours d'une concertation publique prévue à l'automne 2026.* »

Au printemps 2026, deux solutions techniques sont encore en lice : une couche de béton bitumineux ou la couverture en mégatuiles. Les résultats d'études seront remis à l'ASNR à l'horizon 2027-2028 et le choix de la solution définitive se fera au premier semestre 2027. Si la couverture en mégatuiles est choisie, le volume de Bfup sera de l'ordre de 5 000 m³, ce qui en ferait l'un des plus gros chantiers jamais réalisés avec ce matériau. À suivre donc.

Reportage photo : © Andra - Albert Marchiol

Fiche technique

- **Maîtrise d'ouvrage :** Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
- **AMO :** François Toutlemonde, directeur du département Matériaux et structures de l'université Gustave-Eiffel, président de la commission de normalisation Afnor/P18B « bétons » ; AMO géotechnique : WSP
- **Maîtrise d'œuvre :** Lamoureux Ricciotti Ingénierie, Patrick Mazzacane
- **Fabrication :** Innobéton - Fournisseur de Bfup : Vicat.

Auteur

Delphine Desveaux

Retrouvez tout l'univers de la revue Construction Moderne sur constructionmoderne.com

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

Article imprimé le 24/11/2026 © ConstructionModerne