



CENTRALE NUCLÉAIRE DE GENTILLY-2

DU BÉTON ET DE L'ACIER POUR BLINDER ET SÉCURISER LES DÉCHETS RADIOACTIFS

La société d'État Hydro-Québec, propriétaire exploitant de la centrale nucléaire Gentilly-2 situé à Bécancour, a entrepris un processus de réfection de ses installations nucléaires. Pour assurer l'entreposage sécuritaire sur le site des résidus qui seront générés par la réfection de la centrale, Hydro-Québec a fait construire une nouvelle installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) ainsi que deux nouveaux modules CANSTOR. L'entrepreneur général, Les entreprises Claude Chagnon, a obtenu le mandat de la construction.

La centrale nucléaire Gentilly-2 a été mise en service en 1983. Sa réfection permettra de prolonger sa vie utile jusqu'en 2040. Parmi les aspects les plus importants du projet de réfection de la centrale figurent le retrait des grappes de combustible, le remplacement de composants du réacteur et des ordinateurs de contrôle ainsi que la modernisation du groupe turbo-alternateur et des ordinateurs de contrôle.

Le projet de réfection de la centrale a fait l'objet de nombreuses études techniques, économiques et environnementales. Il a reçu l'aval du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) et de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

UN SITE SOLIDE COMME DU ROC

Le site de la IGDRS a été soigneusement choisi. Le sol y a été excavé jusqu'au roc et un massif en béton compacté au rouleau (BCR) y a été bâti. Les enceintes de stockage des déchets radioactifs ne pouvaient pas être construites sur une structure géologique instable et malléable. Le BCR était le matériau le plus apte à répondre aux besoins de sol structurellement solide et imperméable en plus de pouvoir se mettre en place rapidement. Le massif de BCR variant de 3,3 à 6,5 mètres de hauteur selon la zone, a pour objectif d'obtenir une stabilité structurale maximale du sol en prévention de secousses sismiques.

Près de 72 000 mètres cubes de sol ont été retirés du site. Une mince couche de béton maigre de 20 MPa a été déposée sur le roc afin de combler les diverses dépressions de la surface du site. Les équipes des entreprises Claude Chagnon se sont relayées jour et nuit pour la mise en place du BCR.

Dans un tel massif de béton compacté au rouleau, il était important de choisir un ciment qui permet d'éviter la fissuration thermique. Le ciment ENERCEM exclusif à Ciment Québec et employé sur ce chantier a été conçu pour réduire la chaleur d'hydratation des ouvrages de masse.



RÉCIPIENDAIRE DU PRIX ARMATURA 2010

L'Institut d'acier d'armature du Québec a remis le Prix Armatura 2010 dans la catégorie génie civil au projet d'infrastructure pour le stockage de déchets radioactifs de la centrale nucléaire Gentilly-2.

Les enceintes de stockage, en particulier les unités de stockage à sec du combustible irradié dit CANSTOR, permettent d'entreposer de façon sécuritaire des résidus d'uranium à l'intérieur de cylindres métalliques installés au centre de coffrage blindé d'acier et de béton. Plusieurs conduits de ventilation en chicane traversent les parois afin d'évacuer la chaleur générée par les résidus. Lors de la réalisation, l'équipe de travail a rencontré plusieurs contraintes et exigences majeures. En effet, les tolérances de fabrication étaient inférieures à celles de l'industrie. Le processus d'inspection était des plus exigeant et le contrôle de qualité excessivement rigoureux. Le béton ne devait contenir aucune aspérité. Des coffrages en panneaux préfabriqués d'aluminium furent préconisés, car ils avaient plusieurs avantages, dont la réduction du temps de réalisation et la capacité de respecter les tolérances de rectitude d'alignement des surfaces. Pour éviter les fissurations éventuelles dans la structure, une quantité maximale d'armatures a été posée permettant ainsi de contrer le retrait tout en laissant l'espace suffisant au béton pour bien enrober les armatures. Les équipes de Groupe Astra coffrages et de Acier ATR ont travaillé avec audace et ont su relever ce défi en utilisant des méthodes de travail novatrices. ■

Conformément aux exigences réglementaires, les enceintes sont en béton armé d'une épaisseur suffisante pour assurer un blindage radiologique adéquat, pour résister aux séismes et pour offrir un stockage sécuritaire tout en occupant le moins d'espace possible au sol.

Pour élever rapidement un massif de BCR de cette envergure soit 43800 mètres cubes en 13 jours de production, deux usines mobiles de type Pugmill ont été nécessaires pour réaliser ce projet. « La mise en place s'est faite en continu par couches de 150 mm et de 300 mm d'épaisseur superposées. Des béliers mécaniques et des rouleaux compacteurs ont été utilisés pour mettre en place et compacter le massif », explique Claude Petitclerc, chargé de projet pour Les entreprises Claude Chagnon. À chaque couche, des joints ont été pratiqués avec une tranche et des feuilles de polyéthylène ont été insérées dans chacun des joints pour ne pas qu'ils se referment et collent au passage des camions et divers équipements.

La société d'ingénierie Dessau a proposé l'utilisation du BCR pour répondre aux exigences antisismiques du projet. Ce type de béton avait d'ailleurs été utilisé avec succès à la centrale nucléaire de Chalk River en Ontario. La formulation du mélange de béton compacté au rouleau fut élaborée par le laboratoire Qualitas, mandaté par l'entrepreneur, de manière à assurer l'optimisation granulaire du mélange et à fixer le dosage en eau et en ciment.

DES ENCEINTES DE STOCKAGE DES DÉCHETS NUCLÉAIRES

Sur le massif de BCR, plusieurs enceintes de stockage ont été construites ainsi que quatre voies de roulement et deux voies de transfert pour une grue-portique. Les enceintes construites sont cinq silos pour les déchets de retubage de haute activité, neuf enceintes de stockage des résines usées (ESRU), cinq enceintes de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité (EDFMA) et

deux unités de stockage à sec du combustible irradié (module CANSTOR). Les modules CANSTOR sont de loin les enceintes de stockage les plus complexes à construire.

La conception et les plans et devis des enceintes ont été réalisés par Énergie atomique du Canada limitée (EACL). L'expertise de l'EACL est reconnue mondialement, en particulier pour le développement et la construction des réacteurs CANDU comme celui que l'on exploite à Gentilly. La conception des unités de stockage est basée sur des critères de sécurité stricts qui tentent de réduire au maximum les risques radiologiques liés au transfert des déchets nucléaires, à leur entreposage, aux conditions climatiques, etc. Les enceintes ont été conçues pour durer 75 ans.

Conformément aux exigences réglementaires, les enceintes sont en béton armé d'une épaisseur suffisante pour assurer un blindage radiologique adéquat, pour résister aux séismes et pour offrir un stockage sécuritaire tout en occupant le moins d'espace possible au sol. Comme les enceintes se trouvent dans la zone protégée de Gentilly-2, la surveillance et l'inspection sont facilitées.

La construction des enceintes a exigé la mise en place d'un maximum d'acier d'armature et l'insertion de grands cylindres d'acier. La quantité impressionnante d'acier dans les structures ne devait pas compromettre la mise en place du béton. C'est pourquoi les formules de béton de ciment spécifiques à ce projet ont été mises au point par l'expert en béton, Jacques Beaulieu, ingénieur pour le Groupe Qualitas.



GENTILLY-2 ET LES GRANDS SOCIÉTAIRES DU NUCLÉAIRE AU CANADA

Il y a cinq centrales nucléaires au Canada : Bruce, Pickering et Darlington en Ontario, Gentilly au Québec et Pointe Lepreau au Nouveau-Brunswick. La centrale Gentilly-2 d'Hydro-Québec est d'une puissance installée de 675 MW. Elle fournit près de 5 TWh par année, soit environ 3 % de l'énergie du réseau d'Hydro-Québec. La centrale de Gentilly-2 est une installation fiable à la production constante. Elle contribue à la diversité des sources d'énergie et n'émet pas de gaz à effet de serre. De plus, elle représente un moteur important de l'économie régionale.

Hydro-Québec est titulaire d'un permis d'exploitant de centrale nucléaire pour Gentilly-2. Le permis est délivré par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) qui réglemente le secteur nucléaire au Canada. La CCSN a pour mandat de s'assurer de la sûreté, de préserver la santé et la sécurité des Canadiens, de protéger l'environnement et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

Hydro-Québec travaille de concert avec Énergie atomique du Canada Limitée (EACL) pour les travaux de conception et de mise à niveau de la centrale Gentilly-2. L'EACL est une société de la Couronne canadienne, responsable de la recherche, du développement et de la commercialisation de la technologie nucléaire civile canadienne. L'entreprise emploie plus de 5000 experts en nucléaire au Canada et est surtout connue pour avoir conçu et mis au point le réacteur CANDU ainsi que d'autres produits et services énergétiques de pointe.

Hydro-Québec possède plus de 30 ans d'expérience en gestion et manutention sécuritaire de matières radioactives à Gentilly. Le concept des installations de stockage des déchets radioactifs de Gentilly-2 a déjà fait ses preuves dans l'industrie nucléaire canadienne.

Sur place, l'usine mobile de béton prêt à l'emploi a produit 12 000 mètres/cube de béton pour la construction de toutes les enceintes. Le béton, principalement d'une résistance à la compression de 35 MPa, est composé de ciment ENERCEM.

« Les modalités de construction des enceintes sont hors du commun. Tout est pensé pour résister à des tremblements de terre. Pour chacune des enceintes, on a d'abord construit une sous-base sur le massif de BCR, puis une base et finalement le module de stockage. La sous-base et la base sont indépendantes l'une de l'autre. Seule une charnière en béton permet de les emboîter l'une dans l'autre. Une feuille de polyéthylène est placée entre la sous-base et la base pour s'assurer que les deux éléments en béton ne collent pas ensemble. Cette méthode permet aux deux structures de bouger légèrement l'une sur l'autre lors d'un séisme tout en restant dans leur axe. On évite ainsi les bris potentiels d'une structure trop rigide lors d'une secousse sismique », ajoute Claude Petitclerc.

Les aires de stockage des déchets radioactifs de Gentilly-2 comportent plusieurs dispositifs de

surveillance destinés à s'assurer en tout temps de l'étanchéité des enceintes et à vérifier l'activité radiologique des déchets. À titre d'exemple :

- le fond de chaque enceinte est muni d'un canal destiné à recueillir l'eau d'infiltration ou de condensation, ou toute fuite provenant des déchets. Ce canal, le cas échéant, permet de procéder à l'échantillonnage des eaux et s'il y a lieu, à la vidange ;
- la surface des aires de stockage est imperméable et régulièrement inspectée ;
- l'IGDRS et l'aire de stockage à sec du combustible irradié sont situées à l'intérieur de la digue de protection contre les inondations.

Les installations de gestion des déchets radioactifs sont inspectées périodiquement par Hydro-Québec qui produit un rapport trimestriel à l'intention de la CCSN. Des inspections sont également faites par des représentants de la Commission canadienne de sûreté nucléaire, par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) et par Environnement Canada. 🚧