

RÉSUMÉ

Titre: Examen du programme de recherche de la SGDN sur la corrosion du cuivre

Rapport n° : NWMO-TR-2016-11

Auteurs : John R. Scully¹, Damien Féron², Hannu Hänninen³

Société : ¹Université de la Virginie, États-Unis

²CEA, France

³Université Aalto, Finlande

Date : Août 2016

Résumé

En 2011, la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) a entrepris de modifier la conception du système de stockage à long terme de son dépôt géologique en profondeur (DGP). Outre les changements importants apportés à la méthode de mise en place du combustible et au système tampon à base d'argile, un des principaux changements concerne l'adoption d'un conteneur de combustible irradié (CCI) revêtu de cuivre. En appui à la conception de ce récipient, la SGDN a entrepris une série de programmes de recherche sur la corrosion du cuivre, en complément des années de recherche menées sur le cuivre pour son utilisation dans les DGP. Comme ces travaux antérieurs ont en grande partie été examinés [Scully et Edwards, 2013], le présent examen a porté sur les programmes actifs se rapportant à la corrosion du cuivre ainsi que sur les incidences possibles des mécanismes de corrosion sur le CCI revêtu de cuivre. Le comité examinateur a conclu que la SGDN avait mis sur pied une équipe de recherche bien intégrée, d'envergure mondiale, pour mener ces travaux en collaboration avec des établissements d'enseignement, des consultants industriels et des organisations étrangères. L'effort de recherche est considérable et peut se résumer ainsi :

- Les programmes ont été bien conçus pour répondre aux exigences spécifiques des CCI revêtus de cuivre en prévision de l'obtention d'un permis pour un tel conteneur. Les efforts et le financement doivent se poursuivre dans la même veine pour couvrir les sujets déjà abordés : la corrosion anoxique du cuivre; la corrosion radiolytique du cuivre, le revêtement du cuivre et la corrosion du cuivre battu; et la corrosion localisée du cuivre. Les améliorations au programme de recherche proposées par le comité examinateur concerneraient les catégories suivantes.
- En plus de soutenir l'utilisation de revêtements de cuivre, les programmes fournissent des données importantes sur l'utilisation du cuivre en général comme matériau dans un DGP en vue d'une future demande de permis. Les partenariats établis actuellement avec des organisations étrangères responsables de la gestion des déchets nucléaires ont permis de constituer une base de connaissances mutuellement profitable qui continuera de renforcer la confiance de la SGDN sur cette question.
- La SGDN s'est donnée une marche à suivre claire concernant la recherche qu'elle poursuivra sur la corrosion du cuivre alors qu'elle procédera à la sélection d'un

site et sur la chimie propre au site qui se développera dans le futur. La conclusion fructueuse des programmes de recherche existants sur la corrosion combinée aux futurs programmes qui incorporent les données propres aux sites sont susceptibles de soutenir des prédictions de durée de vie à très long terme pour les CCI (c.-à-d. 100 000 ans), pourvu que les hypothèses à l'appui se rapportant à la géochimie, à l'environnement, à l'efficacité de l'argile de bentonite ainsi qu'à la fabrication des conteneurs et de la bentonite puissent être validées.

Des renseignements ont également été obtenus de travaux menés en parallèle sur les processus microbiens touchant les DGP, mais ceux-ci ne faisaient pas partie du cadre du présent examen. Néanmoins, le comité n'a pu établir de manière certaine si les programmes de la SGDN sur l'activité microbienne et la corrosion étaient bien intégrés et s'ils se complétaient.

L'examen a également porté sur les incertitudes liées à la corrosion à long terme du cuivre et une série de recommandations ont été formulées concernant les travaux futurs qui devraient être menés dans ce domaine. Suivant les catégories énoncées plus haut, voici les orientations de recherche proposées :

- les études sur la corrosion anoxique du cuivre devraient viser à cerner la source et la base technique de l'hydrogène observé pendant les expériences menées en eau pure et en saumure. De plus, l'effet du sulfure comme catalyseur de la corrosion anoxique devrait être évalué de manière spécifique;
- les programmes sur la corrosion radiolytique du cuivre doivent faire l'objet d'un effort supplémentaire pour que soient intégrés les résultats expérimentaux qui permettent de mieux comprendre les mécanismes, etc., en résultats appliqués, par exemple évaluer les méthodes d'analyse des processus qui contribuent à la compréhension des fondements permettant d'estimer le taux de corrosion admissible;
- les études sur le revêtement de cuivre devraient viser à assurer une caractérisation continue des échantillons, qui tient compte des processus de fabrication choisis et du comportement à la corrosion résultant à mesure que la SGDN achève de mettre au point sa méthode de fabrication. La base technique se rapportant à toute différence dans le comportement à la corrosion entre le cuivre déposé par électrolyse et le cuivre battu devra être comprise; cela comprend la corrosion induite par le sulfure, la corrosion radiolytique et les modes anoxiques (c.-à-d., tout ce qui contribue au calcul de la corrosion admissible).
- les recherches sur la corrosion localisée devraient continuer de préciser les différences qui existent entre les conditions actives et passives pour empêcher la corrosion par piqûres. Le comité examinateur incite la SGDN à mener des essais à long terme.

Une autre recommandation a été déduite de cet examen :

- Le programme sur la corrosion interne devrait comprendre des études spécifiques sur l'hydrogène qui se crée à l'intérieur d'un conteneur de combustible irradié et sur son devenir (c.-à-d., les sources et les aboutissements).

Concernant les programmes connexes sur l'activité microbienne non évalués dans le cadre de cet examen, le comité examinateur recommande à la SGDN de faire réaliser un futur examen par des pairs qui aurait comme objectifs spécifiques l'évaluation de ces programmes et leur intégration avec les programmes sur la corrosion.