



Grands Prix du Génie-Conseil Québécois 2022

Géotechnique et ingénierie des matériaux

RAYONS GAMMA SPECTRAUX – CENDRES VOLCANIQUES K-BENTONITE

TABLE DES MATIÈRES

Innovation	3
Mise en contexte	3
Sortir du cadre	3
Complexité	5
Bénéfices sociaux et/ou économiques	6
Bénéfices pour l'environnement	7
Satisfaction des besoins du client	8
Présentation de la firme	10



INNOVATION

MISE EN CONTEXTE

Le projet de réhabilitation de l'édifice du Centre du parlement canadien représente une occasion unique et sans précédent de préserver et de rénover l'une des propriétés les plus emblématiques du Canada. En fait, il s'agit du plus grand et du plus complexe projet de restauration de patrimoine entrepris dans l'histoire du Canada. C'est CENTRUS, une coentreprise WSP-HOK, qui a obtenu le mandat de diriger la conception du projet.

L'une des clés de la réussite est la compréhension géotechnique et géologique du massif rocheux sous l'édifice. En effet, les projets de travaux de génie civil en milieu urbain qui impliquent la construction de tunnels et des excavations profondes dans le socle rocheux sont parmi ceux pour lesquels les risques liés à la construction sont les plus élevés. Ces risques sont principalement dus à la difficulté de caractériser l'état de fracturation des roches et d'anticiper leur comportement à court et à long terme.

SORTIR DU CADRE

Les travaux pour le projet en cours ont donc nécessité l'intervention d'une expertise variée afin de produire un modèle 3D stratigraphique et géo-structural détaillé des formations rocheuses. Cet outil préliminaire très important sert à guider les analyses géotechniques et les travaux de conception, en plus de contribuer à l'optimisation de la conception et à l'atténuation des risques de construction.

Pour mener à bien cette étape du projet, une approche technologique utilisée habituellement à d'autres fins a été développée et adaptée par WSP pour la détection des enjeux géologiques (aux fins de construction) inhérent à la présence de couches de cendres volcaniques (appelées K-bentonites). Ces dépôts de cendres volcaniques d'épaisseurs variables, altérées en minéraux argileux, ont été générées par un événement volcanique datant d'environ 450 millions d'années.

Au fil du temps, sur l'Île de Montréal uniquement, ces couches de cendres argileuses particulières (plus perméables, moins résistantes, et avec un signal gamma distinct) ont été à l'origine d'au moins cinq accidents majeurs impliquant des tunneliers, forçant ainsi l'arrêt des travaux pour plusieurs mois. Nous savons que ces couches servent de soutien au socle rocheux sur lequel reposent de nombreux grands centres urbains entre Kingston en Ontario et Québec. Leur détection et leur dénombrement devenaient donc essentiels pour réduire les risques de construction.

Grâce à l'approche novatrice utilisée par WSP, quatre couches de K-Bentonite ont été ainsi repérées dans le socle rocheux sous l'édifice du centre ainsi qu'une faille sub-v verticale majeure. Ces structures continues ainsi que leurs orientations et déplacements ont été confirmés lors des travaux d'excavation sous les murs nord et sud. Cette découverte est d'autant plus importante qu'il faut s'assurer de limiter au strict minimum les mouvements des structures étant donné que l'édifice se trouve dans une zone sismique active et devra en outre faire l'objet de travaux de mise à niveau pour être conforme aux normes sismiques mondiales.



BÉNÉFICES SOCIAUX ET/OU ÉCONOMIQUES

Depuis l'ouverture de l'édifice du Centre en 1920, seules des réparations mineures ont été effectuées sur ce bâtiment canadien historique. Des changements importants devront se faire pour sécuriser l'édifice, entre autres par l'utilisation de la technologie d'isolation des fondations pour s'assurer que l'édifice central et la tour de la Paix puissent respecter le code du bâtiment pour résister à un tremblement de terre de magnitude 6.0. La découverte de structures telles que les lits de cendres perméables et les systèmes de failles majeures permet de mieux planifier les travaux de stabilisation et de sécurisation à court et à long terme.

En contribuant à une meilleure connaissance du socle rocheux, le projet permet ainsi de mieux anticiper les mouvements au sol de l'édifice et d'assurer la protection de ce bijoux historique et architectural. Cette connaissance permet aussi de préserver les vestiges de notre histoire, y compris l'histoire autochtone. Plus de 20 000 biens patrimoniaux doivent être restaurés avec soin dans le cadre de ce projet.

L'identification avec précision de l'orientation et du pendage des structures telles que les lits de K-Bentonite et les failles sous l'empreinte du bâtiment a permis aux concepteurs d'adapter les méthodes de construction et de prévoir les mesures de mitigation nécessaires durant les travaux.

À la fin, l'édifice du Centre restauré sera plus accessible et plus sécuritaire pour le public.



BÉNÉFICES POUR L'ENVIRONNEMENT

La méthode utilisée avec succès dans le cadre des travaux de réhabilitation de l'édifice du Centre de la Colline du Parlement à Ottawa est exportable vers de nombreuses autres applications dans l'industrie. Les couches de cendres volcaniques K-Bentonite étant des couches perméables, elles peuvent faire circuler non seulement de l'eau mais des contaminants. Leurs continuités et leurs persistances peuvent être la cause de grands panaches de contaminants et, combinées à des structures sub-verticales, ces contaminants peuvent s'infiltrer en profondeur vers la nappe phréatique.

Ainsi, la modélisation 3D de ces couches de cendres permet, entre autres, une plus grande connaissance des vecteurs de transports en cas de déversement de contaminants, une modélisation de l'ampleur que peut prendre un panache de contaminants au sein d'un massif rocheux ainsi que la distance et la profondeur que ce dernier peut parcourir. Le tout contribue à une meilleure prévention, en cas de déversements d'hydrocarbures, par exemple.

De plus, la connaissance approfondie de ces couches peut guider les équipes vers le meilleur mode à adopter pour protéger davantage la nappe phréatique et les bonnes précautions à prendre lors de la construction d'ouvrages sensibles de stockage de divers contaminants liquides et/ou des résidus. En bref, la modélisation hydrogéologique au moyen de l'outil K-Bentonite offre un outil supplémentaire afin de protéger une de nos plus grandes ressources, soit l'eau.

L'identification de ces couches de cendres permet de choisir avec soin les endroits où construire des ouvrages sensibles aux déversements de contaminants ou le choix du tracé d'un pipeline par exemple.



SATISFACTION DES BESOINS DU CLIENT

Les besoins du client étaient principalement la connaissance détaillée du socle rocheux sous l'édifice du Centre sur la Colline du Parlement dans le cadre des grands travaux de réhabilitation. Le but ultime était de produire un modèle structural 3D dédié à la réponse sismique du massif rocheux qui servirait à une meilleure optimisation de la conception.

À la grande satisfaction du client, cette étude a permis la découverte de quatre horizons perméables de cendres volcaniques de K-bentonite qui ont été confirmés par diagraphie de rayonnement gamma, par relevés de géocamera, par essais chimiques sur des échantillons de roc et lors de la description structurale du roc.

Ces informations géologiques et géotechniques ont contribué d'une manière significative à diminuer le niveau de risque durant cette phase de construction. Ceci a permis d'orienter les travaux de stabilisation qui nécessitent des mouvements de déplacement très minimes du socle rocheux qui abritera des travaux assez complexes de préservation du patrimoine, en plus d'éviter des délais et des coûts supplémentaires.

À la suite du succès de cette nouvelle façon de penser la stratigraphie sous l'emprise de l'édifice du Centre, le client a désiré élargir le mandat et explorer d'autres secteurs des travaux afin de minimiser les risques d'instabilités structurales à l'ensemble des zones des travaux.

ANNEXE A.1
PRÉSENTATION DE LA FIRME

PRÉSENTATION DE LA FIRME

En tant que l'une des principales firmes de services professionnels au monde et un fleuron québécois avec son siège social dans la province, WSP fournit des services de consultation stratégique, d'ingénierie et de conception à des clients de différents secteurs : transport et infrastructures, sciences de la terre et de l'environnement, bâtiment, énergie et finalement, ressources et industries. Notre bassin d'expertise regroupe des ingénieurs, des conseillers, des techniciens, des scientifiques, des architectes, des planificateurs, ainsi que des spécialistes de l'environnement, des spécialistes de la conception, de la gestion de programmes et de projets de construction qui déploient des efforts notables pour attirer, développer et retenir de la main-d'œuvre renommée. Notre agilité régionale et internationale réside dans notre habileté à nous adapter à la culture de nos clients, aux marchés locaux et à notre environnement de travail, en mettant de l'avant la collaboration, la diversité et l'inclusion.

Nous sommes la combinaison de notre passion, de notre vision et de notre expertise.

Nous réalisons des projets durables et d'une qualité de mention, partout où nos clients se trouvent, en étant focalisés sur la création de solutions innovatrices pour répondre aux défis potentiels que le futur amènera. Cela nous inspire à être curieux et à agir localement, tout en pensant globalement. Nous sommes WSP.

