

MISE À JOUR

**SOMMAIRE DU RAPPORT SUR LES
RISQUES SISMIQUES
À LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE
POINT LEPREAU**

AVRIL 2016

SOMMAIRE DU RAPPORT DE SITUATION

SUR LES RISQUES SISMIQUES

À LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE POINT LEPREAU

La méthodologie employée pour évaluer la réponse d'une centrale nucléaire en cas de séisme a évolué au fil du temps.

Les événements externes et le risque sismique demeureront parmi les grandes priorités en matière de sécurité pour la centrale nucléaire de Point Lepreau.

La conception sismique de la centrale nucléaire de Point Lepreau est très solide. Elle a été conçue en fonction du type d'accélération du sol susceptible d'être produite par un séisme dont la fréquence de retour est d'environ une fois tous les mille ans. Avec le temps, Énergie NB en est venue à comprendre de plus en plus précisément la manière dont la centrale répond aux événements hors dimensionnement, ce qui l'a amenée à apporter d'autres améliorations à ce chapitre.

La centrale nucléaire de Point Lepreau a donc été exploitée de manière sécuritaire jusqu'au moment de sa remise à neuf. Les activités réalisées pendant l'arrêt prévu pour sa remise à neuf ainsi que d'autres améliorations apportées en réponse au plan d'action de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) sur les leçons tirées de l'accident nucléaire de Fukushima ont permis d'en accroître davantage la sécurité.

Pour faciliter les travaux de prolongation de la durée de vie réalisés pendant la planification du projet de remise à neuf, Énergie NB a entrepris des études sur la réponse de la centrale à des événements dépassant de loin ceux qui avaient été pris en compte à sa conception initiale.

En ce qui concerne les événements sismiques de forte magnitude potentiels, une évaluation de la marge sismique reposant sur l'étude probabiliste de la sûreté (EPS) a été réalisée. Cette évaluation porte sur la robustesse de la centrale et permet de cerner les aspects pouvant être améliorés afin d'accroître la probabilité d'éviter les dommages au cœur et d'importants rejets radioactifs à l'extérieur du confinement advenant un très rare séisme de forte magnitude. Les connaissances issues de l'étude ont permis de réaliser de nombreuses améliorations aux mesures de protection parasismiques de la centrale pendant son arrêt aux fins de la remise à neuf.

L'accident survenu à la centrale de Fukushima Daiichi en mars 2011 a amené l'industrie nucléaire à perfectionner la méthode par laquelle elle évaluait les événements externes et, plus particulièrement, les événements sismiques. Une évaluation de la marge sismique ne porte pas précisément sur le risque, et c'est pourquoi Énergie NB a effectué une évaluation préliminaire afin de mieux comprendre l'ordre de grandeur approximatif du risque sismique auquel elle était alors exposée.

D'après les indications de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), tant la médiane que la moyenne peuvent être utilisées comme valeur centrale, le but étant en fait de présenter le risque à titre de meilleure valeur estimée. La courbe des risques sismiques dont disposait alors Énergie NB était fondée sur des données médianes; par conséquent, c'est la méthode de la valeur médiane qui a été retenue. Énergie NB a fait examiner l'estimation et les calculs des risques par un expert en séismes.

Dans sa décision concernant le renouvellement du permis en 2012, la CCSN a demandé à Énergie NB d'avoir une évaluation à jour du risque sismique propre au site et de rendre les résultats publics. La notion de « risque » telle qu'on l'entend ici diffère quelque peu de son acceptation courante, car l'évaluation du risque dont il est question aux présentes porte sur la probabilité que des séismes de diverses magnitudes se produisent, tandis que la détermination des risques en général est une évaluation de l'incidence ou des conséquences potentielles que les séismes peuvent avoir sur la centrale.

Un sommaire des résultats de l'étude exhaustive de l'évaluation du risque a été rendu public en décembre 2014, et il a été soumis parallèlement à l'examen d'un expert tiers. Cette étude devait jeter les fondements d'une évaluation du risque plus détaillée; ainsi, des courbes du risque ont été présentées pour les valeurs médiane et moyenne et pour d'autres centiles. L'étude identifie les éléments suivants :

Base de conception - lorsque l'on compare le risque à une période de retour de 1000 ans à notre conception, les spectres de réponse ont été significativement plus bas que les spectres de conception à des fréquences inférieures à 10 Hz. Cela veut dire que c'est intégré à la conception existante, ce qui indique que les marges de conception ont augmenté dans la zone d'intérêt pour la base de conception. Les spectres de conception ont cependant été légèrement dépassés à des fréquences plus élevées. Fondé sur les connaissances de l'industrie, les aspects de haute fréquence d'un tremblement de terre n'endommagera pas les structures et l'équipement de la centrale car leurs fréquences naturelles sont plus faibles, ayant tendance à être dans la gamme de 2-8 Hz et 10/01 Hz. Énergie NB s'est également engagée à effectuer un suivi et de produire un rapport sur les résultats du programme de la « Electric Power Research Institute » pour une recherche approfondie sur les effets des hautes fréquences. Ces éléments sont discutés dans la section quatre ci-dessous.

Base de conception hors dimensionnement - Bien que l'évaluation des risques a démontré que la magnitude des séismes pour les tremblements de terre plus fréquents qui pourraient se produire au cours de la durée de vie de la centrale est plus faible que prévu les magnitudes des séismes très rares qui sont peu susceptibles de se produire au cours de la durée de la vie de la centrale sont plus élevées que ce qui avait été considéré dans le passé. Afin d'évaluer cette observation, une évaluation du risque sismique intermédiaire utilisant une méthodologie similaire qui a été utilisée dans l'industrie nucléaire canadienne, a également été comprise dans l'affichage de décembre 2014. L'estimation du risque sismique intérimaire a remplacé l'évaluation préliminaire du risque sismique en 2011 et puisque la courbe de risque moyen qui

était disponible à ce moment, elle a été utilisée dans le rapport d'évaluation sismique intérimaire. Les résultats provisoires ont démontré que le risque à la centrale en raison d'événements sismiques était suffisamment faible. Pour une réassurance accrue, Énergie NB a indiqué dans l'affichage de 2014, qu'elle allait effectuer une EPS sismique complète.

Les experts tiers ont ensuite parachevé leur examen de l'évaluation du risque sismique de la centrale nucléaire de Point Lepreau, qui a donné lieu à une légère réduction du risque global déclaré en 2014, et la version définitive de l'évaluation du risque a été présentée à la Commission canadienne de sûreté nucléaire à la fin de juin 2015. L'examen des experts en séismes à Ressources naturelles Canada est complété. La CCSN a accepté l'évaluation des risques sismiques pour son utilisation à PLNGS.

En conséquence de la réduction évaluée du risque sismique définitif, les conclusions figurant au rapport de décembre 2014 selon lesquelles le dossier de sûreté pour la centrale de Point Lepreau est toujours solide et la centrale est exploitée en toute sûreté demeurent valides, compte tenu de notre connaissance actuelle des risques de séisme éventuel.

En écho à la tendance de l'industrie consistant à affiner continuellement le risque potentiel lié aux événements sismiques et à mieux comprendre toute vulnérabilité potentielle des centrales, Énergie NB a entrepris d'effectuer une étude probabiliste de la sûreté (EPS) sismique. À cette fin, les courbes de risque sismique complètes et actualisées ont été employées, ce qui a permis de recourir aux courbes du risque moyen, qui conviennent bien à ce type d'analyse d'après les indications les plus récentes de l'industrie nucléaire. Si ce nouveau travail identifie des vulnérabilités potentielles pour résister à des événements sismiques à la centrale qui pourraient remettre en question nos objectifs de sécurité, ces vulnérabilités seront abordées afin de s'assurer que le dossier de sûreté soit solide.

Rapport de situation sur les travaux relatifs au risque sismique

Dans son rapport de décembre 2014, Énergie NB présentait les mesures suivantes, dans un esprit d'amélioration continue, prévues pour l'avenir :

1. Faire examiner par un tiers la version provisoire de l'évaluation du risque sismique propre au site et publier le rapport.

L'examen par un tiers de l'évaluation du risque sismique a été réalisé et son rapport a été soumis à la Commission canadienne de sûreté nucléaire. Les résultats numériques dans les tableaux 1 et 2 et dans les figures 1 et 2, les courbes de risque pour l'accélération maximale du sol et une comparaison avec des travaux antérieurs sont fournis à la fin du présent sommaire.

2. Mettre à jour la méthode de l'évaluation de la marge sismique reposant sur l'EPS compte tenu des nouvelles données sur les risques sismiques.

Les travaux sont en cours sur cette mesure. Une mise à jour de l'évaluation de la marge sismique reposant sur l'EPS devrait avoir été effectuée d'ici la fin de 2016.

3. Continuer d'améliorer les estimations de la capacité sismique des structures et du matériel.

La force dont disposent les différentes pièces de matériel et structures pour résister à un séisme est établie d'après une estimation de leur capacité parasismique. Au fur et à mesure qu'avançaient les travaux pour connaître les implications de l'évaluation du risque sismique actualisée, les experts externes d'Énergie NB réalisaient de leur côté une analyse de la réponse sismique du site et amélioraient les estimations de la capacité parasismique de certaines pièces de matériel et structures.

Lors d'une analyse de la réponse sismique d'un site, on fait remonter les vibrations d'un séisme attendu dans les diverses couches de roc et de sol afin de déterminer à quoi les fondations des principaux bâtiments seraient soumises, compte tenu de l'interaction entre le sol et la structure. Comme les objectifs de l'EPS sismique sont de produire des estimations du risque pour un séisme d'une magnitude susceptible de se produire selon une période de retour d'environ 10 000 ans, seule la vibration prévue d'un séisme de ce genre a été propagée vers le haut.

À partir de la réponse sismique établie pour les fondations, les vibrations sismiques ont été portées vers les principaux bâtiments liés à la sécurité pour savoir ce qui se passera dans les planchers à diverses élévations au-dessus du niveau du sol. Pour ces bâtiments, un modèle détaillé en trois dimensions et une analyse de la réponse structurale ont été utilisés en vue d'obtenir des résultats significatifs, résultats qui ont ensuite servi à affiner les calculs quant à la façon dont les structures et le matériel solides résisteront aux séismes.

4. Suivre le programme sur les fréquences élevées de l'Electric Power Research Institute.

De temps à autre, de nouvelles évaluations du risque sismique des centrales nucléaires sont réalisées un peu partout dans le monde. Il est parfois arrivé que l'information actualisée indique, d'après l'évaluation, un risque sismique supérieur à ce qui avait été interprété auparavant pour certaines gammes de fréquences, surtout pour les fréquences élevées. L'Electric Power Research Institute a donc mis au point et fourni des indications à l'industrie nucléaire quant aux capacités parasismiques de divers composants courants de commande des centrales nucléaires. En règle générale, il a été montré par ces travaux que les segments à fréquence élevée des séismes ne suscitent pas de préoccupations pour le matériel des centrales nucléaires.

Énergie NB a continué de suivre le programme sur les fréquences élevées de l'Electric Power Research Institute. Les résultats du programme d'essais et des indications quant à l'application de ces résultats relativement à des analyses des effets potentiels des fréquences élevées pour une centrale donnée ont été fournis à nos experts contractuels

pour que l'EPS sismique soit faite en fonction des données et des indications les plus récentes de l'industrie.

5. *Mettre au point une méthode exhaustive d'EPS sismique qui cadre avec les pratiques de l'industrie.*

La méthode d'EPS sismique cadrant avec les plus récentes pratiques exemplaires et indications de l'industrie a été parachevée et communiquée à la Commission canadienne de sûreté nucléaire en août 2015.

6. *Effectuer une EPS sismique complète.*

La réalisation de l'EPS sismique complète est en cours. Tous les contrats avec les experts responsables des travaux ont été conclus. Énergie NB tient la Commission canadienne de sûreté nucléaire au courant des progrès accomplis, et l'EPS sismique lui sera soumise une fois terminée, ce qui, d'après l'état actuel de la situation, devrait se produire à l'été 2016.

7. *Mettre à jour l'évaluation des conséquences externes des risques sismiques cumulés afin de confirmer l'absence de répercussions sur le risque pour la santé publique.*

Comme mentionné lors de notre dernière publication, Énergie NB a dépassé les exigences de l'étude probabiliste de la sûreté de la Commission canadienne de sûreté nucléaire en passant à l'étape suivante et en évaluant les conséquences potentielles externes d'un rarissime accident grave. Cette évaluation portait sur le risque pour le public dans l'éventualité très peu probable d'un accident grave qui dégénère en un important rejet radioactif. L'évaluation a révélé que le risque pour la santé publique était assez faible. En guise d'EPS sismique exhaustive, pour le moment, Énergie NB a mandaté des experts pour qu'ils forment une opinion ou un jugement quant aux répercussions des risques sismiques cumulés sur la santé publique. Nos experts ont indiqué qu'aucune répercussion importante n'est à prévoir. Cependant, en vue de faire preuve de diligence raisonnable, Énergie NB a inclus dans la portée globale des travaux une mise à jour de l'évaluation des conséquences externes afin de s'assurer que les résultats de l'EPS sismique définitive sont pleinement pris en compte dans le calcul du risque pour la santé publique.

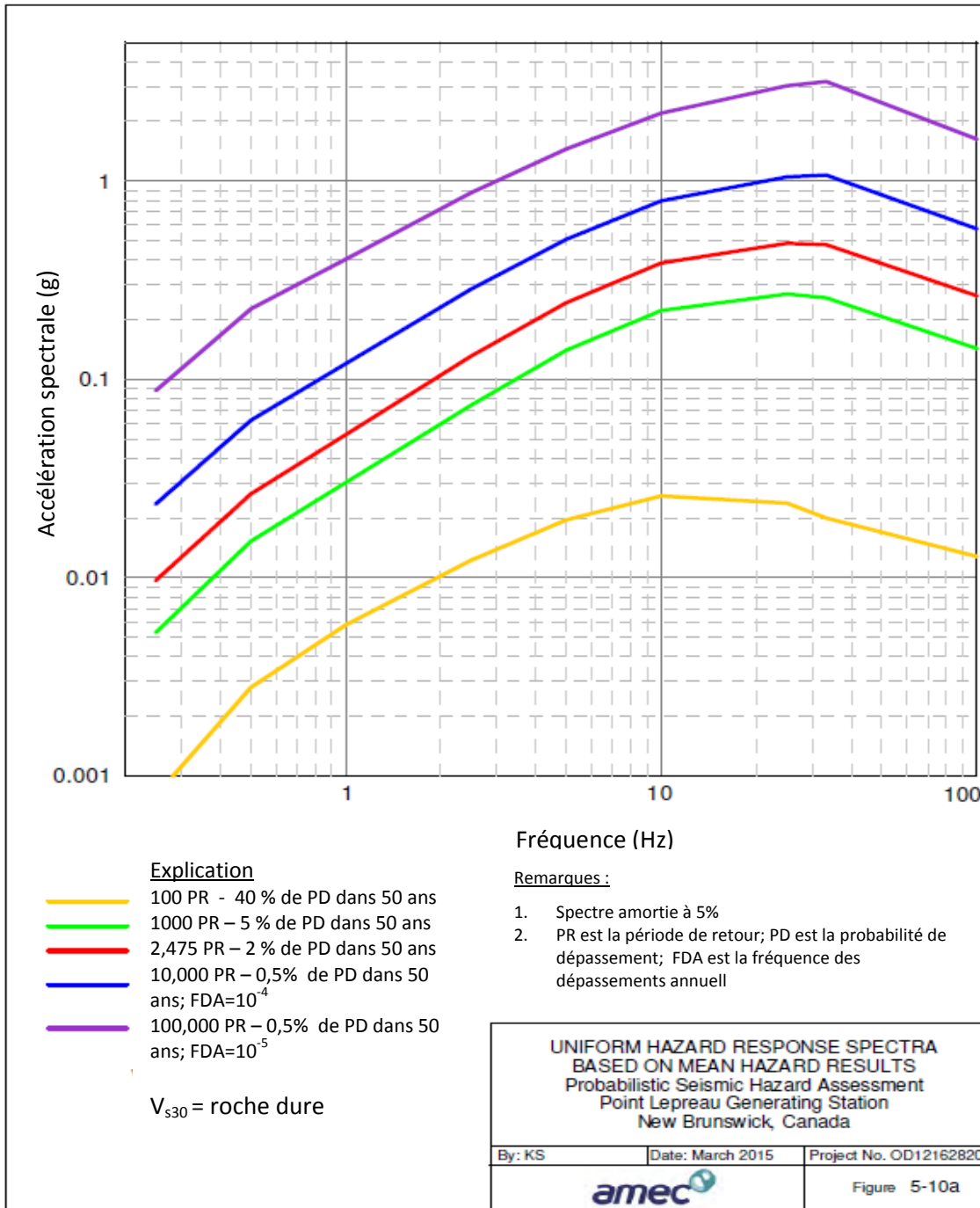
La plus haute priorité de l'industrie est la sécurité du public et de nos travailleurs. L'évaluation technique des derniers résultats de l'évaluation du risque sismique propre au site démontre la capacité de la centrale de résister à de très rares séismes de forte magnitude. La centrale nucléaire de Point Lepreau est excessivement sécuritaire. L'exploitation quotidienne répond aux normes de sûreté les plus élevées de l'industrie nucléaire et satisfait aux exigences rigoureuses en matière de sécurité de l'organisme de réglementation national. D'après notre compréhension actuelle du risque sismique pour la région de Point Lepreau, aucune difficulté tangible ne se présente quant à l'arrêt en toute sécurité de la centrale et à la protection de nos travailleurs et du public.

Résultats de l'évaluation du risque sismique – TABLEAU 1

Spectres de réponse horizontaux des risques uniformes
Centrale de Point Lepreau
Nouveau-Brunswick, Canada

Fréquence spectrale (Hz)	Accélération spectrale (g) avec 5 % d'affaiblissement pour la période de retour				
	475	1,000	2,475	10,000	100,000
Risque moyen					
100	0.078	0.143	0.204	0.575	1.628
40	0.140	0.258	0.479	1.073	3.175
25	0.151	0.270	0.486	1.048	3.024
10	0.129	0.223	0.387	0.796	2.205
5	0.083	0.141	0.244	0.508	1.452
2.5	0.044	0.074	0.131	0.286	0.876
1	0.019	0.030	0.053	0.120	0.403
0.5	0.010	0.015	0.027	0.062	0.227
0.25	0.003	0.005	0.010	0.024	0.088
Risque dans le 50 ^e centile					
100	0.052	0.088	0.157	0.343	0.982
40	0.096	0.171	0.310	0.675	1.946
25	0.107	0.185	0.322	0.677	1.862
10	0.094	0.157	0.263	0.527	1.366
5	0.064	0.103	0.171	0.336	0.861
2.5	0.035	0.056	0.092	0.182	0.474
1	0.015	0.023	0.038	0.073	0.191
0.5	0.007	0.011	0.018	0.035	0.089
0.25	0.002	0.004	0.007	0.013	0.037
Risque dans le 84 ^e centile					
100	0.127	0.212	0.362	0.747	1.921
40	0.229	0.387	0.685	1.438	3.727
25	0.241	0.400	0.677	1.388	3.520
10	0.199	0.321	0.527	1.032	2.543
5	0.126	0.203	0.332	0.652	1.671
2.5	0.067	0.107	0.182	0.373	1.009
1	0.027	0.042	0.072	0.154	0.446
0.5	0.014	0.022	0.037	0.079	0.232
0.25	0.005	0.008	0.014	0.031	0.092

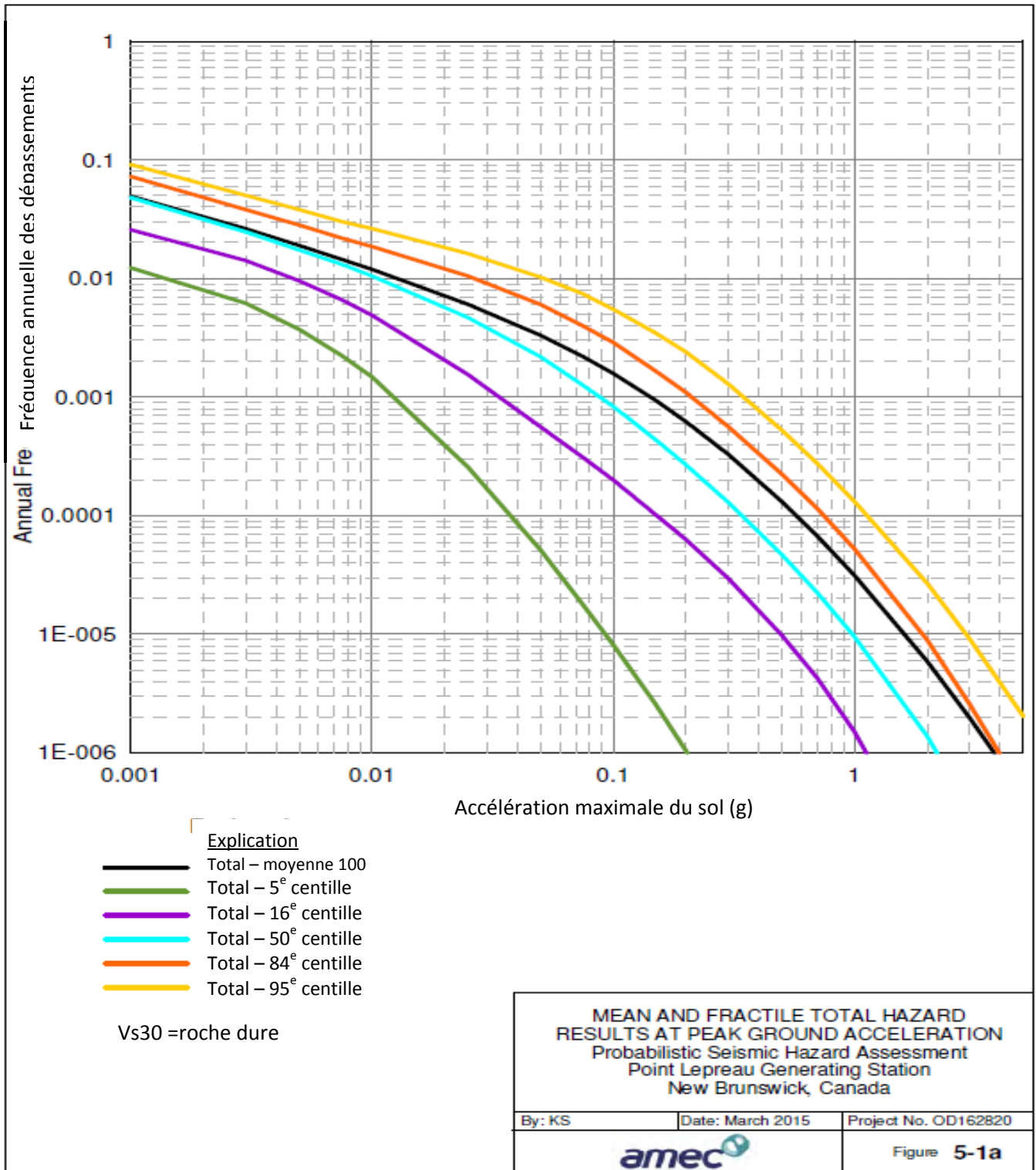
Résultats de l'évaluation du risque sismique – FIGURE 1
SPECTRE DE RÉPONSE DE DANGER UNIFORME D'APRÈS
LES RÉSULTATS DU RISQUE MOYEN



Résultats de l'évaluation du risque sismique – FIGURE 2

RÉSULTATS DU RISQUE TOTAL MOYEN ET FRACTILE À

L'ACCÉLÉRATION MAXIMALE DU SOL



Résultats de l'évaluation du risque sismique – TABLEAU 2

Sommaire comparatif des résultats d'une analyse probabiliste des dangers sismiques (APDS)

Analyse probabiliste des dangers sismiques (APDS)

Centrale de Point Lepreau, Nouveau-Brunswick, Canada

Probabilité de dépassement Période de retour équivalente	fréquence structurelle f (Hz)	Accélération spectrale (g)				
		Cette étude (moyenne)	Cette étude (médiane)	CCNB 2010 (médiane) ²	CCNB 2010 ajusté pour la roche dure ^{2,3} (médiane)	EACL et Maritime Nuclear (1984) ⁴ (médiane)
PD = 10 % dans 50 ans (475 ans)	AMS	0.078	0.052	0.074	0.053	0.09-0.12
	5	0.083	0.064	0.162	0.084	--
	2.5	0.044	0.035	0.089 (T=0.5 sec)	0.037 (T=0.5 sec)	-
	1	0.019	0.015	0.043	0.017	-
	0.5	0.010	0.007	0.015	0.005	-
PD = 10 % dans 50 ans (2475 ans)	AMS	0.264	0.157	0.199	0.143	0.17-0.25
	5	0.244	0.171	0.387	0.200	-
	2.5	0.131	0.092	0.209 (T=0.5 sec)	0.088 (T=0.5 sec)	-
	1	0.053	0.038	0.101	0.039	-
	0.5	0.027	0.018	0.032	0.011	-
FAD = 10 ⁻⁴ (10,000 ans)	AMS	0.575	0.343	0.460	0.331	0.25 - 0.43
	5	0.508	0.336	0.800	0.412	-
	2.5	0.286	0.182	0.44 (T = 0.5 sec)	0.185 (T = 0.5 sec)	-
	1	0.120	0.073	0.210	0.081	-
	0.5	0.062	0.035	0.060	0.021	-

AMS (accélération maximale du sol)

Remarques :

1. Toutes les ordonnées spectrales sont données à titre d'accélération spectrale (S_a) par rapport à l'accélération de la pesanteur (g).
2. Les valeurs de FAD ont été estimées par extrapolation d'une projection de la ligne droite reliant les 10 % dans 50 et 2 % dans 50 ans des valeurs de probabilité de dépassement signalés d'après la Commission géologique du Canada (CGC), comme suggéré dans la carte des risques sismiques nationales 2010 du CCNB.
3. Les valeurs médianes du CCNB 2010 ont été modifiées à partir du site de classe C (sol) à «la roche ou le sol raide» en utilisant le *Reference Ground Condition factors* défini par Adams et al. (1996)
4. Les valeurs citées sont en fonction de la gamme complète des résultats rapportés pour une analyse probabiliste des dangers sismiques de modèles d'aléas sismiques et des variations paramétriques sur les paramètres du modèle de source; aucune courbe de risque combinée n'a été présentée.