



**Mémoire de
l'École Polytechnique de Montréal**

**Written submission from
École Polytechnique de Montréal**

À l'égard de

In the Matter of the

École Polytechnique de Montréal

École Polytechnique de Montréal

Demande de l'École Polytechnique de Montréal concernant le renouvellement de son permis d'exploitation d'un réacteur non producteur de puissance pour l'installation SLOWPOKE-2

Application from École Polytechnique de Montréal to renew its non-power reactor operating licence for its SLOWPOKE-2 facility

Audience publique de la Commission

Commission Public Hearing

19 avril 2023

April 19, 2023



POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

**DEMANDE DE RENOUVELLEMENT DU PERMIS
DU RÉACTEUR NUCLÉAIRE DE FAIBLE PUISSANCE SLOWPOKE-2
DE LA CORPORATION DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL**

DOCUMENT À L'INTENTION DES COMMISSAIRES

Nicolas Godbout, ing, Ph.D.
Directeur du Département de génie physique
Polytechnique Montréal

13 janvier 2023



Polytechnique Montréal, l'université d'ingénierie, est l'un des plus importants établissements de formation et de recherche en génie au Canada, fondée il y a près de 150 ans. Nous opérons un réacteur nucléaire SLOWPOKE-2 pour des fins de recherche depuis 1976 pour lequel nous sollicitons auprès de vous un renouvellement de notre permis pour une période de vingt ans. Vous remarquerez que notre demande de renouvellement soumise en mars 2022 mentionne une période de dix ans. Étant donné que les opérations du réacteur SLOWPOKE-2 sont prévues de se prolonger au-delà de 2040 et que la réactivité du cœur est estimée suffisante jusqu'en 2046, nous croyons qu'une durée de validité du permis de vingt ans est justifiée.

Polytechnique Montréal est fière de sa participation à la recherche dans le domaine du génie nucléaire. Le Laboratoire d'analyse par activation neutronique (AAN), qui héberge le réacteur SLOWPOKE-2 fait partie de notre ensemble de près de 150 unités de recherche. La majorité des travaux du Laboratoire AAN consistent en des analyses réalisées pour les secteurs privé et public. Une partie des travaux consistent en des activités de recherche scientifique et d'enseignement du génie nucléaire et de ses applications.

Entre 2012 et 2020, le Laboratoire a accueilli plus de 500 étudiants de baccalauréat pour des laboratoires d'enseignement en analyse par activation neutronique et en spectroscopie gamma. Depuis 2012, le Laboratoire a également réalisé des projets de recherche collaboratifs sur les sujets suivants: la séparation et le raffinage des éléments terres rares, l'étude de la valeur nutritive du pemmican pour les communautés autochtones éloignées en collaboration avec Agriculture Canada (St-Hyacinthe), spectroscopie gamma des moniteurs à neutrons pour le département d'oncologie de l'Université McGill afin de caractériser et minimiser les doses indésirables aux patients, l'irradiation d'amplificateurs optiques à fibres optiques afin d'étudier l'effet du rayonnement sur ces systèmes une fois lancés dans des satellites avec l'entreprise MPB Communication. Le Laboratoire AAN participe également aux exercices d'intercomparaison organisés par l'Agence internationale d'énergie atomique de Vienne afin de valider la qualité de ses services analytiques.

En 2015, l'équipe du Laboratoire a rempli un contrat du US Argonne National Laboratory (ANL) pour la conversion du réacteur JM-1 situé en Jamaïque dans le cadre du programme de non-prolifération du US Department of Energy. Notre équipe a acquis des connaissances en conversion de combustible d'un réacteur SLOWPOKE, a dirigé une équipe d'une douzaine de personnes pour concevoir les outils de conversion pour bâtir une installation de démonstration et de formation. Le projet s'est complété par deux semaines de démonstration pratique et de formation aux équipes de ANL et de ICENS-Jamaïque.

Notre équipe de recherche du Laboratoire participe activement à notre mission à Polytechnique d'avoir un impact positif sur notre milieu et de rayonner sur la scène internationale.



Polytechnique prend ses responsabilités de gestion d'une installation nucléaire très au sérieux. Les installations SLOWPOKE sont opérées depuis 1976 sans incident. Il s'agit de la seule unité de recherche à Polytechnique suivie par la Direction générale. Polytechnique s'est engagée à plusieurs reprises à prendre en charge le futur démantèlement des installations, la dernière fois avec l'approbation du Conseil d'administration. La sécurité des opérations et des personnes à proximité fait l'objet de suivis constants.

Notre institution est une société créée par loi privée, la Loi sur la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal, sanctionnée le 14 décembre 1987 par l'Assemblée nationale du Québec. L'article 41 de cette loi stipule que « Malgré toute loi générale ou spéciale, la Corporation ne peut être dissoute, à moins d'une loi du Parlement du Québec adoptée à cette fin. » Dans ce contexte, la direction est en mesure d'engager la responsabilité de Polytechnique à long terme pour assumer tous les coûts relatifs au futur déclassement et démantèlement du réacteur SLOWPOKE. La réglementation actuelle de la Commission et son interprétation par ses représentants nous obligent actuellement à prendre une lettre de crédit auprès d'une banque canadienne pour assurer une partie des coûts du déclassement. Cet instrument financier exigé représente maintenant une portion trop significative du budget annuel de fonctionnement du Laboratoire. Nous désirons signifier à la Commission que cette situation ne contribue pas à assurer la sécurité du public, gruge une partie des ressources que le Laboratoire pourrait utiliser à meilleurs escient et ne profite actuellement qu'à une institution bancaire. Nous sollicitons un avis de la Commission sur la possibilité d'une dérogation à l'exigence réglementaire relative aux instruments financiers assurant le futur déclassement et sur la possibilité d'accepter un engagement formel de la part de Polytechnique Montréal, une institution rendue pérenne par loi provinciale.

L'équipe de Polytechnique Montréal salue le travail remarquable des employés de la Commission dans la réalisation de leur mandat de préserver la santé, la sûreté et la sécurité, et de protéger l'environnement. Pour une petite équipe de recherche comme celle de notre laboratoire SLOWPOKE, la collaboration avec la Commission est essentielle pour rencontrer toutes les exigences d'opération d'une installation nucléaire, petite ou grande.

Les pages suivantes de ce document visent à informer les commissaires au sujet des installations SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal. Certaines informations ont été mises à jour par rapport à la demande de renouvellement de licence déposée en mars dernier.



TABLE DE MATIÈRES

RÉSUMÉ	9
1. INTRODUCTION	10
1.1. Identification et coordonnées	10
1.2. Installation et activités visées par la demande de permis	11
2. POLITIQUES, PROGRAMMES, PROCESSUS ET PROCÉDURES DE SÛRETÉ ET DE RÉGLEMENTATION DES INSTALLATIONS SLOWPOKE DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL	13
2.1. Système de gestion	13
2.1.1. Système de gestion	13
2.1.2. Organisation	13
2.1.3. Examen de l'évaluation, de l'amélioration et de la gestion du rendement	15
2.1.4. Expérience d'exploitation	16
2.1.5. Gestion du changement	17
2.1.6. Culture de sûreté	17
2.1.7. Gestion de la configuration	17
2.1.8. Gestion des dossiers	18
2.1.9. Continuité des opérations	20
2.2. Gestion de la performance humaine	21
2.2.1. Programme de performance humaine	22
2.2.2. Formation du personnel	23
2.2.3. Organisation du travail et conception des tâches	24
2.2.4. Aptitude au travail	25
2.3. Conduite de l'exploitation	25
2.3.1. Réalisation des activités autorisées	25
2.3.2. Procédures	26
2.3.3. Rapport et établissement de tendances	26
2.3.4. Limites et conditions d'exploitation	27
2.4. Analyse de la sûreté	27



2.4.1.	Événements initiateurs hypothétiques.....	28
2.4.2.	Analyse des dangers.....	28
2.4.3.	Sûreté-criticité.....	29
2.5.	Conception matérielle	29
2.5.1.	Gouvernance de la conception.....	30
2.5.2.	Caractérisation du site.....	30
2.5.3.	Conception de l’installation	32
2.5.4.	Conception des systèmes et des composants	36
2.5.5.	Traitement et contrôle des déchets.....	37
2.5.6.	Installations de commande.....	37
2.5.7.	Conception des structures	38
2.6.	Aptitude fonctionnelle.....	38
2.6.1.	Programme d’entretien.....	39
2.6.2.	Programme de gestion du vieillissement	39
2.6.3.	Programmes d’inspections et d’essais périodiques.....	40
2.7.	Radioprotection	40
2.7.1.	Application du principe ALARA.....	40
2.7.2.	Contrôle des doses aux travailleurs.....	41
2.7.3.	Rendement du programme de radioprotection.....	42
2.7.4.	Contrôle des risques radiologiques	42
2.8.	Santé et sécurité classiques	43
2.8.1.	Pratiques.....	43
2.9.	Protection de l’environnement	44
2.9.1.	Contrôle des effluents et des émissions	45
2.9.2.	Système de gestion de l’environnement	45
2.9.3.	Évaluation et surveillance	46
2.9.4.	Protection du public	47
2.9.5.	Évaluation des risques environnementaux.....	47
2.10.	Gestion des urgences et protection-incendie	48



2.10.1.	Préparation et intervention en cas d'urgence nucléaire.....	48
2.10.2.	Préparation et intervention en cas d'urgence classique.....	49
2.10.3.	Préparation et intervention en cas d'incendie	49
2.11.	Gestion des déchets	50
2.11.1.	Caractérisation des déchets	50
2.11.2.	Réduire les déchets au minimum	51
2.11.3.	Pratiques de gestion des déchets	51
2.11.4.	Plans de déclassement	52
2.12.	Sécurité	52
2.12.1.	Arrangements en matière d'intervention.....	52
2.12.2.	Pratiques en matière de sécurité	52
2.12.3.	Formation et qualification en matière de sécurité	53
2.12.4.	Cyber sécurité.....	53
2.13.	Garanties et non-prolifération.....	54
2.13.1.	Contrôle et comptabilité des matières nucléaires	54
2.13.2.	Accès de l'AIÉA et assistance à l'AIÉA.....	54
2.13.3.	Renseignements sur les opérations et la conception	54
2.13.4.	Équipement en matière de garanties, confinement et surveillance	55
2.14.	Emballage et transport	55
2.14.1.	Conception et entretien des colis.....	55
2.14.2.	Enregistrement aux fins d'utilisation	55
3.	AUTRES DOMAINES DE RÉGLEMENTATION.....	56
3.1.	Programme d'information et de divulgation publique	56
3.2.	Mobilisation des Autochtones.....	56
3.3.	Assurance en matière de responsabilité nucléaire.....	56
3.4.	Recouvrement des coûts.....	57
3.5.	Garanties financières	57
	GLOSSAIRE.....	58
	RÉFÉRENCES	60



ANNEXE A 65
ANNEXE B 75



RÉSUMÉ

Nous demandons le renouvellement du permis d'exploitation du réacteur nucléaire de faible puissance SLOWPOKE-2 de la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal, ci-après Polytechnique Montréal, permis PERFP-9A.01/2023 [1] qui expirera le 30 juin 2023. Ce nouveau permis couvrira l'utilisation sur dix ans de l'ensemble des installations, notamment le laboratoire d'analyse par activation neutronique, ses installations associées incluant le réacteur SLOWPOKE-2. La présente demande ne concerne pas l'assemblage nucléaire non divergent. Le 1^{er} juillet 2016 le permis PERFP-9A.00/2023 a été amendé pour inclure la gestion de l'assemblage nucléaire non divergent. Le 13 août 2021 l'uranium naturel de l'assemblage a été envoyé vers son propriétaire, les Laboratoires nucléaires canadiens de Chalk River (CNL). En mars 2022, le graphite de l'assemblage sera complètement démantelé et pris en charge par les Laboratoires nucléaires canadiens de Chalk River et les installations SLOWPOKE reviendront dans les conditions initiales du permis PERFP-9A.00/2023.

Le réacteur nucléaire de faible puissance SLOWPOKE-2 est un réacteur de fission, et il satisfait les règlements pour les installations Classe 1A de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Entre 2013 et 2022, grâce à un encadrement adéquat et à l'allocation des ressources humaines et matérielles nécessaires, le titulaire du permis a répondu aux exigences prévues par la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* [2], qu'elles soient indiquées dans le permis d'exploitation ou issues des inspections de la CCSN, des vérifications de la conformité avec le permis d'exploitation.

Polytechnique Montréal exploite le réacteur SLOWPOKE-2 de façon sûre et sécuritaire et en conformité avec la loi depuis 1976, année de la mise en fonction du réacteur. Le combustible du réacteur a été renouvelé en 1997. Depuis 1997 aucun changement n'a été fait sur les structures, les systèmes et les composants (SSC) de sûreté du réacteur SLOWPOKE-2.

Pour la période d'autorisation demandée, Polytechnique Montréal considère que les principaux éléments du plan d'activités resteront inchangés. Polytechnique Montréal se propose de continuer à utiliser son réacteur SLOWPOKE-2 pour faire de la recherche scientifique et de l'enseignement dans les domaines scientifiques qui utilisent l'analyse par activation neutronique et les traceurs radioactifs ainsi que dans le domaine du génie nucléaire. De plus, Polytechnique Montréal considère qu'il n'y a pas de facteurs susceptibles d'entraîner une hausse ou une baisse significative de productivité. Polytechnique Montréal n'envisage pas de plan de remise à neuf ou de prolongation de la durée d'exploitation au-delà de 2040, année prévue pour la mise en arrêt de son réacteur SLOWPOKE-2.



1. INTRODUCTION

Polytechnique Montréal est une institution de haut savoir qui se veut un centre d'excellence pour la formation en génie au Canada. Dans le cadre de ses activités de recherche et d'enseignement, Polytechnique Montréal exploite le réacteur SLOWPOKE-2 depuis 1976 de façon sûre et sécuritaire et selon un ensemble de politiques, programmes et procédures en conformité avec le permis PERFP-9A.01/2023, la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* [2], le *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* [3] et les autres règlements qui s'appliquent. Les sections suivantes se proposent de décrire les coordonnées des installations et du titulaire du permis ainsi que la description des activités pour lesquelles le permis est demandé.

1.1. Identification et coordonnées

Numéro du permis actuel : PERFP-9A.01/2023

Permis du réacteur nucléaire de faible puissance SLOWPOKE-2 et l'assemblage nucléaire non divergent de la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal. Le présent permis est en vigueur du 1^{er} juillet 2016 et expirera le 30 juin 2023.

Nom du demandeur :

La Corporation de l'École Polytechnique de Montréal

Adresse postale du demandeur :

Direction générale, Polytechnique Montréal

C.P. 6079, succursale Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3A7

Adresse d'affaires du demandeur :

Le Laboratoire AAN SLOWPOKE, Polytechnique Montréal

Pavillon principal de Polytechnique Montréal
2500, chemin de Polytechnique
Montréal (Québec) H3T 1J4

Le plan du campus se trouve sur la page web de Polytechnique Montréal à l'adresse suivante : <https://www.polymtl.ca/renseignements-generaux/coordonnees-et-plans-daccs/plans-du-campus>

Le plan du quartier est également disponible sur la page web de Polytechnique Montréal à l'adresse suivante : <http://www.polymtl.ca/rensen/gen/coordonnees/quartier.php>

Titulaire du permis, Directrice générale de Polytechnique Montréal :

Maud Cohen, Ing., FIC, MBA, ASC

maud.cohen@polymtl.ca

**Responsable des installations SLOWPOKE :**

Cornelia Chilian, Ph.D.

cornelia.chilian@polymtl.ca

Preuve de statut juridique :

La Corporation de l'École Polytechnique de Montréal, qui a été constituée en 1894, est régie par une loi à caractère privé, intitulée *Loi sur la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal* (L.Q. 1987, c.135), dont la dernière version a été adoptée le 11 décembre 1987 [4]. La Corporation de l'École Polytechnique de Montréal est inscrite dans le Registre des entreprises du Québec au numéro NEQ 1161552048.

Preuve que le demandeur est le propriétaire du site ou qu'il a l'autorisation du propriétaire du site pour exercer les activités visées par le permis :

Pour authentifier que la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal, est propriétaire du terrain sur lequel se trouvent ses trois bâtiments, une copie de l'acte de vente daté du 21 janvier 1970 est fournie [5].

1.2. Installation et activités visées par la demande de permis

Nous demandons un renouvellement du permis pour dix ans, ce qui est identique au permis d'exploitation PERFP-9A.00/2023 accordé en juin 2013 par la Commission canadienne de sûreté nucléaire. La demande sera présentée le 15 mars 2022 à la CCSN. La présente demande vise le renouvellement du permis du réacteur SLOWPOKE-2, afin de permettre à Polytechnique Montréal de continuer l'exploitation de son réacteur dans les domaines de la recherche et de l'enseignement dans les technologies nucléaires. Polytechnique Montréal planifie l'utilisation du réacteur jusqu'en 2040.

Polytechnique Montréal exploite le réacteur SLOWPOKE-2 de façon sûre et sécuritaire et en conformité avec la loi depuis 1976, année de la mise en fonction du réacteur. SLOWPOKE-2 est un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance maximale de 20 kW. Par sa conception, le réacteur possède des caractéristiques de sûreté inhérente, garantie par son excédent de réactivité limité à 4 mk et son coefficient de température négatif. En septembre 1997 le combustible du réacteur a été converti de l'uranium hautement enrichi (HEU) à uranium faiblement enrichi (LEU).

Depuis 2013 Polytechnique Montréal continue de développer, d'améliorer et d'implémenter ses programmes d'assurance de la qualité [6-10] et de formation des opérateurs du réacteur [11]. Après l'évaluation formelle de 2012 de son programme de gestion du vieillissement du réacteur, Polytechnique Montréal a ajouté de manière continue des améliorations et des changements de l'installation. Les plus notables sont la mise à jour en 2017 des contrôleurs d'irradiation pour quatre sites d'irradiation, parmi les sept disponibles. En janvier 2021 le système de déminéralisation de l'eau de la piscine a été changé avec un système performant provenant du réacteur SLOWPOKE-2



du Saskatchewan Research Council (SRC), Saskatoon. Pendant l'été 2021 Polytechnique Montréal a déroulé un projet d'inspection et de documentation en format électronique de la circuiterie du pupitre de contrôle du réacteur. Cette première étape permettra par la suite de planifier les mesures de mitigation de vieillissement de ce système. Au début de l'année 2022, les filtres installés sur les tubes d'évacuation des contrôleurs d'irradiation ont été changés avec des filtres HEPA. Des améliorations futures sont planifiées en 2022 et 2023, notamment afin de changer les câbles électriques reliant le système de contrôle du réacteur aux contrôleurs d'irradiation et à la boîte de service de l'air comprimé.

Le titulaire du permis a donné suite aux actions et aux recommandations issues des inspections de conformité effectuées par le personnel de la CCSN, inspections couvrant tous les domaines de sûreté et de réglementation. Dans l'exploitation du réacteur SLOWPOKE-2, le titulaire du permis suit ses politiques internes en matière de protection incendie, de santé et sécurité du travail et de radioprotection. Ces dernières sont en conformité avec les normes et les codes provinciaux et fédéraux.

Polytechnique Montréal s'engage à continuer de répondre aux exigences prévues par la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, le *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, et les autres règlements qui s'appliquent, notamment dans les domaines de sûreté et de réglementation détaillés dans la présente demande de renouvellement.



2. POLITIQUES, PROGRAMMES, PROCESSUS ET PROCÉDURES DE SÛRETÉ ET DE RÉGLEMENTATION DES INSTALLATIONS SLOWPOKE DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

2.1. Système de gestion

Le système de gestion des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal est défini, structuré et en accord avec la réglementation énoncée par la CCSN dans les documents *Système de gestion*, REGDOC-2.1.1 [12] et *Culture de sûreté*, REGDOC-2.1.2 [13] et adhère aux principes du document de l'Association canadienne des standards (Groupe CSA) N286-F12 *Exigences relatives au système de gestion des installations nucléaires* [14].

Le système de gestion est décrit dans le manuel d'assurance de la qualité utilisé aux installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, document SLO-101 [6-10]. Ce manuel est en accord avec les politiques et les règlements de Polytechnique Montréal, parmi lesquelles nous mentionnons la gestion des ressources humaines, de santé et sécurité au travail, de la protection incendie, de la radioprotection et de toute autre politique générale qui s'applique à l'ensemble des employés et des infrastructures de notre institution.

Le titulaire du permis, le directeur général de Polytechnique Montréal, s'engage à évaluer régulièrement le programme d'assurance de la qualité de façon à assurer son bon fonctionnement et à y apporter des correctifs si requis.

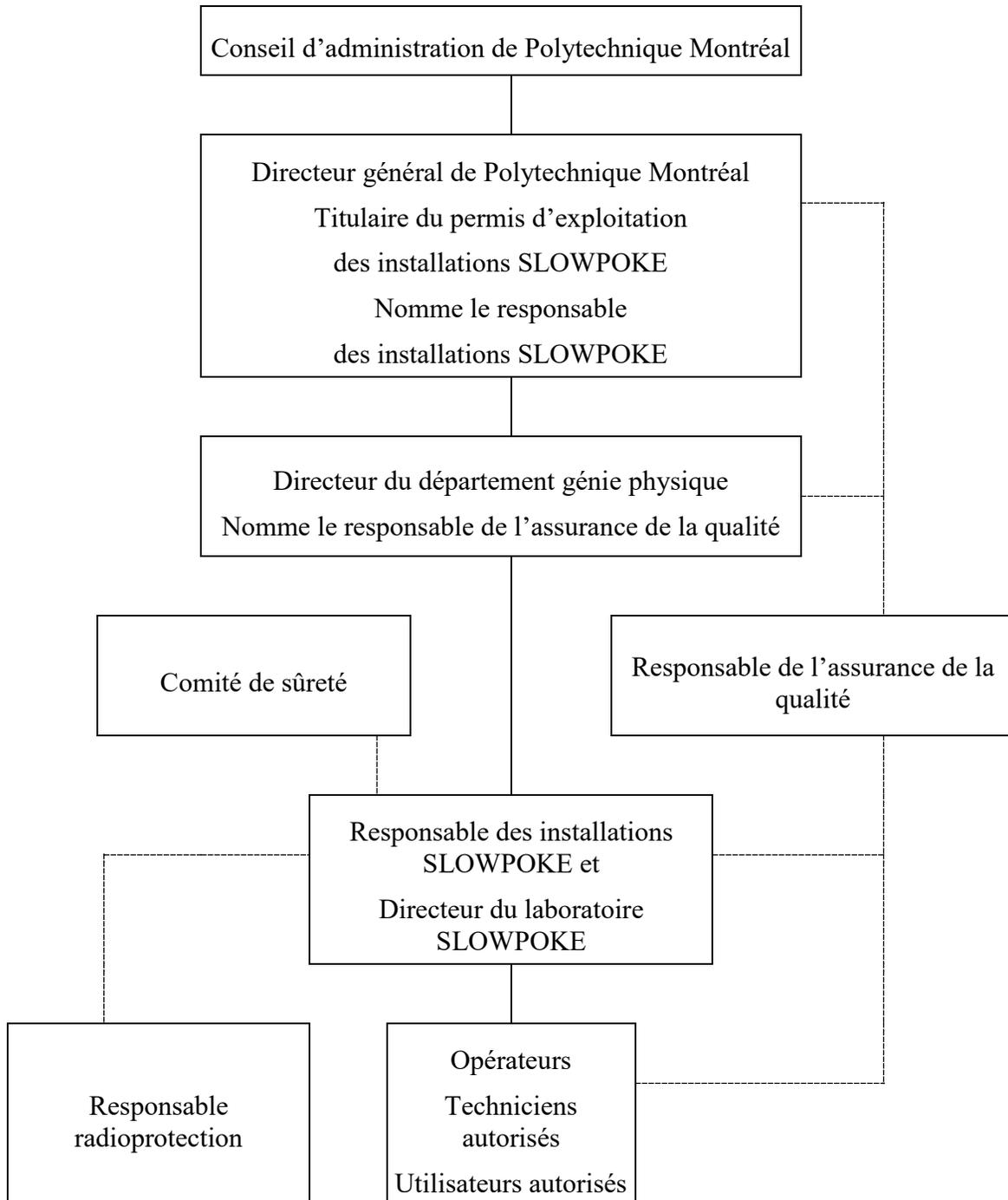
2.1.1. Système de gestion

Le système de gestion est décrit dans le document SLO-101, *Manuel d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal* [6]. Ce manuel est accompagné par les registres SLO-102 [7], SLO-103 [8], SLO-104 [9] et SLO-105 [10]. Le programme d'assurance de la qualité est basé sur un ensemble de procédures clairement définies auxquelles sont associées les contraintes d'opération des installations bien identifiées dans les autres manuels des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, comme présenté dans les sections suivantes.

2.1.2. Organisation

Les installations SLOWPOKE font partie du Département de génie physique. La structure administrative des installations SLOWPOKE en place à Polytechnique Montréal est décrite à la page 6 de la section 4 du document [6] et elle est reprise à la Figure 1.

Figure 1. Structure administrative des installations SLOWPOKE





Les noms se trouvent dans le *Registre des noms des personnes occupant les postes de la structure administrative des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-102 [7].

L'Organigramme général de Polytechnique Montréal, se trouve sur la page web suivante :

<https://www.polymtl.ca/renseignements-generaux/direction-et-gouvernance/organigramme>

Dans cet organigramme, on remarque que la Direction de l'administration et des ressources gère notamment le Service des finances, le Service des immeubles, le Service des ressources humaines et le Service de la sûreté institutionnelle. De plus, c'est cette même direction qui gère les services de radioprotection et de santé et sécurité du travail.

La Direction générale prend en charge, le Service des communications et des relations publiques et le Secrétariat général qui inclut les affaires juridiques.

2.1.3. Examen de l'évaluation, de l'amélioration et de la gestion du rendement

Chaque domaine de sûreté et de réglementation est décrit dans les principaux documents de gestion, énumérés dans le *Registre des documents essentiels touchant à la sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-103 [8]. Ces documents incluent des procédures d'évaluation, d'amélioration et de gestion du rendement.

Le programme d'assurance de la qualité est réévalué périodiquement. Les différentes sections du manuel d'assurance de la qualité peuvent être modifiées à tout moment au cours de l'année, lorsque le besoin s'en fait sentir. La réactualisation du manuel d'assurance de la qualité se base sur : le résultat des inspections de conformité; l'avancement des réponses aux demandes de la CCSN en matière d'actions préventives ou correctives dans l'exploitation des installations; le suivi des actions correctives résultant des directives, actions et recommandations émises lors d'inspections de la CCSN; les modifications au niveau administratif qui pourraient avoir un impact sur la qualité de l'exploitation des Installations; la mise en place de règlements révisés ou de nouveaux règlements de la CCSN pour l'exploitation des Installations; les non-conformités enregistrées lors de la dernière révision du Manuel de l'assurance de la qualité. Le résultat de cette réactualisation inclut, si nécessaire, un plan d'améliorations et une description des ressources requises pour les mettre en place.

Les vérifications de l'assurance de la qualité effectuées par le responsable de l'assurance de la qualité, les inspections régulières des systèmes de protection incendie effectuées par le Service de la sûreté institutionnelle, les inspections des pratiques de santé et sécurité au travail effectué par le comité SST du département de génie physique, ainsi que les inspections régulières de la part de la CCSN contribuent à l'implémentation de la culture de sûreté de nos installations.

Les actions qui résultent de ces inspections sont enregistrées et par la suite implémentées selon les procédures de la gestion des non-conformités et de la gestion des changements dans le manuel d'assurance de la qualité [6]. Le responsable des Installations soutenu par les services de



Polytechnique Montréal a la responsabilité de faire le suivi et de les documenter dans des rapports internes, voir le *Registre des formulaires de vérification de l'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-105 [10] et dans les rapports annuels de conformité des installations SLOWPOKE adressé à la CCSN, série des documents SLO-6XX.

La gestion administrative, de la documentation, des non-conformités et des modifications aux équipements et aux procédures est traité par le document *Manuel d'assurance de la qualité pour les installations SLOWPOKE de Polytechnique de Montréal*, SLO-101.

La gestion du rendement humain et la formation des opérateurs pour l'accréditation initiale ainsi que pour le maintien de l'accréditation est sous la responsabilité du responsable des installations SLOWPOKE, voir le *Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal*, SLO-401 [11]. Le responsable des installations SLOWPOKE vérifie chaque semaine la performance des opérateurs pendant l'opération du réacteur et pendant les procédures hebdomadaires de maintenance. De plus, les deux opérateurs suivent leur formation continue annuelle, documenté dans le *Formulaire d'évaluation de la formation continue, Opérateurs du réacteur SLOWPOKE*, Registre SLO-305. En considérant les installations SLOWPOKE qui s'étalent sur une surface de 200 m² avec une équipe de deux opérateurs du réacteur, le retour d'expérience et la réaction à toute non-conformité se fait de manière très rapide et efficace.

2.1.4. Expérience d'exploitation

Les procédures de travail correspondent aux instructions écrites décrivant les étapes à suivre pour effectuer une tâche. L'opération, l'entretien, les systèmes d'irradiations du réacteur, la manipulation des échantillons irradiés, le stockage des substances nucléaires et l'expédition de substances nucléaires sont gérées selon les procédures du *Manuel d'exploitation des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-201 [15] et sont documentées dans un ensemble des registres journaliers, hebdomadaires, annuels et ponctuels, voir les registres de SLO-301 à SLO-317.

Le programme d'assurance de la qualité s'applique à tous les systèmes, structures, composants et activités reliés à l'exploitation du réacteur SLOWPOKE-2. Selon les procédures du manuel SLO-101, les données de l'exploitation du réacteur, incluant le démarrage, le suivi en opération, l'arrêt du réacteur en situation normale ainsi que l'entretien du réacteur et des équipements qui assurent son opération sûre sont enregistrés et font l'objet des analyses régulières effectuées par le responsable des installations. Toute non-conformité d'exploitation et procédurale est enregistrée dans le registre SLO-315; la description, la date, le nom de la personne qui a fait l'observation sont document écrites; le responsable du réacteur décide la manière de la corriger selon son type et sa gravité; le responsable d'assurance de la qualité ferme la non-conformité, une fois que la procédure a été suivie. L'expérience opérationnelle est partagée avec les autres opérateurs du réacteur ainsi qu'avec les membres de la communauté des réacteurs SLOWPOKE-2 et des MNSR (mini neutron source reactor). Le responsable des installations participe de manière régulière aux réunions de la



communauté des réacteurs SLOWPOKE-2 et aux réunions de l'AIÉA concernant la sûreté, le vieillissement et l'utilisation des réacteurs de recherche.

2.1.5. Gestion du changement

Avant son implémentation, toute modification significative d'un processus, équipement, procédure ou document doit être évaluée en suivant la procédure de contrôle des modifications (*Manuel d'assurance de la qualité*, Annexe A.3 [6]). Les modifications mineures, comme le changement du format, l'actualisation, les ajustements aux nouvelles conditions administratives, seront seulement enregistrés dans l'historique des révisions sans être évaluées par un processus de contrôle des modifications.

Le processus de révision, de vérification et d'approbation d'un changement doit être le même que celui suivi lors de l'implémentation d'un processus, lors de la mise en fonction d'un équipement, ou lors de la rédaction de la première version d'un document. Les niveaux d'autorité impliqués dans la vérification et l'approbation des modifications significatives doivent être équivalents aux niveaux d'autorité de la première version.

Dans tous les cas, les personnes qui révisent ou approuvent des changements doivent avoir les connaissances nécessaires et ils doivent comprendre les exigences et l'applicabilité des changements qu'ils révisent ou approuvent.

2.1.6. Culture de sûreté

Polytechnique Montréal est une institution de haut savoir qui se veut un centre d'excellence pour la formation en génie au Canada. Les installations nucléaires SLOWPOKE, qui incluent le réacteur nucléaire SLOWPOKE-2 et le laboratoire d'analyse par activation, et son personnel, font partie du département de génie physique de Polytechnique Montréal. La titulaire du permis, la directrice générale de Polytechnique Montréal, et le département de génie physique considèrent donc qu'il est important de développer et de maintenir une culture saine de sûreté pour les installations SLOWPOKE. Cette culture est le fondement du programme d'assurance de la qualité qui suit les meilleures pratiques de l'industrie nucléaire canadienne afin d'exploiter ces installations de façon sûre.

Grâce à une culture de sûreté saine et grâce à des procédures clairement définies auxquelles sont associées des contraintes d'opération des installations bien identifiées, Polytechnique Montréal n'a témoigné aucun incident qui aurait provoqué l'irradiation du personnel, des employés et du public durant les 46 ans d'exploitation de son réacteur SLOWPOKE-2

2.1.7. Gestion de la configuration

Le permis d'exploitation exclut toute modification au réacteur SLOWPOKE par le personnel de Polytechnique Montréal. Seul l'ingénieur nucléaire accrédité par la CCSN peut ouvrir la cuve du



réacteur et y insérer des plaques de béryllium ou faire une autre modification, en présence d'un opérateur du réacteur accrédité par la CCSN. Au cours des dernières années, Polytechnique a mis en place un programme de mise à jour de l'équipement autre que les SSC ayant un impact sur la sûreté du réacteur. Tout changement suit la procédure de contrôle des modifications (*Manuel d'assurance de la qualité*, SLO-101 Annexe A.3 [6]).

Si un évènement non prévu ou non conforme résulte d'une procédure de travail rendue déficiente, le responsable des installations SLOWPOKE doit réviser la procédure et modifier le manuel d'exploitation en conséquence. Si la révision de la procédure peut avoir une conséquence sur la sûreté du réacteur, le responsable des installations SLOWPOKE doit obtenir l'approbation du personnel de la CCSN. La révision d'une procédure de travail se fait en suivant la procédure de gestion, actualisation, et contrôle des documents du réacteur SLOWPOKE (SLO-101 Annexe A, Section A.1 [6]).

2.1.8. Gestion des dossiers

Les principaux documents de gestion touchant la sûreté sont énumérés dans le Registre des documents essentiels touchant à la sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, SLO-103 [8].

La préparation, la révision, l'approbation et la distribution du manuel d'assurance de la qualité et de ses procédures, du registre des noms des personnes occupant les postes de la structure administrative des installations SLOWPOKE, du registre des documents essentiels touchant à la sûreté des installations SLOWPOKE, du programme de formation, du manuel d'exploitation et d'autres documents qui sont soumis au programme d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE doivent respecter la procédure de gestion, actualisation, et contrôle des documents du réacteur SLOWPOKE (SLO-101 Annexe A, Section A.1 [6]).

Toute documentation liée à l'exploitation sécuritaire des installations SLOWPOKE est contrôlée pour assurer qu'elle est émise au personnel désigné, par l'autorité qui a le pouvoir de le faire, et qu'elle est révisée et réémise régulièrement, et que toute version obsolète est retirée d'usage.

Selon leur utilisation, il y a trois types des documents des installations SLOWPOKE :

- a) *Essentiels* pour le fonctionnement sécuritaire du réacteur.
- b) *Actifs*, d'utilité courante.
- c) *Semi-actifs*, consultés périodiquement.

Selon leur désignation, les documents des installations SLOWPOKE se classifient en :

- a) *Publics*, à l'usage externe.
- b) *Accès restreint*, à l'usage du personnel des installations SLOWPOKE. Le responsable des installations contrôle la distribution de ces documents.



- c) *Secrets (confidentiels)*, documents contenant de l'information critique pour le fonctionnement sécuritaire du réacteur, et approuvés par le directeur du Service de la sûreté institutionnelle de Polytechnique Montréal, leur usage étant strictement contrôlé et documenté par le responsable des installations.

Les étapes générales à suivre dans la révision des documents sont énumérées dans ce qui suit. Les particularités de gestion de chaque type de document sont détaillées dans les sections suivantes.

L'actualisation des documents reliés au programme d'assurance de la qualité se fait selon les besoins identifiés pendant l'exploitation (rapports de non-conformité), ou lors des inspections internes ou des inspections de la CCSN. Les modifications sont enregistrées dans l'historique des révisions.

L'émission d'une nouvelle version d'un document doit être précédée d'une vérification effectuée par le directeur du département de génie physique, suivi de l'approbation du directeur général de Polytechnique Montréal.

L'original de la nouvelle révision est signé et daté par la personne responsable de la révision, par le vérificateur : le directeur du département du génie physique et par l'approbateur : le directeur général de Polytechnique.

La distribution des documents actifs est contrôlée et le suivi est assuré par une liste de distribution qui est conservée avec l'original de chaque version du document.

Toutes les modifications apportées aux documents sont évaluées pour l'applicabilité, pour l'intégralité, pour l'exactitude, et pour la conformité avec les exigences régulatrices. La nature de ces modifications est inscrite dans l'historique des révisions, se trouvant après la page titre du document.

Les modifications majeures de la documentation avec un impact significatif sur l'exploitation du réacteur sont évaluées par un processus de contrôle des modifications.

Les originaux des documents et de leurs révisions sont conservés par le responsable des installations, en format papier et en format électronique. Tous les documents liés à l'exploitation des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal sont conservés en format papier pour la durée de vie du réacteur ainsi que pendant les cinq années suivantes.

Cette procédure assure que les documents sont clairs, accessibles et faciles à identifier par un identificateur unique; les documents sont retirés d'usage quand ils sont remplacés par de nouvelles révisions; l'original de la version obsolète doit être conservé dans un dossier permanent pour la durée de vie des installations SLOWPOKE ainsi que pendant les cinq années suivantes.



Toutes les révisions d'un document déjà approuvé devront être rapportées dans les rapports de conformité série SLO-6XX en incluant les raisons qui justifient ces révisions. Ces raisons seront aussi mentionnées dans les rapports annuels.

2.1.9. Continuité des opérations

Désastres naturels

Le document d'analyse de sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, document RC-1598 [16], indiquait que la région de Montréal était située dans une zone sismique niveau 4. Présentement, les données de sismicité confirment que la sismicité de la région de Montréal est toujours classée comme niveau 4. Ce document révèle qu'un tremblement de terre de large magnitude qui coïncidera avec un ajustement de réactivité à 4 mk et qui en plus sera accompagnée par l'inondation simultanée de tous les dix sites d'irradiation, inondation équivalente à une insertion de réactivité additionnelle de 2,3 mk, résultera dans un excès de réactivité de 6,3 mk. Cette valeur est plus petite que 8 mk, l'excès de réactivité qui rendra le réacteur SLOWPOKE prompt critique. Les tests expérimentaux d'insertion rapide de réactivité de jusqu'à 6,5 mk, montrent que l'insertion a été compensée par la rétroaction négative de réactivité due à l'augmentation de la température des composants du cœur, ce qui exclut une crise de criticité du réacteur SLOWPOKE à ce niveau d'insertion de réactivité positive.

Un tremblement de terre hypothétique de large magnitude pourrait engendrer la perte de l'eau de la piscine qui résulterait dans une réduction du blindage contre le rayonnement. Même dans ces conditions, les conséquences radiologiques resteront acceptables à cause du blindage additionnel assuré par les blocs de béton qui couvrent la piscine et à cause du fait que le réacteur SLOWPOKE contient 1,000,000 fois moins de radioactivité que le cœur d'un réacteur CANDU de puissance comme Gentilly-2.

En conclusion, un séisme d'une ampleur majeure aura surtout des conséquences dramatiques à cause de l'effondrement du bâtiment. En comparaison, les conséquences radiologiques seront négligeables, la piscine du réacteur étant creusée dans le lit de la montagne Mont Royal et donc le cœur et la structure du réacteur resteront contenus dans cette excavation.

Le réacteur SLOWPOKE-2 se trouve au centre de Montréal en haut de la partie nordique de la montagne Mont Royal. Cet emplacement réduit énormément la probabilité que les structures du réacteur soient affectées par une inondation naturelle. De plus, ces conditions similaires à celles anticipées dans l'opération du réacteur affectées par une inondation accidentelle, auront un impact réduit sur l'intégrité des structures et des installations du réacteur.



Sabotage

Les ordinateurs et les systèmes de sauvegarde des données et des documents ne sont pas connectés à l'internet. Le pupitre de contrôle du réacteur est analogue. Tous ces conditions assurent que les installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal ne sont pas assujetties aux cyberattaques.

Conflits de travail

Les opérateurs du réacteur ne sont pas syndiqués et n'ont pas de droit de grève. Les conflits de travail externes aux installations SLOWPOKE n'affecteront pas le fonctionnement des installations à cause de l'emplacement physique du réacteur et aussi à cause des procédures d'intervention en situation d'urgence conçues pour garantir que l'installation est accessible aux opérateurs et au personnel d'intervention en tout temps.

Perte d'alimentation en énergie électrique

Les installations SLOWPOKE possèdent un système auxiliaire d'alimentation en électricité pour assurer le fonctionnement en tout temps des alarmes des moniteurs de rayonnement et de l'enregistreur de la température de l'eau du réacteur à la sortie du cœur. Durant une panne d'électricité avec le réacteur en fonction, la barre de contrôle restera immobilisée à l'endroit où elle se trouvera et les systèmes pneumatiques de transfert d'échantillons seront paralysés. Alors, l'opérateur arrêtera le réacteur avec le système d'arrêt auxiliaire.

Toute autre perturbation des services essentiels ainsi que les événements liés à la pandémie sont gérés par le Service de la sûreté institutionnelle de Polytechnique Montréal selon les protocoles et les politiques institutionnelles.

2.2. Gestion de la performance humaine

Polytechnique Montréal a mis en place un ensemble des règlements, politiques, directives et procédures en accord avec les règlements de la CCSN REGDOC-2.2.2, *Gestion de la performance humaine : La formation du personnel* [17].

Le titulaire du permis des installations SLOWPOKE assure les ressources matérielles et humaines nécessaires pour maintenir une gestion saine de la performance humaine des opérateurs et un effectif minimal du personnel des installations. La gestion des ressources humaines des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal suivent les règlements de la CCSN : REGDOC-2.2.5, *Effectif minimal* [18]; REDOC-2.5.1, *Considérations générales liées à la conception : facteurs humains* [19]; REGDOC-2.2.4 *Aptitude au travail : Gérer la fatigue des travailleurs* [20]; *Aptitude au travail tome 2 : Gérer la consommation d'alcool et de drogues* [21].

Le fonctionnement des installations SLOWPOKE dépend de quatre catégories de personnel, les opérateurs du réacteur, l'ingénieur et le technicien nucléaire, les utilisateurs autorisés et les techniciens autorisés. Les opérateurs sont des employés de Polytechnique Montréal. Les utilisateurs autorisés sont des employés et des étudiants de Polytechnique Montréal et d'autres universités. Les



techniciens autorisés sont des employés de Polytechnique Montréal. Toutes ces personnes reçoivent la formation en radioprotection de Polytechnique Montréal, formation qui est renouvelée tous les trois ans. Les opérateurs du réacteur sont formés et certifiés pour l’emballage et le transport du matériel radioactif, colis de type A. L’ingénieur nucléaire et le technicien nucléaire sont des employés d’ÉACL. Dans tous les cas, les fonctions énumérées ci-haut ne sont pas les emplois principaux de ces personnes : selon le cas, ces fonctions occupent de 1% à 20% du temps de ces personnes.

Dans le cas des opérateurs du réacteur, il a toujours été clair que l’exploitation du réacteur SLOWPOKE-2 n’exigeait pas un personnel dédié à plein temps à cette tâche. Polytechnique Montréal a acheté le réacteur dans les années 70 avec cette prémisse, qui a été énoncée dans les termes suivants [22]:

“The SLOWPOKE reactor is designed to be a highly reliable and operationally simple tool... It is inherently safe. The operation of the reactor is supervised by part-time operators. Because the reactor is designed to be simple..., the university does not employ skilled tradesmen specifically for the facility.”

Cette philosophie a été approuvée par la CCÉA en 1970 (CCSN aujourd’hui) et sa justesse a été confirmée par l’opération sûre du réacteur pendant 46 ans sans aucun problème.

2.2.1. Programme de performance humaine

Le réacteur SLOWPOKE-2 est exploité (opération et entretien) par le personnel accrédité par la CCSN pour ces tâches. Afin d’être accrédité par la CCSN comme opérateur du réacteur SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal, le candidat suit le *Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique et opération en mode manuel* [23]. Ce manuel n’est valide que s’il est accompagné du document *Guide de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique* [24] et, pour maintenir son accréditation, l’opérateur suit un programme de formation continue documenté dans le *Formulaires d’évaluation de la formation continue, opérateurs du réacteur SLOWPOKE* [25]; le programme de formation continue fait partie du programme de formation.

Le programme de formation est développé en utilisant l’approche systémique en formation (ASF) selon les règlements de la CCSN énoncés dans le REGDOC-2.2.2, *Gestion de la performance humaine : La formation du personnel* [17].

Le but du programme lui-même est de fournir à l’apprenti opérateur une formation avec les connaissances, habiletés et aptitudes nécessaires pour effectuer les tâches d’un opérateur du réacteur SLOWPOKE-2 de façon compétente, sûre et sécuritaire. Afin d’atteindre ce but, le programme doit permettre à l’apprenti opérateur d’atteindre les objectifs d’apprentissage identifiés suite à l’analyse des tâches d’un opérateur du réacteur.



Les opérateurs de réacteur accrédités par la CCSN pour l'opération du réacteur SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal doivent suivre une formation continue pour assurer que les connaissances et les compétences acquises pendant la formation initiale soient retenues et maintenues à jour. Le responsable des installations SLOWPOKE assure que les opérateurs complètent leur formation continue chaque année.

Le responsable des installations SLOWPOKE a la responsabilité d'informer tous les opérateurs, le plus rapidement possible, de tous les changements, de l'expérience vécue et des événements survenus dans le cadre de l'exploitation du réacteur, afin d'assurer que cet objectif de formation est atteint.

Pour les connaissances en radioprotection, l'opérateur suit le cours de radioprotection de Polytechnique Montréal tous les trois ans.

2.2.2. Formation du personnel

Les procédures de formation des opérateurs du réacteur sont détaillées dans le Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique et opération en mode manuel [23].

Une analyse est menée pour comparer les connaissances d'un candidat, ainsi que son expérience occupationnelle, aux connaissances requises pour être opérateur du réacteur. Le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat en génie ou en sciences accordé par une université reconnue au Canada.

Le personnel de formation inclut minimum deux personnes : le responsable des installations SLOWPOKE et un professeur reconnu en génie nucléaire. Le responsable des installations est qualifié pour livrer les cours de connaissances sur le réacteur et ses systèmes et les cours pratiques sur les éléments de compétences des tâches de l'opérateur. Le cours de radioprotection est donné par un professionnel en radioprotection engagé pour cette tâche par Polytechnique Montréal.

Au début de sa formation, l'opérateur en formation reçoit sa copie du Guide de l'opérateur en formation - mode automatique, voir le document SLO-402 [24]. Ce guide indique la documentation à étudier pour les cours formels et les cours pratiques et pour les examens. Le guide aide l'opérateur en formation à documenter son progrès dans ces cours.

La réalisation de la formation inclut la partie autodidacte, les cours formels et les cours pratiques, ainsi que les examens et la documentation des résultats. Avant de demander l'accréditation de la CCSN, la période d'apprentissage d'un opérateur en formation du réacteur SLOWPOKE excède 6 mois afin de couvrir tous les éléments de la formation.

Les examens sont conçus afin de mesurer si le candidat a acquis les connaissances et les compétences nécessaires pour exécuter chacune des tâches identifiées dans la phase analyse des besoins. Le niveau de performance de l'opérateur en formation sera mesuré par un examen écrit et des examens pratiques.



Les processus d'évaluation du programme de formation incluent la rétroaction de la part des opérateurs en formation, des opérateurs accrédités, des instructeurs et de la CCSN. Le responsable des installations compilera cette information dans le registre des modifications du programme de formation, et déterminera les changements requis pour améliorer le programme de formation.

La validation du programme de formation est accomplie par le responsable des installations qui observe et enregistre les résultats et les lacunes qui améliorera le programme de formation en conséquence.

La formation initiale et la formation continue de l'ingénieur nucléaire et du technicien nucléaire sont gérées par les documents et les procédures [26-28] approuvés par la CCSN. L'ingénieur nucléaire et le technicien nucléaire sont accrédités par la CCSN. L'ingénieur nucléaire a le droit de modifier le réacteur, une tâche qui demande des qualifications et une formation qui dépassent ce qui est normalement disponible dans une université. C'est pourquoi Polytechnique Montréal confie à CNL (antérieurement ÉACL) la formation de l'ingénieur nucléaire et de son assistant, le technicien nucléaire.

L'utilisateur autorisé doit avoir fait des études universitaires. Comme formation, l'utilisateur autorisé doit lire le Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal [29]. Il doit suivre avec succès le cours de radioprotection de Polytechnique Montréal. Il reçoit un cours donné par le responsable des installations sur le fonctionnement du réacteur, sur le fonctionnement des systèmes d'irradiation et sur le fonctionnement des spectromètres de rayons-gamma.

Les techniciens autorisés sont des employés de Polytechnique Montréal qui fournissent le soutien technique nécessaire au bon fonctionnement de l'équipement des installations. Ils doivent lire le Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal [29] et suivre avec succès le cours de radioprotection de Polytechnique Montréal tous les trois ans.

2.2.3. Organisation du travail et conception des tâches

L'analyse des tâches est effectuée afin de : identifier les connaissances et les compétences requises pour bien exécuter la tâche; planifier la formation nécessaire en fonction de la difficulté et de l'importance de la tâche et de la fréquence d'exécution de la tâche. Le résultat de l'analyse des tâches est une série de recommandations sur les besoins en formation et sur la forme que prend cette formation pour chaque tâche.

Le responsable des installations SLOWPOKE est l'opérateur principal du réacteur. Se basant sur le *Manuel d'exploitation* du réacteur, sur le permis d'exploitation CCSN, sur son expérience et sur son observation de l'évolution du travail des opérateurs, il a identifié les tâches qui sont effectuées par les opérateurs du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal et que tout opérateur doit pouvoir effectuer.

2.2.4. Aptitude au travail

Les règlements, politiques, directives et procédures du Service des ressources humaines de Polytechnique Montréal sont en accord avec les règlements de la CCSN concernant la gestion de la fatigue des employés et la consommation de l'alcool et des drogues au travail [20,21]. L'équipe des installations SLOWPOKE est très petite et, de plus il y a un nombre très réduit d'utilisateurs et des techniciens autorisés. Il est donc très facile d'identifier une personne en état de fatigue ou qui consomme de l'alcool ou des drogues. Nous avons remarqué aussi que les deux dernières années de pandémie COVID-19 n'ont pas apportés des changements notables dans le comportement des personnes travaillant aux installations.

2.3. Conduite de l'exploitation

Polytechnique Montréal investit des ressources et développe des programmes, des procédures et des activités qui contribuent directement à l'exploitation sûre et sécuritaire des installations SLOWPOKE. La conduite en exploitation se déroule en accord avec les règlements de la CCSN. Ces activités sont documentées dans le rapport annuel de conformité qui respecte le règlement de la CCSN, REGDOC-3.1.2, *Exigences relatives à la production de rapports, Installations nucléaires de catégorie I non productrices de puissance et mines et usines de concentration d'uranium* [30].

Les activités des Installations sont gérées sous la direction du directeur général de Polytechnique Montréal, qui est aussi le titulaire du permis d'exploitation du réacteur. Il délègue une partie de ses responsabilités au responsable des installations en charge de l'exploitation sûre et sécuritaire du réacteur SLOWPOKE-2. Les Installations qui relèvent du département de génie physique, sont exploitées et sont entretenues par ce dernier. Les installations SLOWPOKE soutiennent une gamme interdisciplinaire d'activités de recherche et d'enseignement de génie, y compris du génie nucléaire, et elles sont exploitées par une équipe constituée du personnel du département de génie physique.

2.3.1. Réalisation des activités autorisées

Les politiques, les méthodes et les procédures de réalisation des activités autorisées se trouvent dans le *Manuel d'exploitation des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-201 [15]. Les registres des activités d'opération, de maintenance et de vérifications des structures, systèmes et composants (SSC) du réacteur, série SLO-3XX [8], confirment la validité des paramètres d'exploitation. Si une de ces procédures ou de paramètre ne s'encadre pas dans les limites opérationnelles, le réacteur est mis à l'arrêt et des mesures correctives sont prises et documentée selon les procédures du *Manuel d'assurance de la qualité* [6].

Le responsable des installations SLOWPOKE a l'autorité de prendre les décisions concernant les questions d'opération sûre du réacteur; de suspendre l'opération si par exemple on soupçonne un problème; d'assurer le bon fonctionnement du programme ALARA; de désigner l'opérateur qui fera



l'entretien hebdomadaire; de modifier l'équipement associé au réacteur; de modifier les procédures d'exploitation du réacteur; d'initier la procédure d'ajustement de la réactivité; d'assurer la surveillance et la vérification des opérations; de communiquer avec la CCSN sur toute question concernant le permis d'opération, comme désigné par le directeur général de Polytechnique Montréal.

2.3.2. Procédures

Les procédures de démarrage, d'opération, d'arrêt et d'arrêt auxiliaire du réacteur ainsi que les procédures pour la surveillance et l'entretien du réacteur et d'autres équipements, hebdomadaire, mensuel, annuel et occasionnel se trouvent dans le *Manuel d'exploitation des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-201 [15]. Ce manuel a été révisé en 2020 afin d'être mis en conformité avec la mise à jour du système d'assurance de la qualité; pour inclure les procédures d'opération du réacteur en mode manuel; et pour inclure toute autre procédure pertinente du manuel de ÉACL, CPSR-362, *SLOWPOKE-2 Nuclear Reactor, Operation and Maintenance*, 1975 [31]. Suite à l'acquisition, l'installation et la mise en fonction du nouveau système de déminéralisation de l'eau de la piscine, le *Manuel d'exploitation* est présentement en révision afin de modifier les procédures d'opération concernées par ce changement. La nouvelle révision sera soumise à la CCSN le 31 octobre 2022.

Les procédures pour l'entretien nucléaire se trouvent dans le *Manuel d'entretien nucléaire* [26]. La procédure pour la gestion de la réactivité à long terme est la suivante : le responsable des installations surveille l'évolution de l'excédent de réactivité en se basant sur les mesures effectuées chaque semaine pendant l'entretien hebdomadaire. Quand le responsable des installations décide que l'excédent de réactivité n'est plus suffisant pour effectuer les opérations prévues, il démarre le processus d'ajustement de la réactivité en contactant les laboratoires nucléaires canadiens CNL.

Les procédures citées en haut sont complétées par l'ensemble de règlements, de politiques et de procédures corporatives de gestion qui se trouvent sur la page web de Polytechnique Montréal : <https://www.polymtl.ca/renseignements-generaux/documents-officiels/1-documents-constitutifs-et-statuts>. Ces procédures corporatives s'appliquent aux activités suivantes: la gestion du rendement humain; la protection de l'environnement; la sécurité physique et protection incendie; les plans des mesures d'urgence; la santé et sécurité du travail; la radioprotection; l'emballage et le transport de matériel radioactif.

2.3.3. Rapport et établissement de tendances

Les registres d'opération, d'entretien, de vérification de SSC fournissent la totalité des paramètres et des notifications opérationnelles. De plus, le rapport annuel de conformité, rédigé selon les consignes de REGDOC-3.1.2 [30], concentre ces informations d'exploitation des installations.



Les registres pour l'entretien hebdomadaire et mensuel ainsi que pour les essais annuels ont été améliorés et sont incorporés dans le *Manuel d'exploitation* [15]. En suivant les procédures, lors de l'opération, lors des activités de maintenance et de vérification, l'opérateur peut déceler un système en panne, ou avec une performance en dehors des limites opérationnelles définies dans les manuels et reprises dans les registres. Une telle situation est une non-conformité qui sera enregistrée et servira à l'identification des tendances. Ainsi nous pouvons prédire des détériorations du rendement en exploitation des installations et, par la suite, nous pouvons entreprendre des actions de mitigation.

2.3.4. Limites et conditions d'exploitation

Par sa conception, le réacteur SLOWPOKE-2 a des caractéristiques de sûreté inhérente, garanties par son excédent de réactivité limité à 4 mk par les conditions de permis. Les employés de Polytechnique Montréal n'ont pas accès à l'assemblage critique, formé par le combustible, le réflecteur et les systèmes situés à l'intérieur de la cuve du réacteur, donc ils ne peuvent pas altérer l'excédent de réactivité prescrit par la CCSN.

Le seuil d'intervention pour la lecture trimestrielle des dosimètres TLD des utilisateurs des installations est établi à 0,50 mSv. Les procédures et les registres d'opération et d'entretien du *Manuel d'exploitation* [15] imposent des limites de sûreté dans l'utilisation des SSC du réacteur SLOWPOKE-2. En dehors de ces limites, le réacteur ne peut pas être opéré, et pas avant que les non-conformités soient corrigées.

Dans les dix dernières années, aucun incident touchant à la sûreté du réacteur ou à la contamination radioactive de l'environnement n'a été répertorié. Polytechnique Montréal aimerait souligner que pendant les 46 ans d'exploitation de son réacteur, aucun point saillant n'a été enregistré et aucun incident au cours duquel une personne aurait pu être exposée à des rayonnements d'une nature ou d'une intensité inhabituelle ne s'est produit.

2.4. Analyse de la sûreté

L'analyse de sûreté a été faite en 1998 et peut être trouvée dans le *Rapport de Sûreté* [16]. Cette analyse couvre l'opération du réacteur et les équipements associés, ainsi que les risques internes et externes. Depuis 1998, il n'y a eu aucune modification aux SSC, aux équipements ou aux procédures d'opération du réacteur qui aurait nécessité une analyse de sûreté supplémentaire. Le *Rapport de Sûreté* complété avec les autres manuels des installations est conforme avec REGDOC-2.4.1, *Analyse déterministe de la sûreté* [32] et avec REGDOC-2.4.3 *Sûreté-criticité nucléaire* [33] et suis les recommandations des autres documents d'orientation de l'AIÉA et de la CCSN [34-36].

Les nouveaux manuels SLO-101 [6], SLO-201 [15] ainsi que le SLO-901 [37] contenant les procédures administratives, les procédures d'opération ainsi que les procédures de déclassement ont actualisé l'analyse de sûreté qui est présentement en accord avec les documents de la CCSN.

Polytechnique Montréal s'engage à continuer de répondre aux exigences prévues notamment dans les domaines de la sûreté et de la réglementation détaillés dans la présente demande de renouvellement.

Le *Rapport de Sûreté* [16] inclut une description complète des installations SLOWPOKE et de son réacteur. Certaines mises à jour se trouvent dans l'*Avant-projet de déclassement (APD) pour les installations SLOWPOKE Polytechnique Montréal*, document SLO-901 [37].

L'analyse de sûreté est nécessaire pour le fonctionnement du réacteur SLOWPOKE-2 et aussi pour la gestion des substances nucléaires qui se trouvent aux Installations. Pendant la période d'application du permis demandé, les installations SLOWPOKE contiendront une gamme variée de substances nucléaires. Ces substances nucléaires sont décrites dans les sections suivantes de la présente demande.

L'expérience vécue depuis 1998 révèle que l'analyse de sûreté est juste. La seule exception a été l'observation des substances radioactives et des produits de fission dans l'eau du réacteur à des niveaux supérieurs aux estimés de l'analyse de sûreté [16,38,39]. Une analyse subséquente [38,39] a fourni une explication satisfaisante pour ces produits de fission.

2.4.1. Événements initiateurs hypothétiques

Les événements initiateurs hypothétiques sont documentés dans le *Rapport de Sûreté* [16]. Parmi ces événements, le scénario le plus extrême est un tremblement de terre de large magnitude qui coïncidera avec un ajustement de réactivité à 4 mk et qui en plus sera accompagnée par l'inondation simultanée de tous les dix sites d'irradiation, inondation équivalente à une insertion de réactivité additionnelle de 2,3 mk, résultera dans un excès de réactivité de 6,3 mk. Cette valeur est plus petite que 8 mk, l'excès de réactivité qui rendra le réacteur SLOWPOKE prompt critique. En 1997, lors de la mise en fonction du nouveau cœur LEU du réacteur, les tests expérimentaux d'insertion rapide de réactivité jusqu'à 6,48 mk, montrent que l'insertion a été compensée par la réaction négative de réactivité due à l'augmentation de la température des composants du cœur, ce qui exclut une crise de criticité du réacteur SLOWPOKE à ce niveau d'insertion de réactivité positive.

Un tremblement de terre hypothétique de large magnitude pourrait engendrer la perte de l'eau de la piscine qui résulterait dans une réduction du blindage contre le rayonnement. Même dans ces conditions, les conséquences radiologiques resteront acceptables à cause du blindage additionnel assuré par les blocs de béton qui couvrent la piscine et à cause du fait que le réacteur SLOWPOKE contient 1,000,000 fois moins de radioactivité qu'un réacteur de puissance comme Gentilly-2.

2.4.2. Analyse des dangers

Le document d'analyse de sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, document RC-1598 [16], détaille amplement tous les dangers hypothétiques comme les tremblements de terre, l'inondation complète des installations, l'écrasement d'un avion sur le



bâtiment, explosion, incendie, etc. L'expérience de 46 ans d'opération du réacteur montre que ces dangers sont peu probables. Des plus, des mesures de mitigation sont mises en place pour prévenir et combattre tout danger qui peut causer une crise de sûreté du réacteur.

2.4.3. Sûreté-criticité

Le réacteur SLOWPOKE-2 doit être critique ou sur-critique quand il est en opération. Quand il n'est pas en opération, à partir du moment où l'opérateur a enlevé la clé du contact, il n'y a aucun mécanisme qui peut le rendre critique. Dans ce cas, il a un déficit de réactivité d'au moins 1,2 mk, et aucun phénomène ne peut augmenter la réactivité pour le rendre critique [16]. L'inondation d'un site d'irradiation, qui est l'insertion de réactivité maximale crédible [16], ajoute seulement 0,4 mk [16].

Lors de l'ajustement de la réactivité par ajout de plaques de béryllium, le réacteur est maintenu critique, et toute variation de réactivité imprévue est immédiatement remarquée par l'opérateur. Un réarrangement des pièces de l'assemblage critique ne peut pas augmenter la réactivité parce que ces pièces sont déjà dans leur configuration optimale.

L'excédent de réactivité limité à 4 mk, le coefficient de réactivité négatif et tous les autres facteurs qui font en sorte que le réacteur ne peut pas devenir prompt-critique pour atteindre des niveaux de puissance nuisibles, sont discutés en détail dans le *Rapport de Sûreté* [16].

Le cœur du réacteur mis à part, les Installations SLOWPOKE possèdent moins de 10 mg de matière fissile dans une capsule de calibration des détecteurs à matière fissile, quantité insuffisante pour rendre le réacteur prompt-critique dans l'hypothèse d'une insertion accidentelle de cette capsule de calibration.

2.5. Conception matérielle

Pendant la période d'application du permis demandé, de 2023 à 2033, il n'est prévu aucune modification aux équipements ou aux procédures d'opération du réacteur qui devrait nécessiter une analyse de sûreté supplémentaire.

Aucune modification aux équipements ou aux procédures d'opération du réacteur qui aurait une conséquence sur la conception physique des installations du réacteur n'est demandée dans cette demande de permis. À notre avis, les installations, les services et les équipements actuels assurent un rendement sûr, tel que prévu par l'analyse de sûreté de 1998.

En 2017, des nouveaux systèmes d'irradiation et de comptage automatique ont été installés sur les sites d'irradiation no. 1, 5, 6 et 8 du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal. Ces nouveaux systèmes externes n'ont pas apporté des modifications à la conception du réacteur et au fonctionnement du réacteur.



En 2011 le système de déplacement des blocs de béton de la piscine a été amélioré afin de le rendre plus sécuritaire pour le personnel du réacteur qui effectue cette opération.

Les travaux de mise en conformité des séparations coupe-feu des Installations SLOWPOKE ont été réalisés en août et septembre 2012.

En septembre 2013 les systèmes de ventilation et de climatisation des installations ont été mises à jour dans un projet d'envergure qui a inclus l'élimination de l'amiante de la tuyauterie afférente. Le système G14, ventilant le laboratoire, a été remplacé par un système moderne et automatisé. La modernisation a inclus aussi le ventilateur d'évacuation d'air G12-E de la salle du réacteur, y compris l'installation électrique et mécanique associée à sa cheminé d'évacuation.

2.5.1. Gouvernance de la conception

Le comité de sûreté des Installations SLOWPOKE veille à ce que la conception matérielle et l'opération et la maintenance du réacteur et de ses SSC se fassent en accord avec les procédures approuvées et conformément aux règlements de la CCSN. La gestion administrative suit les politiques en vigueur de Polytechnique Montréal, et les procédures spécifiques du *Manuel d'assurance de la qualité*, SLO-101 [6]. Aucune modification des SSC du réacteur n'est prévue pour la période d'autorisation demandée. L'autorité pour faire des modifications de ces SSC est toujours CNL.

2.5.2. Caractérisation du site

Le Laboratoire se trouve dans le pavillon principal de Polytechnique Montréal, situé sur le campus de l'Université de Montréal, 2900 Édouard-Montpetit, Montréal, Québec, H3T 1J4. La vue aérienne est donnée à la Figure 2, <https://www.polymtl.ca/renseignements-generaux/coordonnees-et-plans-dacces/plans-du-campus>.

Des descriptions détaillées de l'emplacement du Laboratoire, des caractéristiques démographiques de la géologie, de l'hydrologie, de la sismicité, de la météorologie et des effets externes du site de Polytechnique Montréal sont fournies à la Section 2 du *Rapport de sûreté* [16].

Figure 2. Vue aérienne du campus de Polytechnique Montréal



2.5.3. Conception de l'installation

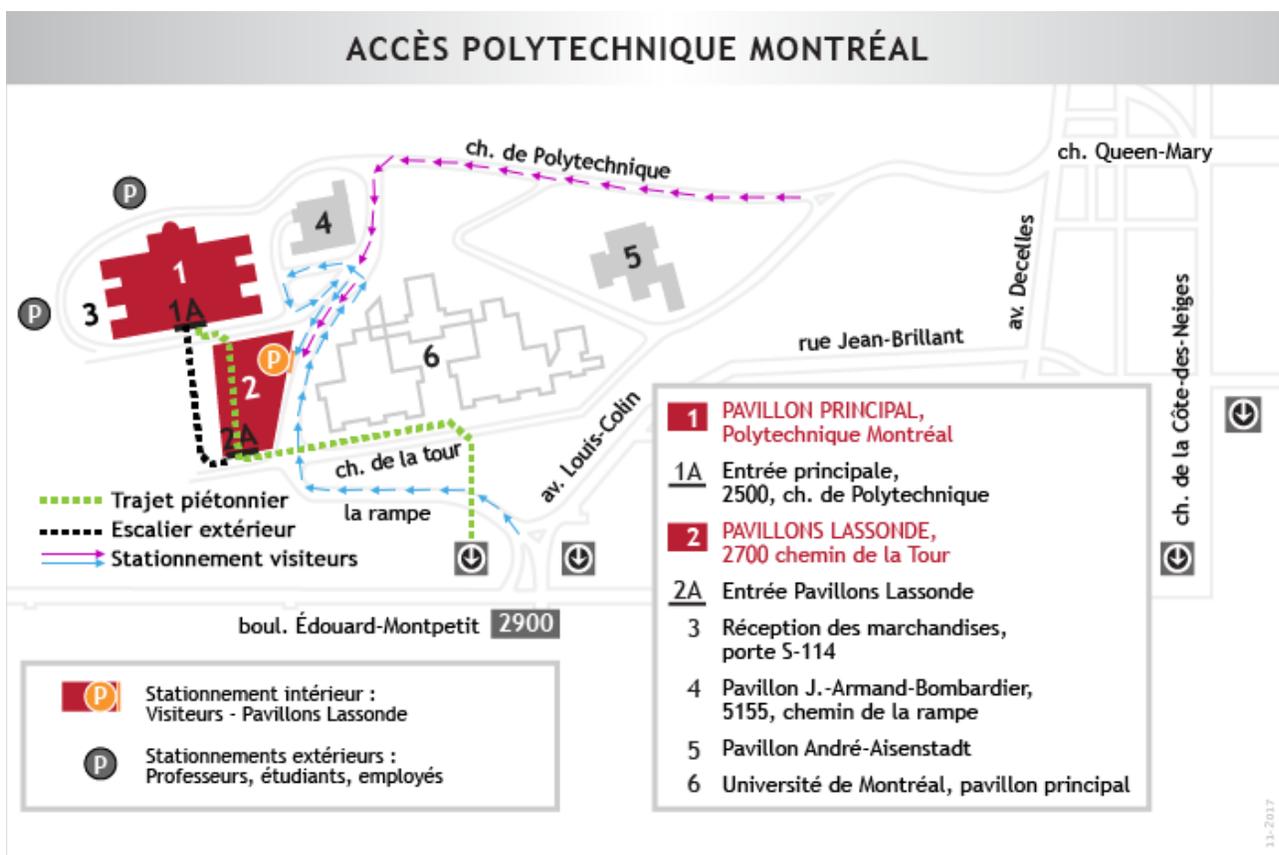
Nom de l'immeuble : Pavillon principal de Polytechnique Montréal, voir la Figure 3, *Plan du campus de Polytechnique Montréal*,

<https://www.polymtl.ca/renseignements-generaux/coordonnees-et-plans-dacces/plans-du-campus>

Principales utilisation : Établissement d'enseignement universitaire et activités de recherche.

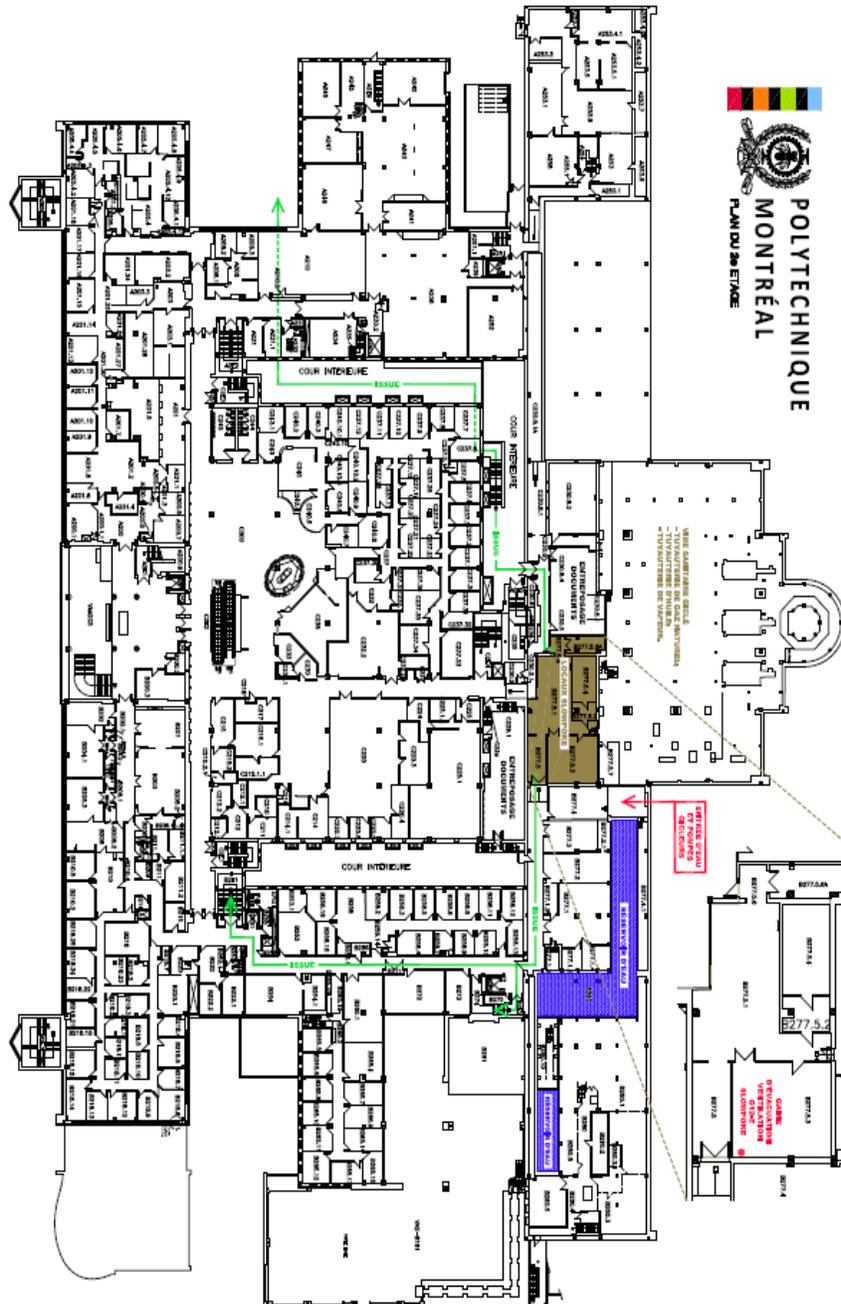
Bâtiment de 6 étages, et apprentis mécanique au 7^e étage.

Figure 3. Plan du campus de Polytechnique Montréal



Identification des limites des installations du SLOWPOKE-2 : voir la Figure 4. La salle des pompes, décrite à la page 4.2 du document [16], adjacente aux Installations SLOWPOKE, qui fournit toute l'eau de Polytechnique Montréal, est dotée de détecteurs de fuites d'eau, voir Figure 4.

Figure 4. Plan du 2^e étage du pavillon principal de Polytechnique Montréal





Les Installations SLOWPOKE sont formées par :

a) Le laboratoire d'analyse par activation neutronique

Ce laboratoire est utilisé quotidiennement pour la manipulation de substances radioactives et les surfaces de travail pourraient éventuellement être sujettes à une faible contamination radioactive.

b) L'entrepôt

Cet espace est utilisé pour le stockage des fournitures nécessaires à la préparation des échantillons d'analyse par activation neutronique ainsi que pour le stockage des pièces de rechange pour les SSC du réacteur. De plus, le hall de cet endroit comprend un évier et une douche mis aux normes en 2013.

c) La salle du réacteur

La salle du réacteur contient le pupitre de contrôle du réacteur, le système de déminéralisation de l'eau de la piscine, le système de déminéralisation de l'eau du réacteur, le système de ventilation, quatre contrôleurs d'irradiation (systèmes pneumatiques) avec leurs tubes, la piscine (couverte par de blocs de béton) et son contenu, notamment la cuve du réacteur et le réacteur.

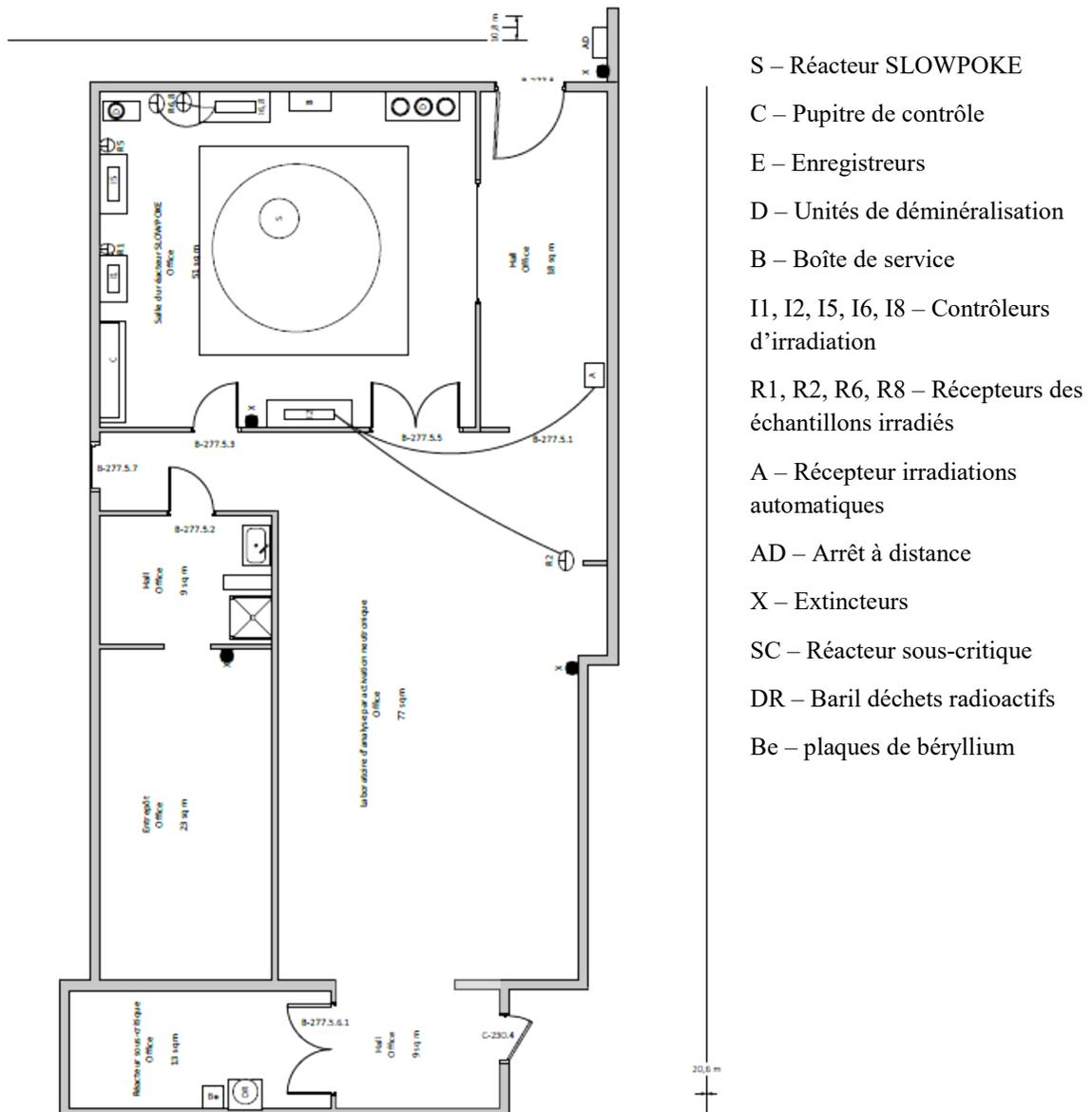
d) Le local de l'assemblage nucléaire non divergent

Présentement dans ce local nous entreposons les 16 tonnes de graphite de l'assemblage nucléaire non divergent qui seront prises en charge par CNL à la fin de mars 2022. On y trouve aussi les plaques de béryllium qui seront utilisées pour l'ajustement de la réactivité du réacteur, plaques stockées dans un endroit blindé, voir Figure 5. De plus, cette aire contient un baril dans lequel sont entreposés les déchets radioactifs de demi-vies moyennes et longues résultant de l'exploitation des Installations.

La description des salles des Installations SLOWPOKE et de Polytechnique Montréal, incluant les équipements et les systèmes permanents et leurs dangers potentiels, se trouve à la page 4.1 du document [16].

Les Installations se trouvent à l'intérieur du pavillon principal de Polytechnique Montréal, au 2^{ème} étage, [16] p. 2.4. Le plan des Installations SLOWPOKE a été donné à la Figure 5.

Figure 5. Plan du Laboratoire SLOWPOKE



2.5.4. Conception des systèmes et des composants

La description du réacteur, et de tous ses systèmes se trouve à la page 5.1 du document [16]. Il n'y a pas des SSC du réacteur qui fonctionnent sous pression élevée ou qui nécessitent du refroidissement mécanique. Les systèmes de ventilation et de climatisation ont été changés en 2013 et il est opéré à distance par un système automatique centralisé. L'air comprimé nécessaire au fonctionnement des contrôleurs d'irradiation est fourni par le système centralisé de Polytechnique Montréal. Le document [16] décrit cinq sites d'irradiation branchés à des contrôleurs; depuis l'an 2000, les sites 6 et 8 sont aussi branchés. La description du réacteur SLOWPOKE-2 et des équipements installés est reprise brièvement ici pour préciser les renseignements qui ont une pertinence sur la conception physique.

Le trou de la piscine a été creusé dans le roc. La piscine a un diamètre de 2,6 m et une profondeur 7 m. Le fond et les parois sont en béton renforcé d'acier et couvert de peinture époxy. Le volume d'eau, jusqu'à un niveau normal de 1,3 m sous le niveau du plancher, est de 27 000 L. Le système de déminéralisation de l'eau de la piscine fonctionne 24 heures sur 24. Les poutres qui supportent la cuve sont à 0,5 m sous le niveau du plancher, et la piscine est couverte par de blocs de béton.

La cuve du réacteur est suspendue dans la piscine et son axe est à 30 cm de l'axe de la piscine. Cette cuve scellée a trois fonctions : contenir les gaz radioactifs qui émanent de l'eau du réacteur, restreindre l'accès au réacteur et séparer l'eau de la piscine de l'eau qui est en contact avec le réacteur. La cuve est en deux sections boulonnées. La section supérieure est un tube en aluminium d'une épaisseur de 10 mm, d'une longueur de 4,4 m et d'un diamètre de 0,6 m. Le bout supérieur de cette section dépasse la surface de l'eau de 0,5 m et il est normalement fermé par un couvercle en aluminium. La section inférieure est fermée par son bout inférieur arrondi sur lequel est installé l'assemblage critique. La cuve contient 1 380 L d'eau qui n'est purifiée que lors de l'entretien hebdomadaire. Entre la surface de l'eau et le couvercle, il y a un volume de 108 L d'air qui est purgé lors de l'entretien hebdomadaire.

L'assemblage critique, donné dans le document d'*Analyse de Sûreté* [16], est installé sur le fond de la cuve. Des pièces de support en aluminium supportent le réflecteur fixe, un disque inférieur et un anneau d'un diamètre de 42 cm, tous deux en béryllium, d'une masse totale de 59 kg. Le combustible repose sur le disque inférieur à l'intérieur de l'anneau. Il s'agit d'une cage en Zircaloy d'un diamètre de 22 cm et d'une hauteur de 23 cm qui tient les 198 tiges de combustible. Les tiges ont une gaine en Zircaloy et chaque tige contient 28 g d'uranium, en forme d' UO_2 , enrichi à 19,89% en U-235.

La cage de combustible est tenue en place par un plateau en aluminium fixé au-dessus du réflecteur annulaire par les pièces de support. Des plaques de béryllium sont ajoutées au plateau environ tous les neuf ans pour augmenter la masse du réflecteur et ainsi compenser les pertes de réactivité. La barre de contrôle, une tige de cadmium entourée d'une gaine en aluminium, est suspendue dans un trou au centre du combustible, à travers un trou dans le plateau d'aluminium. La barre de contrôle



est suspendue par un câble en acier qui passe par un trou dans le couvercle de la cuve et s'enroule autour d'un tambour actionné par le moteur du système de contrôle.

Il y a deux thermocouples attachés en bas et en haut du réflecteur annulaire pour mesurer les températures de l'eau à l'entrée et respectivement à la sortie du cœur. Le détecteur de neutrons, une tige contenant du cadmium et qui fait partie du système de contrôle, est inséré dans le réflecteur annulaire au même rayon que les cinq sites d'irradiation intérieurs.

Les tubes en aluminium des cinq sites d'irradiation intérieurs sont insérés dans le réflecteur annulaire à un rayon de 15 cm et à des angles de 72°. Les tubes des cinq sites d'irradiation extérieurs sont placés à l'extérieur du réflecteur annulaire mais à l'intérieur de la cuve.

2.5.5. Traitement et contrôle des déchets

Au Québec, la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) définit clairement qu'employeurs et travailleurs doivent travailler conjointement à l'élimination des dangers à la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.

Les Installations SLOWPOKE font partie du Département de génie physique et les résidus dangereux ainsi que les substances chimiques présentes dans les Installations sont soumis aux procédures de SST du département. Polytechnique Montréal procède à l'inventaire de toutes les matières dangereuses présentes dans ses trois bâtiments. L'inventaire des matières dangereuses de Polytechnique Montréal est présentement disponible au bureau de la conseillère principale SST et il est disponible à chacun des postes de sûreté des pavillons de l'établissement.

Les déchets radioactifs des Installations sont assujettis aux procédures du *Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE* [15] et au *Manuel de Radioprotection* [29], procédures détaillées dans les sections suivantes.

2.5.6. Installations de commande

Le pupitre analogue de contrôle du réacteur a été installé en 1976 et mis à jour en 1997, et il est décrit dans le rapport RC-1598 de l'EACL [16]. Le système de contrôle du réacteur comprend ce pupitre ainsi que le système de démarrage et contrôle du réacteur, donc l'assemblage de la barre de contrôle, le détecteur de neutrons, l'enregistreur du flux de neutrons et de la position de la barre de contrôle, installé en 1997, les thermocouples attachés au réflecteur de l'assemblage critique, et aussi les moniteurs de rayonnement "Réacteur" et "Pièce" [15]. De plus, ce système alimente en électricité les contrôleurs d'irradiations, y compris la boîte de service à l'air comprimé ainsi que les systèmes de purification de l'eau de la cuve du réacteur et le système de déminéralisation de l'eau de la piscine. Lors de la mise en marche du réacteur en 1997, le système de contrôle a été réglé pour que le flux de neutrons soit égal à $10^{12}/\text{cm}^2/\text{s}$ dans le site d'irradiation #1 quand le réacteur opère au réglage maximal de $10 \times 10^{11}/\text{cm}^2/\text{s}$ dans le mode *AUTOMATIQUE*. En 1976, la puissance à ce réglage a été mesurée à 14 kW par une méthode indirecte. En 1997, après le changement de



combustible, la puissance a été mesurée à 19,8 kW pour le même flux de neutrons de $10^{12}/\text{cm}^2/\text{s}$ dans le site d'irradiation #1. Pour éviter la confusion, une puissance nominale de 20 kW a été adoptée pour décrire la puissance du réacteur à son réglage maximal. Pendant l'été 2021 Polytechnique Montréal a déployé un projet d'inspection et de documentation en format électronique de la circuiterie du pupitre de contrôle du réacteur. Cette première étape permettra par la suite de planifier les mesures de mitigation de vieillissement du pupitre de contrôle du réacteur.

Les alarmes *incendie*, *intrusion* et *radioactivité* sont contrôlées par un système centralisé géré par le Service de la sûreté institutionnelle de Polytechnique Montréal. La distribution de l'eau, de l'air comprimé, et les systèmes autonomes de ventilation et climatisation des installations SLOWPOKE sont centralisés avec les autres systèmes similaires de Polytechnique Montréal et ils sont gérés par le Service des immeubles.

2.5.7. Conception des structures

Le pavillon principal de Polytechnique Montréal est un bâtiment de six étages, aux dimensions de 181 m sur 123 m. Il sert pour l'enseignement et la recherche. Le bâtiment est une construction incombustible : charpente de béton, certains toits en pontage d'acier, murs extérieurs en maçonnerie et murs rideaux, cloisonnements intérieurs en maçonnerie ou cloisons sèches à charpente métallique.

Les Installations comprennent la salle du réacteur, le laboratoire d'analyse par activation neutronique, le local de l'assemblage nucléaire non divergent (réacteur sous-critique), et un entrepôt de matériel non-radioactif (autrefois appelé laboratoire de radiochimie). Les installations SLOWPOKE mesure 20,6 m maximum, dans la direction Est-Ouest, et 10,8 m maximum, dans la direction Nord-Sud. La salle du réacteur mesure 6,8 m dans la direction Est-Ouest et 7,5 m dans la direction Nord-Sud, avec un plafond à une hauteur de 4,4 m. Tous les planchers sont en béton. Tous les murs sont en blocs de béton, sauf les deux murs qui séparent la salle du réacteur du laboratoire d'analyse par activation neutronique, ainsi que les deux murs qui séparent le laboratoire d'analyse par activation neutronique de l'entrepôt; ceux-ci sont en gypse. Le laboratoire d'analyse par activation neutronique et l'entrepôt ont des faux plafonds à une hauteur 2,8 m.

2.6. Aptitude fonctionnelle

L'aptitude fonctionnelle des installations SLOWPOKE continue d'être en conformité avec le design initial de ces installations et elle répond aux exigences des règlements de la CCSN REGDOC-2.6.3 [40].

Les résultats des inspections annuelles de conformité effectuées par la CCSN et les vérifications du programme d'assurance de la qualité effectuées par le responsable d'assurance de la qualité de Polytechnique Montréal, accompagnés par les données d'exploitation du réacteur et par les opérations de maintenance et d'inspection des SSC du réacteur, données envoyées dans le rapport



annuel de conformité, indiquent que le réacteur SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal conserve son aptitude initiale au service. Un autre indicateur pertinent à l'aptitude au service est la dose annuelle moyenne reçue par un opérateur du réacteur : cette dose moyenne est de seulement 0,09 mSv.

2.6.1. Programme d'entretien

La gestion administrative, les procédures de gestion de la documentation, de la gestion des non-conformités et du contrôle des modifications aux équipements et aux procédures se trouvent dans le *Manuel d'assurance de la qualité* [6]. C'est le même document qui précise la manière dont le programme d'assurance de la qualité est vérifié et évalué régulièrement. Ce processus de vérification inclut les éléments de vérification et d'évaluation des registres de maintenance et d'inspection du réacteur et de ses SSC.

Les procédures d'opération, d'entretien des systèmes d'irradiations du réacteur, de manipulations des échantillons irradiés, de stockage des substances nucléaires, d'expédition de substances nucléaires et d'inspection se trouvent dans les manuels d'exploitation du réacteur [15], et les résultats de ces opérations sont inscrits dans les registres du réacteur.

L'entretien nucléaire suit les procédures du document [26]. À la suite d'une opération de maintenance nucléaire, l'ingénieur nucléaire, employé d'ÉACL, envoie au responsable du réacteur un rapport détaillant les travaux effectués ainsi que les résultats des tests de validation de mise en fonction des SSC affectés par ces travaux. Toutes les étapes d'entretien nucléaire sont dûment enregistrées dans le livre d'opération du réacteur.

2.6.2. Programme de gestion du vieillissement

Un élément extrêmement important dans la validation de l'aptitude au service d'un réacteur de 46 ans est la gestion de vieillissement. Le processus de la gestion de vieillissement du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, qui est soutenu par un ensemble de procédures de gestion, d'entretien et d'exploitation, a été détaillé dans le document [41]. Ce document a été revu et sa validité a été confirmée en accord avec le REGDOC-2.6.3 [40].

Parmi les mesures de gestion du vieillissement, il faut mentionner l'acquisition des pièces et de l'équipement des SSC des réacteurs SLOWPOKE-2 déclassés par L'Université de Dalhousie en 2011, par L'Université d'Alberta à Edmonton en 2017 et par le SRC en 2020. Le système de déminéralisation de l'eau de la piscine du réacteur a été changé en 2020/2021. En vue de la mitigation du vieillissement du pupitre de contrôle du réacteur, la circuiterie de ce système a été inspectée, mise à jour et documentée en 2021. En 2015, Polytechnique Montréal a été partie intégrante du projet de changement du combustible de HEU à LEU du réacteur SLOWPOKE-2 de ICENS de Jamaïque.



2.6.3. Programmes d'inspections et d'essais périodiques

L'opération et l'entretien du réacteur sont effectués selon les procédures du *Manuel d'exploitation* [15]. Le réacteur est opéré jusqu'à cinq jours par semaine durant les heures normales de travail et une vérification des SSC précède l'opération du réacteur. L'entretien de routine est effectué une fois par semaine, complété avec un entretien mensuel et une inspection annuelle de l'ensemble de SSC et de l'infrastructure du réacteur.

Tous les utilisateurs de substances nucléaires prescrites sont suivis par dosimétrie trimestrielle. Les procédures reliées à la radioprotection se trouvent dans les documents [15,29].

Le *Manuel d'exploitation* [15] contient la procédure de surveillance des émissions radioactives du réacteur, procédure qui a été développée à partir des analyses documentées dans les rapports [38,39] soumis à la CCSN.

La maintenance des systèmes de sécurité et de réponse aux alarmes est gérée par le Service de la sûreté institutionnelle. Ces systèmes sont vérifiés deux fois par année, et les résultats de ces inspections sont envoyés à la CCSN dans les rapports annuels de conformité des Installations SLOWPOKE. C'est le même service qui assure la maintenance des systèmes de protection incendie. Le Service de la sûreté institutionnelle procède à des inspections annuelles du système de gicleurs automatiques et des avertisseurs incendie et à des inspections mensuelles des extincteurs des Installations [15].

La maintenance de l'aptitude au service du réacteur et de ses SSC a un impact direct sur le déclassement du réacteur et sur la validité de l'avant-projet de déclassement pour le Laboratoire SLOWPOKE de Polytechnique Montréal. L'avant-projet de déclassement est révisé aux cinq ans. Deux nouvelles versions de ce document ont été produites en 2022 [37].

2.7. Radioprotection

Le programme de radioprotection des Installations SLOWPOKE [15,29] est en accord avec REGDOC-2.7.1 *Radioprotection* [43]. Ce programme a pour but de minimiser les doses reçues par le personnel, les étudiants et le public. L'application de ce programme entre 2012 et 2022 a résulté dans la diminution de la dose annuelle moyenne reçue par personne de 0,12 mSv à 0,09 mSv. Le programme sera maintenu pendant la période d'application du permis demandé, et les résultats devraient être similaires.

2.7.1. Application du principe ALARA

L'application du principe ALARA est détaillé dans le *Manuel d'exploitation* [15] ainsi que dans le *Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal* [29], procédures qui assurent que l'exposition aux rayonnements provenant de ces substances radioactives est maintenue au plus bas raisonnablement possible.



Toute personne qui manipule des substances radioactives au Laboratoire SLOWPOKE doit limiter le plus possible le temps passé près de la substance pour le maintenir au moins en bas des valeurs données dans le Tableau 1, où sont indiquées les limites à ne pas dépasser en une année. Ces limites sont calculées en fonction de l'intensité de la source, en supposant que la personne est à une distance de 50 cm de la source, en moyenne, pendant la manipulation. La dernière ligne du tableau indique que les sources qui donnent un débit de dose supérieur à 5 mSv/h à 50 cm (ce qui correspond à une lecture au moniteur de 500 mR/h à 50 cm ou 125 mR/h à 1 m) ne peuvent pas être manipulées; ces sources doivent demeurer dans un contenant blindé.

Tableau 1. Limites de temps de manipulation de sources radioactives aux Installations SLOWPOKE

débit de dose à 50 cm de la source	lecture du moniteur à 50 cm de la source	temps limite	dose totale
<5 μ Sv/h	<0,5 mR/h	20 h	<100 μ Sv
<50 μ Sv/h	<5 mR/h	2 h	<100 μ Sv
<500 μ Sv/h	<50 mR/h	0,2 h	<100 μ Sv
<5000 μ Sv/h	<500 mR/h	0,02 h	<100 μ Sv
>5000 μ Sv/h	>500 mR/h	0 h	0 μ Sv

De plus, l'application du principe ALARA maintient les doses internes au minimum plus bas que les doses externes. Une substance radioactive peut être transférée des mains à la bouche si les mains sont contaminées. Afin d'éviter la contamination, les substances sont scellées dans des capsules avant d'être irradiées, les opérateurs portent des gants en plastique pour manipuler les substances radioactives et le personnel se lave les mains à la sortie du laboratoire. Toute surface de travail contaminée doit être nettoyée immédiatement selon les procédures [15].

L'air du laboratoire peut contenir de l'Ar-41 provenant de l'air activé dans les capsules irradiées et de l'air activé dans les tubes des systèmes d'irradiation. Un ensemble des procédures d'entretien et d'exploitation réduit la probabilité de ce type d'exposition [15].

2.7.2. Contrôle des doses aux travailleurs

La dosimétrie du personnel de Polytechnique Montréal est assurée par le Secteur santé et sécurité. La dosimétrie est faite aux trois mois. Les politiques et les procédures corporatives de Polytechnique Montréal sont définies dans *Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal* [29], lequel est présentement sous révision et sera présenté avec la demande de renouvellement du permis, prévue pour le 30 novembre 2022.



Tous les utilisateurs de substances nucléaires prescrites portent des dosimètres TLD, et ils sont suivis par dosimétrie trimestrielle. Les résultats sont conservés au bureau du responsable de la radioprotection pour consultation. Les utilisateurs qui reçoivent une dose sont avisés par courriel et des rencontres sont planifiées avec les personnes qui dépassent le seuil d'intervention établi à l'interne de Polytechnique Montréal, c'est-à-dire 0,5 mSv. Si le seuil d'intervention sur un rapport d'exposition est dépassé, une intervention immédiate est planifiée auprès de l'utilisateur et du responsable du laboratoire dans lequel cette personne travaille ou étudie, afin de les informer de la situation et d'observer les méthodes et les procédures de travail. Au besoin, un arrêt des activités est demandé.

Les surfaces sujettes à une contamination radioactive hypothétique sont vérifiées lors de l'entretien hebdomadaire selon les procédures du *Manuel d'exploitation* avec un seuil d'intervention de 0,05 Bq/cm³ sur une surface de 100 cm² [15]. Les événements de contamination sont décrits en détail dans le registre de l'entretien et dans le registre des non-conformités et les cahiers de ce registre seront conservés jusqu'au déclassement. Les détails de chaque événement de contamination incluent l'endroit de la contamination, le radio-isotope, et l'activité avant et après nettoyage.

Depuis 1997, le débit de dose moyen dans la salle du réacteur et dans le laboratoire d'analyse par activation, provenant du réacteur et de ses systèmes auxiliaires, est de 0,2 µSv/h. Ainsi, une personne qui travaille 1000 heures par année au laboratoire aurait une dose annuelle de 0,2 mSv de cette source.

2.7.3. Rendement du programme de radioprotection

Au cours des dernières années, aucun membre du personnel n'a été désigné *travailleur du secteur nucléaire*. De plus, nous n'avons eu aucun incident au cours duquel une personne aurait pu être exposée à des rayonnements d'une nature ou d'une intensité inhabituelle. Aucun utilisateur de substances nucléaires n'a donc dépassé le seuil d'intervention établi à l'interne pour Polytechnique Montréal, c'est-à-dire 0,5 mSv, et la tendance annuelle est à la baisse.

Pour les opérateurs du réacteur, ceux qui sont les plus exposés quotidiennement, la dose annuelle moyenne reçue par personne est seulement de 0,09 mSv. Au vu de ces valeurs très faibles, Polytechnique Montréal considère que ses mesures de radioprotection sont efficaces et s'apprête à maintenir son présent programme ALARA.

2.7.4. Contrôle des risques radiologiques

Polytechnique Montréal maintient des programmes de radioprotection, de contrôles radiologiques, de manutention des matières dangereuses, de sécurité du travail et de protection environnementale. Polytechnique Montréal fait souvent appel à des organismes extérieurs pour appuyer ces programmes : cours de radioprotection, lecture des dosimètres, vérification de contamination radioactive, élimination de déchets toxiques.



Le personnel des installations SLOWPOKE et les utilisateurs des installations sont responsables d'appliquer les procédures de radioprotection de Polytechnique Montréal. Le responsable des Installations SLOWPOKE applique les procédures de radioprotection et veille que les opérateurs du réacteur les respectent et qu'ils soient informés de la mise à jour de ces procédures [15,29]. Le responsable des installations assure que les moniteurs de rayonnement sont fonctionnels et qu'ils sont vérifiés régulièrement en accord avec les procédures d'entretien [15].

Le responsable de Polytechnique Montréal assure que le personnel du Service de la sûreté institutionnelle de Polytechnique Montréal a la formation requise pour l'intervention lors d'une alarme radiation aux Installations [43].

Tout entreposage du matériel radioactif est fait en accord avec les règlements de la CCSN et avec les procédures en vigueur. Le responsable des installations SLOWPOKE maintient un inventaire des sources radioactives et un inventaire des déchets radioactifs. Les inventaires du matériel radioactif sont communiqués à la CCSN dans le rapport annuel de conformités des installations.

L'intégrité des sources scellées ainsi que la calibration des moniteurs de rayonnement sont vérifiées par un organisme extérieur, Contex Environnement, qui agit aussi comme consultant externe pour la formation en radioprotection du personnel de Polytechnique Montréal.

Les dosimètres TLD sont fournis et analysés par le service national de dosimétrie de Santé Canada.

Selon le type d'incident de contamination, le responsable des installations ou le responsable de la radioprotection informeront la CCSN selon le REGDOC-3.1.2 [30].

2.8. Santé et sécurité classiques

Polytechnique Montréal respecte les exigences des lois et règlements québécois en matière de santé et sécurité du travail [44], ainsi que des lois et règlements de la CCSN, notamment Le REGDOC-2.8.1, *Santé et sécurité classiques* [45].

Les actions en santé et sécurité visent à satisfaire ou excéder les exigences de la *Loi et les règlements sur la santé et la sécurité du travail* de Québec, (RLRQ, c. S-2.1) [44] qui définit clairement que les employeurs et les travailleurs doivent travailler conjointement à l'élimination des dangers à la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs.

Outre le *Manuel de radioprotection* [29], à Polytechnique Montréal la gestion de la santé et de la sécurité est encadrée par la *Politique concernant la gestion de la santé et sécurité* [46], laquelle est disponible à l'adresse suivante : http://www.polymtl.ca/sg/docs_officiels/1310gss.htm.

2.8.1. Pratiques

La Direction de Polytechnique Montréal assure l'implémentation de cette politique ainsi que les ressources nécessaires pour sa mise en application. Le département de génie physique nomme le responsable SST ainsi que le comité SST départemental qui est chargé de vérifier les méthodes de



travail, l'équipement et le matériel de protection individuel et collectif, ainsi que leurs utilisations adéquates. Le comité SST du département de génie physique effectue des inspections SST régulières des Installations SLOWPOKE, informe le responsable des installations sur les actions correctives et, finalement, vérifie si ces actions ont été appliquées de manière satisfaisante.

Le secteur santé et sécurité est responsable de la gestion des résidus dangereux, incluant les substances nucléaires résiduelles, pour l'ensemble de Polytechnique Montréal.

Le responsable des installations SLOWPOKE assure que les Installations sont maintenues de manière sécuritaire, en propreté et en ordre; il assure que les dangers sont évalués, éliminés ou contrôlés. Il assure que le personnel n'est pas exposé aux dangers qui peuvent affecter leur santé; il assure que les conditions dangereuses sont identifiées et qu'un affichage et des barrières adéquates y sont installées.

Mis à part des substances radioactives mentionnées à la section antérieure du présent document, les autres substances dangereuses entreposées dans le périmètre des installations du réacteur SLOWPOKE-2 sont données en ce qui suit :

- a) Le réflecteur du réacteur est en Be métallique : un anneau de 43,7 kg, un disque de 15,4 kg et des plaques d'une masse totale de 0,7 kg. Il y a aussi des plaques d'une masse totale de 8,0 kg, dans un coffre en acier verrouillé, qui peuvent être ajoutées au réflecteur au besoin;
- b) Le système d'arrêt auxiliaire du réacteur utilise 10 capsules contenant chacune 13 g de Cd métallique. Le Cd est contenu dans des capsules en polyéthylène;
- c) Au Laboratoire SLOWPOKE, il y a 6 000 kg de Pb métallique, sous forme de briques, qui sont utilisées comme blindage;
- d) Derrière le système de contrôle du réacteur se trouvent trois accumulateurs plomb-acide, deux de 6 V et un de 12 V.
- e) À l'occasion, des substances chimiques sont achetées en très faible quantité afin d'effectuer des expériences scientifiques. Il n'est pas possible de prévoir à l'avance quelles substances seront utilisées. Toutes les substances chimiques accompagnées de leur emplacement précis sont enregistrées dans le registre des fiches signalétiques SIMDUT du laboratoire.

Depuis 1976, l'année de la mise en fonction du réacteur SLOWPOKE-2, le personnel des installations n'a subi aucune blessure ou accident impliquant des substances dangereuses, nucléaires ou chimiques. En addition, aucune blessure impliquant des substances nucléaires n'est responsable d'un arrêt de travail de la part de l'un de nos employés ou étudiants.

2.9. Protection de l'environnement

À Polytechnique Montréal, la protection de l'environnement relève de différents secteurs, notamment du secteur santé et sécurité, lequel s'assure de la saine gestion des résidus dangereux. Ces derniers sont récupérés à la source dans les laboratoires et les ateliers et sont éliminés par des fournisseurs de service dûment autorisés à récupérer ces substances.



Les installations SLOWPOKE n'auront aucun impact mesurable sur l'environnement. Les rejets de substances radioactives dans l'environnement seront en deçà des normes et seront maintenus aussi bas que possible. Le responsable des installations a la responsabilité d'établir ces politiques et de les appliquer.

Les émissions de substances radioactives peuvent avoir des effets potentiels sur l'environnement et la sécurité des personnes. Les installations SLOWPOKE n'ont pas d'émissions de substances radioactives solides et liquides [16,39]. Les émissions de substances radioactives gazeuses sont faibles [16,39]. La substance radioactive émise ayant la plus grande activité est l'Ar-41 provenant de l'activation de l'argon dans les systèmes d'irradiation [16,39]. La deuxième est le produit de fission Xe-133 [16,39].

2.9.1. Contrôle des effluents et des émissions

Les gaz radioactifs quittent la salle du réacteur quand ils entrent dans le conduit de ventilation situé au-dessus du système de purification de l'eau de la piscine du réacteur. Les gaz radioactifs quittent le conduit de ventilation au-dessus du 6^e étage (le toit) de Polytechnique Montréal.

Nous avons deux types de rejets dans l'environnement de substances radioactives : rejets dans l'atmosphère d'argon radioactif des systèmes d'irradiation et rejets dans l'atmosphère de produits de fission. Ce sont des gaz inertes qui émettent des rayons bêta et gamma.

Les gaz radioactifs sont dilués dans l'air du conduit de ventilation, qui a un débit de 5,7 m³/min ou 95 L/s. Les émissions maximales par semaine ont été calculées dans la référence [39]. Ce document détaille la méthode de mesure des émissions hebdomadaires des rejets de gaz radioactifs, qui est reprise dans le *Manuel d'exploitation* [15].

Jusqu'à janvier 2021 la soude caustique et l'acide, utilisés pour régénérer les résines du système de purification de l'eau de la piscine, étaient dilués dans de l'eau et ensuite envoyés à l'égoût. Cette opération était faite deux fois par année et utilisait 3 kg de NaOH et 10 L de HCl à 37 %. Le NaOH est dilué dans 83 L d'eau et le HCl dans 68 L d'eau. Depuis la mise en fonction du nouveau système de déminéralisation de l'eau de la piscine, la régénération des résines de ce système est effectuée par la compagnie Culligan spécialisée dans ce type d'opération.

2.9.2. Système de gestion de l'environnement

À Polytechnique Montréal, la protection de l'environnement est détaillée dans le document *Politique en matière de protection, de gestion et de promotion de l'environnement*, document disponible à l'adresse http://www.polymtl.ca/sg/docs_officiels/1310env2.htm#2. Cette politique a été remplacée par la *Politique en matière de développement durable* [47], adoptée par le Conseil d'administration le 27 janvier 2011 et qui est disponible sur le site web à l'adresse électronique mentionnée ci-haut. Le document SLO-201 *Manuel d'exploitation* [15] énonce la majorité des procédures de gestion de déchets, des produits de fission dans l'eau du réacteur, la réduction des



émissions de gaz radioactifs, ainsi que les procédures d'entretien des installations. Ces procédures sont complétées par celle du Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal [29], et par les activités départementales SST en accord avec *Politique concernant la gestion de la santé et sécurité* [46]. L'implémentation de cet ensemble des politiques et procédures résulte dans un impact non-mesurable sur l'environnement.

Polytechnique Montréal met en œuvre un système de gestion environnementale visant à garantir l'engagement de la direction envers la protection de l'environnement, à soutenir l'amélioration continue et à promouvoir et mettre en place des occasions de formation en matière de l'environnement tant pour les étudiants que pour le personnel et le public en général.

2.9.3. Évaluation et surveillance

Le contrôle de qualité de la prise de l'échantillon d'eau du réacteur est assuré par l'application stricte des procédures établies pour l'entretien hebdomadaire. La justesse de la mesure de l'activité de Xe-133 dans l'eau est assurée par le programme de contrôle de qualité du fonctionnement des spectromètres de rayons-gamma. Chaque mois, une source étalon est comptée sur chaque spectromètre et les surfaces des pics à quatre énergies différentes sont vérifiées.

Si une augmentation de l'activité de l'eau du réacteur indique que les rejets de produits de fission gazeux seront plus de quatre fois les rejets moyens, notre procédure d'entretien hebdomadaire [15] stipule que l'opération du réacteur sera suspendue en attendant de corriger la situation.

Des détecteurs de radiations sont installés à l'intérieur de la piscine et de la pièce où se trouve le réacteur SLOWPOKE-2. Des procédures d'intervention conservatrices ont été développées, relativement à ces alarmes, avec les agents de sûreté afin d'assurer la santé et la sécurité des agents, des employés et du publique.

Toute activation de matières radioactives envoyées à l'extérieur des installations doit préalablement recevoir l'autorisation du responsable des installations et du responsable de la radioprotection.

De plus, toute modification à l'inventaire de substances nucléaires d'un laboratoire doit faire l'objet d'une demande auprès du responsable de la radioprotection et en recevoir l'autorisation. Des formulaires de demande de modification aux permis internes ont été développés à cet effet.

Le transport de matières nucléaires à l'intérieur des pavillons de Polytechnique Montréal se fait en utilisant le blindage nécessaire pour éviter l'exposition du transporteur et du public. Au besoin, des doubles contenants étanches sont utilisés pour prévenir tout déversement.

Le transport de matières nucléaires à l'extérieur des pavillons de Polytechnique Montréal doit également recevoir l'autorisation du responsable de la radioprotection et doit se faire conformément à la réglementation en vigueur. Ces informations sont définies dans le *Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal* [29].

2.9.4. Protection du public

Les rejets à l'égout d'eau contenant des produits de fission ont été réduits à zéro en 2001 en changeant la procédure pour la manipulation de l'échantillon d'eau du réacteur prélevé pour la mesure d'activité. L'échantillon est maintenant retourné à la cuve du réacteur [15].

Nous avons deux types de rejets à l'environnement de substances radioactives, rejets à l'atmosphère d'argon radioactif des systèmes d'irradiation et rejets à l'atmosphère de produits de fission. En 1997, les rejets dans l'atmosphère de produits de fission gazeux ont été réduits d'un facteur de 433 par le changement du combustible HEU pour le combustible LEU [38,39].

La production de substances radioactives est limitée par notre politique d'opérer le réacteur seulement le temps nécessaire pour effectuer le travail à faire. La meilleure gestion d'utilisation du réacteur a apporté une réduction de plus que 30% des rejets à l'environnement de substances radioactives. Pour l'analyse par activation neutronique, nous avons acheté des détecteurs de rayons gamma plus efficaces, ce qui réduit la quantité de radioactivité nécessaire pour atteindre le même résultat. Le Tableau 2 donne les émissions pour les 52 semaines entre le 1^{er} janvier 2020 et le 31 décembre 2020 présenté à la CCSN dans le rapport annuel de conformité des Installations SLOWPOKE [48].

Tableau 2. Émissions hebdomadaires moyennes de gaz radioactifs

Nuclide	Demi-vie	Émissions moyennes par semaine, jan./déc. 2020
Ar-41	1.82 h	72 MBq
Xe-133	5.24 j	0,32 MBq
Xe-135	9.10 h	0,13 MBq

Les rejets dans l'atmosphère de produits de fission gazeux sont limités en effectuant la purge le lundi matin, ce qui leur a permis de décroître pendant plus de deux jours pendant la fin de la semaine [15].

Les rejets de particules radioactives dans les systèmes d'irradiation et dans la cuve du réacteur dans une situation imprévue sont limités par des filtres HEPA installés sur les tubes des contrôleurs d'irradiation.

2.9.5. Évaluation des risques environnementaux

Afin de répondre aux exigences du REGDOC-2.9.1, *Protection de l'environnement* [49] et afin d'être en conformité avec les normes CSA N288.6, *Évaluation des risques environnementaux aux installations nucléaires de catégorie I et aux mines et usines de concentration d'uranium* [50], le



premier document d'évaluation des risques environnementaux a été finalisé, SLO-903 Rev 00, *Évaluation des risques environnementaux des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, soumis à la CCSN en novembre 2022 [51]. L'approche que Polytechnique Montréal suit prend en compte les résultats d'évaluation de ses Installations SLOWPOKE et de leurs impacts sur l'environnement. En suivant une approche conservatrice en accord avec REGDOC-2.9.1, l'analyse préliminaire des données d'exploitation du réacteur SLOWPOKE-2 accumulées au long de 46 ans d'opération indique que les installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal ont un impact minimal sur l'environnement.

2.10. Gestion des urgences et protection-incendie

La gestion des urgences nucléaire des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal se fait en accord avec la réglementation de la CCSN REGDOC-2.10.1, *Préparation et intervention relatives aux urgences nucléaires* [52].

La Corporation de l'École Polytechnique Montréal, titulaire du permis d'exploitation du réacteur SLOWPOKE-2, PERFP-9A.01/2023, émis par la CCSN, maintient et utilise un programme de protection incendie, ou PPI, qui est assujéti aux codes du bâtiment et de prévention incendie de la province de Québec P-5.1 *Règlement sur la prévention des incendies* appliqué par le niveau municipal, qui a adopté le *Code national de prévention des incendies du Canada 1990* (CNPI). Le PPI de Polytechnique Montréal couvre les installations SLOWPOKE.

À Polytechnique Montréal, la gestion des urgences se fait selon sa politique corporative, soit la *Politique opérationnelle en matière de gestion des mesures d'urgence et de gestion de crise*, [53] disponible sur son site web à l'adresse suivante :

http://www.polymtl.ca/sg/docs_officiels/1310urg2.php

Cette politique est accompagnée par une ensemble des procédures d'intervention qui sont centralisées dans le système informatisé géré par le Service de la sûreté institutionnelle. Les installations SLOWPOKE ont une *Procédure d'Intervention pour une Situation d'Urgence RÉACTEUR NUCLÉAIRE SLOWPOKE* [44] qui doit être suivie à la lettre.

2.10.1. Préparation et intervention en cas d'urgence nucléaire

La procédure d'intervention pour situation d'urgence [43] inclut les procédures d'alarme radioactive *Pièce* et la procédure d'alarme radioactive *Réacteur*, alarmes déclenchées par les moniteurs de rayonnement ayant les mêmes noms. Les alarmes sont identifiées instantanément par leur instrument/dispositif déclencheur, et le système automatisé initie les appels téléphoniques au personnel d'intervention. Ces intervenants suivent la procédure d'intervention à la lettre tout en surveillant la radioactivité des locaux concernés et dans toute circonstance qui découle de l'opération anormale de l'installation et qui présente un risque accru. Les étapes à suivre sont claires et assurent que pour chaque tâche il y a plusieurs intervenants qui seront disponibles en tout temps.



Tous les intervenants sont formés de manière théorique et pratique sur les procédures d'intervention d'urgence.

Suite à un incident qui a ou qui aurait pu exposer aux rayonnements le personnel de Polytechnique Montréal ou la population avoisinante, le responsable des installations doit rédiger un rapport détaillé de l'incident et l'adresser à la CCSN. Le premier jour de travail suivant l'incident, le responsable des installations doit communiquer par téléphone avec un représentant de la CCSN pour lui signaler l'événement.

2.10.2. Préparation et intervention en cas d'urgence classique

Une effraction peut être détectée par les alarmes intrusion périmètre, par le personnel des installations SLOWPOKE ou par un agent de sûreté durant sa ronde. La procédure d'intervention pour situation d'urgence [43] inclut la procédure d'alarme *Intrusion*. Tous les intervenants sont formés de manière théorique et pratique sur les procédures d'intervention d'urgence. L'agent de sûreté doit suivre la procédure à la lettre. Cette procédure prévoit que l'agent doit appeler la police de la Ville de Montréal. Les policiers du poste de police du quartier avoisinant Polytechnique Montréal sont familiarisés avec les Installations lors des visites organisées par le Service de la sûreté institutionnelle. La police fera enquête, de concert avec le responsable de la sécurité de Polytechnique Montréal. Dans le cas d'effraction dans la salle du réacteur, le responsable des installations avisera immédiatement la CCSN.

2.10.3. Préparation et intervention en cas d'incendie

Les mesures et les systèmes de protection incendie sont gérés par le Service de la sûreté institutionnelle. L'intégrité des séparations coupe-feu des installations SLOWPOKE est la responsabilité du Service des immeubles de Polytechnique Montréal. Le comité SST du département de génie physique assure qu'il n'y a pas des substances inflammables et du matériel de combustion à l'intérieur du périmètre des Installations SLOWPOKE, tout en conformité avec le *Code national de prévention des incendies 2010* [55].

En 2011 Polytechnique Montréal a identifié les mesures correctives de mise en conformité des séparations coupe-feu des Installations, ainsi que les ressources nécessaires. Les travaux de mise en conformité des séparations coupe-feu ont été réalisés en septembre 2012. Une fois ces mesures accomplies, le Service des immeubles procède à des inspections annuelles des séparations coupe-feu de l'installation SLOWPOKE et donne ses commentaires qui sont intégrés dans l'évaluation annuelle du programme d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal.

La procédure d'intervention pour situation d'urgence [43] inclut la procédure d'alarme *Incendie*. Le plan des mesures d'urgence de Polytechnique Montréal comprend le registre des formations données par l'agent de développement des mesures d'urgence (MU) au personnel d'évacuation,



agents et entrepreneurs, les procédures d'intervention d'urgence du *Plan de mesures d'urgence* incluant les procédures pour les installations SLOWPOKE (Réacteur nucléaire); le document explicatif de la gestion des documents de la sûreté, l'organigramme du Service de la sûreté et l'organigramme de la chaîne de commandement pour les interventions d'urgence, le rapport d'analyse rédigé par l'agente en MU à la suite des exercices d'évacuation, les rapports d'exercice rédigés par les adjoints opérationnels à la suite des exercices d'évacuation et les scénarios élaborés pour ces mêmes exercices d'évacuation, le rapport reçu de l'agent de prévention de Sécurité Incendie Montréal à la suite des exercices d'évacuation.

Tous les intervenants sont formés de manière théorique et pratique sur les procédures d'intervention d'urgence. Les pompiers de la caserne du quartier Outremont avoisinant Polytechnique Montréal sont familiarisés avec les Installations lors des visites organisées par le Service de la sûreté institutionnelle. Dans le cas d'incendie dans le périmètre des Installations SLOWPOKE, le responsable des installations avisera immédiatement la CCSN.

2.11. Gestion des déchets

La gestion des déchets des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal se fait en accord avec les règlements de la CSSN énoncés dans le REGDOC-2.11 *Cadre de gestion des déchets radioactifs et du déclassé au Canada* [56] et REGDOC-2.11.1 *Gestion des déchets, tome I : Gestion des déchets radioactifs* [57].

À Polytechnique Montréal, la gestion de déchets relève de différents secteurs, notamment du Secteur santé et sécurité, lequel s'assure de la saine gestion des résidus dangereux. Les résidus dangereux sont récupérés à la source dans les laboratoires et ateliers et sont éliminés par des fournisseurs de service dûment autorisés à récupérer ces substances.

La gestion des déchets réguliers relève du Service des immeubles de Polytechnique Montréal. Selon sa *Politique en matière de développement durable* [15], Polytechnique Montréal continue d'améliorer ses mesures de réduction du volume de déchets et ses initiatives en matière de recyclage.

Les politiques, les règlements et les procédures pour la gestion des échantillons irradiés se trouvent dans le *Manuel d'exploitation* [15]. Des politiques, des règlements et des procédures additionnelles pour la manipulation de substances nucléaires se trouvent dans le *Manuel de Radioprotection de Polytechnique Montréal* [29].

2.11.1. Caractérisation des déchets

Les échantillons irradiés sont entreposés temporairement dans les trois récepteurs blindés. Ils peuvent être sortis des récepteurs afin d'effectuer les mesures ou afin de les préparer pour l'expédition. Ils peuvent également être transférés dans les deux contenants blindés mobiles pour



stockage pour une durée maximale d'une semaine. Une fois les mesures terminées, ils sont placés dans des sacs, étiquetés avec la date, et stockés dans le baril de déchets radioactifs.

Certains échantillons irradiés et autres petites sources radioactives, qui sont utilisés régulièrement pour la vérification des détecteurs de rayons-gamma, sont stockés dans la boîte en plomb de forme carrée située dans la salle du réacteur.

Les échantillons les plus radioactifs, qu'il est prévu d'activer au réacteur, auront des activités de l'ordre de 1 GBq. Tous les échantillons irradiés sont contenus dans des capsules en polyéthylène. Après la fin des mesures expérimentales, les échantillons irradiés sont placés dans le baril de déchets radioactifs. L'inventaire radioactif annuel du baril se situe autour de quelques MBq, et l'inventaire est détaillé et rapporté à la CCSN dans le *Rapport annuel de conformité* [48]. La gestion des déchets radioactifs est détaillée dans les procédures du *Manuel d'exploitation* [15].

2.11.2. Réduire les déchets au minimum

Les installations SLOWPOKE ont une politique de minimisation du volume des déchets radioactifs. L'activité des substances irradiées au réacteur est réduite au niveau le plus bas possible par une bonne planification des expériences. L'activité minimale requise est réduite en utilisant des détecteurs de rayons-gamma d'une plus grande efficacité et en les plaçant le plus près possible du montage à étudier. Pour l'analyse par activation neutronique, on active les échantillons pour produire seulement l'activité minimale requise pour déterminer les éléments recherchés avec la précision désirée et avec des temps de comptage raisonnables. Avant de déterminer le temps d'irradiation de l'échantillon, il faut prédire l'activité qui sera produite en se basant sur la composition connue de l'échantillon ou en faisant un essai avec un temps d'irradiation très court. Cette activité minimale requise est réduite en utilisant des détecteurs de rayons-gamma de plus grand volume et en comptant les échantillons plus près du détecteur.

En 2017 Polytechnique Montréal a éliminé son ancien baril de déchets radioactifs par une compagnie certifiée pour ce type de services. La même compagnie a fourni un nouveau baril vide. Depuis 2017 nous avons accumulé un volume de 40 litres totalisant une activité de 1312 kBq au 30 décembre 2020 [48].

2.11.3. Pratiques de gestion des déchets

Les pratiques de gestion des déchets suivies par les Installations SLOWPOKE sont détaillées dans le *Manuel de radioprotection* [29] et dans le *Manuel d'exploitation* [15]. Les Installations, les opérateurs du réacteur et le responsable de la radioprotection s'engagent à suivre ces pratiques afin de protéger le personnel de Polytechnique Montréal, ses étudiants qui utilisent les Installations ainsi que le public et l'environnement, tout en assurant que le niveau de la radioactivité dans les installations et dans les locaux avoisinants reste dans les limites de la radioactivité naturelle.



2.11.4. Plans de déclasserement

En accord avec le règlement REGDOC-2.11.2 [58], *l'Avant-projet de déclasserement des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal (APD)* [37] inclut toute la gamme d'activités englobées dans un projet de déclasserement, notamment les activités de planification préliminaire, la caractérisation des dangers radiologiques et non-radiologiques, la décontamination et le démantèlement ainsi que la manipulation et l'élimination des déchets. Les activités de déclasserement s'étalent sur des périodes considérées à court terme, cinq ans, et la planification de ces éléments est considérée relativement ferme. L'APD est présentement en révision afin de mettre à jour l'accord en matière de sécurité financière, d'accès au fonds en fiducie et de constitution d'une fiducie, accord entre la Commission canadienne de sûreté nucléaire et la Corporation de l'École Polytechnique. Polytechnique Montréal envisage de soumettre à la CCSN la nouvelle version de l'ADP avant le 31 mai 2022.

2.12. Sécurité

Les installations SLOWPOKE sont partie intégrante et bénéficient du système de sécurité moderne et exhaustif de Polytechnique Montréal. Ce système maintient un contrôle restrictif au réacteur SLOWPOKE-2 en accord avec REGDOC-2.12.2 *Cote de sécurité donnant accès aux sites* [59] et REGDOC-2.12.3 *La sécurité des substances nucléaires : Sources scellées et matières nucléaires de catégories I, II et III* [60].

La sécurité des Installations SLOWPOKE est gérée par le document confidentiel *Plan de sécurité pour le réacteur SLOWPOKE-2, Polytechnique Montréal, SLO-202* [61]. Une copie de chaque nouvelle version du plan de sécurité est envoyée à la CCSN.

2.12.1. Arrangements en matière d'intervention

Le directeur général de Polytechnique Montréal est le titulaire du permis d'exploitation du réacteur SLOWPOKE. Il confie au responsable des installations la responsabilité de l'exploitation sécuritaire du réacteur et de l'application du plan de sécurité. À Polytechnique Montréal, la sécurité physique des installations SLOWPOKE est assurée par le Service de la sûreté institutionnelle. La surveillance par patrouille, contrôle d'accès et visualisation, est assurée 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, par les agents de sûreté de Polytechnique Montréal. Le Service de la sûreté institutionnelle fait partie de la Direction des ressources financières et matérielles, tel qu'indiqué dans l'organigramme général de Polytechnique Montréal.

2.12.2. Pratiques en matière de sécurité

Les différents périmètres de sécurité établis autour de l'accès au périmètre principal, ainsi que les effectifs, les accès, l'équipement de surveillance et d'alarme qui assurent ces périmètres, sont



détaillés dans le document confidentiel *Plan de sécurité* [61]. La CCSN possède une copie de ce document.

L'accès au Laboratoire SLOWPOKE et l'accès à la salle du réacteur sont toujours contrôlés tel que décrit dans les documents [31,61]. Les mesures en place pour prévenir le vol, la perte ou l'utilisation illégale des substances nucléaires et des équipements des installations SLOWPOKE, ainsi que les mesures en place pour détecter et prévenir les actes de sabotage, sont décrites dans les documents [31,61].

Polytechnique Montréal s'est munie d'un système de sécurité informatisé très performant, de contrôle d'accès, des détecteurs de mouvement et de surveillance visuelle haute définition.

Le Service de la sûreté institutionnelle procède à des vérifications régulières de ces systèmes de sécurité.

Le personnel des installations procède à des vérifications régulières des alarmes et de l'équipement de surveillance en cas d'intrusion. Les résultats de ces vérifications sont envoyés à la CCSN dans le *Rapport annuel de conformité* [48].

Les actions découlant de l'inspection de sécurité de type II, effectuée par la CCSN en 2019 ont été complétées de manière satisfaisante en décembre 2020.

2.12.3. Formation et qualification en matière de sécurité

Les opérateurs du réacteur sont accrédités par la CCSN et ils suivent un programme de formation continue documenté dans le *Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal* [23]. En plus de la documentation citée dans le programme de formation continue, ils doivent lire le *Plan de sécurité*, SLO-202 une fois par année.

Le programme de sensibilisation à la sécurité est offert aux agents de sûreté sur une base régulière. Ce programme inclut une formation sur la *Procédure d'intervention pour une situation d'urgence RÉACTEUR NUCLÉAIRE* [43]. De plus, tous les nouveaux agents de sûreté reçoivent un cours aux installations SLOWPOKE. Le responsable des installations leur explique le réacteur, son fonctionnement ainsi que les systèmes de sécurité au Laboratoire et les raisons nécessitant ces procédures. Les documents de formations sont signés et datés par les employés visés. La formation de sensibilisation à la sécurité est répétée chaque fois que la procédure d'intervention en situation d'urgence est mise à jour.

2.12.4. Cyber sécurité

Le système de contrôle du réacteur est analogue, donc il n'est pas sujet à des cyberattaques. La documentation des installations SLOWPOKE est conservée par le responsable des installations sur des supports informatiques qui ne sont pas connectés à l'internet. La cyber sécurité des installations suit les politiques de Polytechnique Montréal telles qu'appliquées par le Service informatique.



2.13. Garanties et non-prolifération

Polytechnique Montréal ne prévoit aucune difficulté à respecter toutes ses obligations liées au domaine de sûreté et de réglementation *Garanties et non-prolifération*, englobant les programmes nécessaires à l'application des obligations prévues par l'*Accord relatif aux garanties du Canada* de l'AIÉA [62,63,64]. Le programme et les procédures de non-prolifération de SLOWPOKE-2 sont confidentiels et conformes à la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* [2]. Polytechnique Montréal se conforme aux obligations en matière des garanties de non-prolifération et avec le REGDOC-2.13.1 [65] ainsi qu'aux vérifications de l'inventaire du stock physique. La dernière vérification a été effectuée par le personnel de l'AIÉA le 31 octobre 2020, vérification qui a confirmé qu'il n'y avait pas du matériel nucléaire non-déclaré, produit ou transformé.

2.13.1. Contrôle et comptabilité des matières nucléaires

Le responsable des installations envoie annuellement, à la Direction de la sécurité et des garanties de la CCSN la mise à jour aux termes du protocole additionnel et le programme d'exploitation de l'installation et la prise physique d'inventaire.

De plus, le responsable du réacteur envoie à la même direction de la CCSN, le Grand livre général du réacteur SLOWPOKE ainsi que celui de l'assemblage non-divergent de Polytechnique Montréal.

La dernière inspection de l'installation à l'égard des obligations prévues par l'accord relatif aux garanties et non-prolifération a été effectuée par le personnel de l'AIEA en octobre 2020. La vérification physique de l'inventaire ainsi que la vérification des registres ont révélé que Polytechnique Montréal respecte toutes ses obligations et que l'inventaire du matériel fissile de Polytechnique Montréal est conservé en son intégralité et selon les dispositions réglementaires des *Garanties et non-prolifération*.

2.13.2. Accès de l'AIÉA et assistance à l'AIÉA

Chaque année, le responsable des installations met à jour le document *Protocole additionnel* afin de se conformer avec l'engagement de Canada de révéler toutes les activités nucléaires incluant celles de recherche et de développement. Le *Protocole additionnel* fournit à l'IAÉA les coordonnées des Installations et de la personne contact et la période dans laquelle les Installations peuvent être vérifiées.

2.13.3. Renseignements sur les opérations et la conception

Le 13 août 2021, le matériel nucléaire de l'assemblage nucléaire non divergent a été retourné à CNL Chalk River. Pour décrire les modifications à l'inventaire et aux programmes nécessaires à l'application de ses obligations prévues par l'Accord relatif aux garanties du Canada/de l'AIEA, le responsable du réacteur se propose de mettre à jour le questionnaire concernant les renseignements



descriptifs du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal d'ici avril 2022, après que le graphite de l'assemblage nucléaire non divergent sera pris en charge par CNL, opération prévue pour la dernière semaine de mars 2022.

2.13.4. Équipement en matière de garanties, confinement et surveillance

Toutes les ressources matérielles des Installations sont accessibles aux vérificateurs de l'IAÉA et aux inspecteurs de la part de CCSN. Le personnel des Installations est sensibilisé aux mesures de précaution de sécurité quand du matériel et de l'équipement nucléaire arrivent aux Installations. Le principal matériel nucléaire des Installations est le cœur du réacteur SLOWPOKE-2 gardé en dessous des multiples barrières physiques et de sécurité.

2.14. Emballage et transport

Le transport des matières dangereuses (radioactives ou non radioactives) se fait selon les exigences de la réglementation en vigueur *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* RTMD ou *International Air Transport Association* IATA et en respectant le REGDOC-2.14.1 [66]. Deux personnes sont formées pour l'expédition et la réception des matières radioactives. Des procédures ont été établies avec les responsables de la réception des marchandises relativement à la manipulation des matières dangereuses.

Le titulaire du permis assure que l'emballage et le transport de substances nucléaires se font de façon sûre et conforme aux règlements provinciaux et fédéraux. Un membre du personnel du réacteur et le responsable de la radioprotection sont formés et accrédités par une compagnie certifiée pour la réception des substances nucléaires *Classe 7*, le chargement et l'emballage des substances nucléaires pour le transport.

Depuis 2013 Polytechnique Montréal n'a pas envoyé de colis de type A à l'extérieur de Montréal.

2.14.1. Conception et entretien des colis

La procédure pour la préparation des substances nucléaires pour l'expédition dans un colis de type A est détaillée dans la lettre à la CCEA du 27 novembre 1998 [67]. Ces substances nucléaires sont préparées pour le transport par le personnel des installations SLOWPOKE ayant un certificat attestant qu'ils ont reçu la formation appropriée. La formation du personnel est renouvelée, tous les trois ans.

2.14.2. Enregistrement aux fins d'utilisation

Le responsable des installations a l'obligation de maintenir un registre avec toute la documentation de transport de chaque colis radioactif à l'intérieur de Polytechnique Montréal ainsi qu'à l'extérieur du campus.

3. AUTRES DOMAINES DE RÉGLEMENTATION

3.1. Programme d'information et de divulgation publique

Le réacteur SLOWPOKE-2 et ses installations sont décrits sur le site web de Polytechnique Montréal à l'adresse suivante : <https://www.polymtl.ca/phys/slowpoke>. Le Laboratoire est visité par plus de deux cents étudiants par année. Les activités de recherche et d'enseignement qui s'y déroulent sont reconnues internationalement. Sur cette page web, en dessous de l'onglet Obligations réglementaires on y trouve le *Programme d'information et de divulgation publique des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, SLO-902 [68]. Ce document est en cours de mise à jour afin de se conformer aux REGDOC-3.2.1 [69]. La nouvelle version est prévue pour septembre 2022.

Un objectif secondaire du SLO-902 est de contribuer à la dissémination de l'information sur les réacteurs nucléaires et sur leur importance dans l'énergie actuelle. De plus, les informations sur la radioprotection et sur les applications du rayonnement aident à bâtir la confiance du public dans nos installations.

3.2. Mobilisation des Autochtones

En suivant ses politiques d'équité, de diversité, et d'inclusion (EDI) de Polytechnique Montréal, notre institution accorde une attention particulière aux autochtones et à la réconciliation avec les peuples autochtones, voir les activités présentées sur le site web de Polytechnique Montréal au lien <https://www.polymtl.ca/edi/autochtones>. Ces politiques sont en accord avec le REGDOC-3.2.2, *Mobilisation des Autochtones* [70]. La Direction de Polytechnique Montréal a démarré un programme d'information sur l'histoire des peuples autochtones afin d'encourager l'inclusion équitable des étudiants et employés autochtones dans notre communauté universitaire.

3.3. Assurance en matière de responsabilité nucléaire

Polytechnique Montréal respecte ses obligations en ce qui concerne les assurances en matière de responsabilité nucléaire, voir les documents suivants :

- a) 2021 Certificat de renouvellement pour la police d'assurance *Responsabilité - Énergie Nucléaire* portant le n° OF0116, Nuclear Insurance Association Canada [71];
- b) 2021 NLCA Indemnity Fees – SLOWPOKE-2 reactor, Facture 1800000651 des Ressources naturelles Canada [72].

3.4. Recouvrement des coûts

En accord avec la Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire, les Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal sont exemptées des coûts de recouvrement engendrés par les activités de conformité effectuées par la CCSN.

3.5. Garanties financières

Selon l'*Avant-projet de déclassement pour le Laboratoire SLOWPOKE de Polytechnique Montréal* (APD) [38], document soumis à la CCSN en 2015, la garantie financière est soutenue par deux outils, soit un accord en matière de sécurité financière, d'accès aux fonds en fiducie et de constitution d'une fiducie, et une lettre de garantie. Entre 2015/2022, le titulaire du permis a voulu revoir la garantie financière pour que celle-ci soit conforme à la législation québécoise en matière de fiducie. Cette révision a amené Polytechnique Montréal à envisager de nouvelles formes de garanties financières, excluant la fiducie, le tout en accord avec le nouveau document REGDOC-3.3.1 *Garanties financières pour le déclassement des installations nucléaires et la cessation des activités autorisées* [73].

Polytechnique Montréal prévoit déclasser son réacteur SLOWPOKE en 2040 en utilisant le montant accumulé dans les fonds. Polytechnique Montréal est université publique avec une longue histoire de stabilité financière de cent cinquante ans. S'il devient nécessaire de déclasser le réacteur avant 2040 et que le montant nécessaire n'est pas disponible dans les fonds d'opération généraux, la différence nécessaire pour compléter la première phase du déclassement, notamment l'enlèvement et l'entreposage sûr et sécuritaire de l'assemblage critique du réacteur, sera empruntée en utilisant une lettre de crédit de la part de la Banque Royale qui garantissant ce montant additionnel [37].

L'APD a été révisé deux fois en 2022 afin de mettre à jour l'accord en matière de sécurité financière entre la Commission canadienne de sûreté nucléaire et la Corporation de l'École Polytechnique, le tout conformément au nouveau document REGDOC-3.3.1 *Garanties financières pour le déclassement des installations nucléaires et la cessation des activités autorisées* [73]. Polytechnique Montréal a soumis à la CCSN les nouvelles versions en octobre et respectivement décembre 2022 [37].



GLOSSAIRE

AECL	Atomic Energy Canada Limited
AIÉA	Agence Internationale d'Énergie Atomique
ALARA	As Low As Reasonable Achievable
APD	Avant-Projet de Déclassement
ASF	Approche Systémique en Formation
CANDU	Canada Deuterium Uranium (Reactor)
CCÉA	Commission Canadienne d'Énergie Atomique
CCSN	Commission Canadienne de Sûreté Nucléaire
CNL	Canadian Nucléaire Laboratories (Laboratoires nucléaires canadiens)
CNPI	Code National de Prévention des Incendies
CSA	Canadian Standard Association
DCSN	Domain de Contrôle et de Sûreté Nucléaire
ÉACL	Énergie Atomique Canada Limitée
ÉDI	Équité, Diversité, Inclusion
HEU	High Enriched Uranium



IATA	International Air Transport Association
Installations	Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal
LEU	Low Enriched Uranium
LSST	Loi sur la Santé et la Sécurité du Travail
LSRN	Loi sur la Sûreté et la Réglementation Nucléaires
MNSR	Mini Neutron Source Reactor
PPI	Programme de Protection Incendies
REGDOC	Documents de Réglementation de la CCSN
RTMD	Règlement sur le Transport des Marchandises Dangereuses
SLOWPOKE	Safe Power Critical Experiment
SRC	Saskatchewan Research Council
SSC	Structures, Systèmes et Composants de sûreté
SST	Santé et Sécurité du Travail

RÉFÉRENCES

- [1] CCSN. PERFP-9A.01/2023, *Permis d'exploitation d'un réacteur nucléaire de faible puissance SLOWPOKE-2 et l'assemblage nucléaire non divergent, de la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal*, 2016.
- [2] *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, (L.C. 1997, ch.9).
- [3] *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, (C.P. 2000-784).
- [4] *Loi sur la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal*, L.Q. 1987, c.135.
- [5] *Acte de vente des bâtiments de la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal*, 1970.
- [6] SLO-101 Rev 06. *Manuel d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2020.
- [7] SLO-102 Rev 00. *Registre des noms des personnes occupant les postes de la structure administrative des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2020.
- [8] SLO-103 Rev 00. *Registre des documents essentiels touchant à la sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, Polytechnique Montréal, 2020.
- [9] SLO-104 Rev 00. *Registre des noms des fournisseurs de services, équipement et matériel pour des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2020.
- [10] SLO-105 Rev 00. *Registre des formulaires de vérification de l'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2020.
- [11] SLO-401 Rev 06. *Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal*, 2020.
- [12] CCSN. REGDOC-2.1.1, *Système de gestion*, Ottawa, Canada, 2019.
- [13] CCSN. REGDOC-2.1.2, *Culture de sûreté*, Ottawa, Canada, 2018.
- [14] Groupe CSA. CSA N286-F12, *Exigences relatives au système de gestion des installations nucléaires*, 2017.
- [15] SLO-201, Rev 01. *Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2022.



- [16] ÉACL. RC-1598, *Safety Analysis Report SLOWPOKE-2 Reactor*, École Polytechnique Montréal, 1998.
- [17] CCSN. REGDOC-2.2.2, *La formation du personnel*, Ottawa, Canada, 2016.
- [18] CCSN. REGDOC-2.2.5, *Effectif minimal*, Ottawa, Canada, 2019.
- [19] CCSN. REGDOC-2.5.1, *Considérations générales liées à la conception : facteurs humains*, Ottawa, Canada, 2019.
- [20] CCSN. REGDOC-2.2.4, *Aptitude au travail : Gérer la fatigue des travailleurs*, Ottawa, Canada, 2017.
- [21] CCSN. REGDOC-2.2.4, *Aptitude au travail, tome 2 : Gérer la consommation d'alcool et de drogues*, Ottawa, Canada, 2017.
- [22] *SLOWPOKE: A New Low-Cost Laboratory Reactor*, R.E. Kay, P.D. Stevens-Guille, J.W. Hilborn and R.E. Jervis, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* 24 (1973) 509-518.
- [23] SLO-401 Rev 06. *Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique et opération en mode manuel*, 2020.
- [24] SLO-402 Rev 00. *Guide de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique*, 2020.
- [25] SLO-403 Rev 00. *Formulaires d'évaluation de la formation continue, opérateurs du réacteur SLOWPOKE*, 2020.
- [26] ÉACL. SLWPK-07340-MLD-001, Revision R0, *SLOWPOKE Operation and Maintenance*, 2003.
- [27] ÉACL SLWPK-07340-FCO-001, Revision R1, *Addition of Beryllium Top reflector Shim Plates*, 2004.
- [28] ÉACL. SLWPK-07340-PLA-001, Revision R1, *Training Plan for SLOWPOKE Nuclear Maintainers*, 2004.
- [29] Polytechnique Montréal. *Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal*, 2019.
- [30] CCSN. REGDOC-3.1.2, *Exigences relatives à la production de rapports, tome 1 : Installations nucléaires de catégorie I non productrices de puissance et mines et usines de concentration d'uranium*, Ottawa, Canada, 2018.



- [31] ÉACL. CPSR-362 Rev 01, *SLOWPOKE-2 Nuclear Reactor, Operation and Maintenance*, 1975.
- [32] CCSN. REGDOC-2.4.1, *Analyse déterministe de la sûreté*, Ottawa, Canada, 2014.
- [33] CCSN. REGDOC-2.4.3, *Sûreté-criticité nucléaire*, Ottawa, Canada, 2020.
- [34] AIÉA. *Prescriptions de sûreté particulières n° SSR-4, Sûreté des installations du cycle du combustible nucléaire*, Vienne, Autriche, 2017.
- [35] AIÉA. *Guide de sûreté particulier n° SSG-43, Safety of Nuclear Fuel Cycle Research and Development Facilities*, Vienne, Autriche, 2017.
- [36] CCSN. REGDOC-2.12.3, *La sécurité des substances nucléaires : sources scellées et matières nucléaires de catégories I, II et III*, Ottawa, Canada, 2019.
- [37] SLO-901 Rev 06. *Avant-projet de déclassement pour les Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2022.
- [38] *Rapport sur les produits de fission dans l'eau du réacteur SLOWPOKE de l'École Polytechnique de Montréal*, rapport soumis à la CCSN le 30 avril 2001
- [39] *Émissions de gaz radioactifs du réacteur SLOWPOKE de l'École Polytechnique de Montréal*, rapport soumis à la CCSN le 25 septembre 2002.
- [40] CCSN. REGDOC-2.6.3, *Aptitude fonctionnelle : Gestion du vieillissement*, Ottawa, Canada, 2014.
- [41] *Programme de gestion de vieillissement du réacteur SLOWPOKE de l'École Polytechnique de Montréal*, C. Chilian, document soumis à la CCSN le 10 août 2012.
- [42] CCSN. REGDOC-2.7.1, *Radioprotection*, Ottawa, Canada, 2021.
- [43] Polytechnique Montréal. *Procédure d'intervention pour une situation d'urgence, Réacteur Nucléaire*, 2020.
- [44] S-2.1 - *Loi sur la santé et la sécurité du travail*, Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale, Québec.
- [45] CCSN. REGDOC-2.8.1, *Santé et sécurité classiques*, Ottawa, Canada, 2019.
- [46] Polytechnique Montréal. *Politique concernant la gestion de la santé et sécurité*, 2015.



- [47] Polytechnique Montréal. *Politique en matière de développement durable, 2011*
- [48] SLO-612. *Rapport annuel sur la surveillance de la conformité et le rendement en exploitation du réacteur SLOWPOKE-2*, Polytechnique Montréal, 2021.
- [49] CCSN. REGDOC-2.9.1, *Protection de l'environnement : Principes, évaluations environnementales et mesures de protection de l'environnement*, Ottawa, Canada, 2014.
- [50] Groupe CSA. CSA N288.6, *Évaluation des risques environnementaux aux installations nucléaires de catégorie I et aux mines et usines de concentration d'uranium*, Toronto, Canada, 2017.
- [51] SLO-903 Rev 00. *Évaluation des risques environnementaux des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2022.
- [52] CCSN. REGDOC-2.10.1, *Préparation et intervention relatives aux urgences nucléaires*, Ottawa, Canada, 2014.
- [53] Polytechnique Montréal. *Politique opérationnelle en matière de gestion des mesures d'urgence et de gestion de crise*, 2011.
- [54] CCSN. REGDOC-2.10.2, *Protection-incendie*, Ottawa, Canada (en cours de rédaction).
- [55] *Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment, et Code national de prévention des incendies – Canada 2010 (modifié)*
- [56] CCSN. REGDOC-2.11, *Cadre de gestion des déchets radioactifs et du déclassé au Canada*, Ottawa, Canada, 2021.
- [57] CCSN. REGDOC-2.11.1, *Gestion des déchets, tome I : Gestion des déchets radioactifs*, Ottawa, Canada, 2021.
- [58] CCSN. REGDOC-2.11.2, *Déclassé*, Ottawa, Canada, 2021.
- [59] CCSN. REGDOC-2.12.2 *Cote de sécurité donnant accès aux sites* Ottawa, Canada, 2013.
- [60] CCSN. REGDOC-2.12.3 *La sécurité des substances nucléaires : Sources scellées et matières nucléaires de catégories I, II et III*, Ottawa, Canada, 2020.
- [61] SLO-202 Rev 04. *Plan de sécurité pour le réacteur SLOWPOKE-2*, Polytechnique Montréal, 2020.
- [62] AIEA. *Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires*, IAEA INFCIRC/140, 1970.



- [63] AIÉA. *Accord entre le Canada et l'Agence internationale de l'énergie atomique relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires* AIÉA, INFCIRC/164, Vienne, Autriche, 1972.
- [64] AIÉA. *Protocole additionnel à l'Accord entre le Canada et l'Agence internationale de l'énergie atomique relatif à l'application de garanties dans le cadre du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires*, IAEA INFCIRC/164/Add 1, Vienne, Autriche, 2000.
- [65] CCSN. REGDOC-2.13.1, *Garanties et comptabilité des matières nucléaires*, Ottawa, Canada, 2018.
- [66] CCSN. REGDOC-2.14.1, *Emballage et transport, tome II : Conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires*, Ottawa, Canada, 2018.
- [67] Lettre de G. Kennedy à J. Kavanagh de la CCEA, 27 novembre 1998 et son annexe «Type A Packages», le 24 novembre 1998.
- [68] SLO-902 Rev 02, *Programme d'information et de divulgation publique des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal*, 2018.
- [69] CCSN. REGDOC-3.2.1, *L'information et la divulgation publiques*, Ottawa, Canada, 2018.
- [70] CCSN. REGDOC-3.2.2, *Mobilisation des Autochtones*, Ottawa, Canada, 2019.
- [71] 2021 Certificat de renouvellement pour la police d'assurance *Responsabilité - Énergie Nucléaire* portant le n° OF0116, Nuclear Insurance Association Canada.
- [72] 2021 NLCA Indemnity Fees – SLOWPOKE-2 reactor, Facture 1800000651 des Ressources naturelles Canada.
- [73] CCSN. REGDOC-3.3.1, *Garanties financières pour le déclassement des installations nucléaires et la cessation des activités autorisées*, Ottawa, Canada, 2021.



ANNEXE A

CLAUSES DE LSRN ET RÈGLEMENTS DE LSRN LIÉS AUX SECTIONS DE CETTE DEMANDE DE RENOUVELLEMENT DU PERMIS D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS SLOWPOKE DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
LSRN	24(4)	Tous les DCSN (sections de 2.1 à 2.14) 3.0 Autres domaines de réglementation
	26(a)(e)	Tous les DCSN (sections de 2.1 à 2.14) 3.0 Autres domaines de réglementation
<i>Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaire (RGSRN)</i>	3(1)(a)	1.1 Identification et coordonnées
	3(1)(b)	1.2 Installation et activités visées par la demande de permis
	3(1)(c)	2.4 Analyse de la sûreté 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	3(1)(d)	1.2 Installation et activités visées par la demande de permis 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.11 Gestion des déchets 2.12 Sécurité
	3(1)(e)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets 2.12 Sécurité 2.14 Emballage et transport
	3(1)(f)	2.7 Radioprotection
	3(1)(g)	2.5 Conception matérielle 2.12 Sécurité 2.13 Garanties et non-prolifération



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	3(1)(h)	2.5 Conception matérielle 2.12 Sécurité 2.13 Garanties et non-prolifération
	3(1)(i)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie (tous les conditions applicables à l'incendie) 2.11 Gestion des déchets 2.12 Sécurité
	3(1)(j)	2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.11 Gestion des déchets
	3(1)(k)	1.2 Identification and Contact Information 2.1 Management system 2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation
	3(1)(l)	3.0 Autres domaines de réglementation
	3(1)(m)	3.0 Autres domaines de réglementation
	3(2)	2.13 Garanties et non-prolifération
	10(b)	2.13 Garanties et non-prolifération
	12(1)(a)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.7 Radioprotection 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie
	12(1)(b)	2.2 Gestion de la performance humaine 2.7 Radioprotection 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	12(1)(c)	2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.11 Gestion des déchets 2.12 Sécurité
	12(1)(d)	2.7 Radioprotection 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie
	12(1)(e)	2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie
	12(1)(f)	2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie
	12(1)(g)	2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.12 Sécurité
	12(1)(h)	2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.12 Sécurité
	12(1)(i)	2.13 Garanties et non-prolifération
	12(1)(j)	2.2 Gestion de la performance humaine 2.12 Sécurité
	15	1.2 Identification and Contact Information 2.1 Système de gestion
	15(a)	1.2 Identification and Contact Information 2.1 Système de gestion



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	15(b)	1.2 Identification and Contact Information 2.1 Système de gestion
	17(a)	2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement
	17(b)	2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement
	17(c)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement 2.12 Sécurité
	17(d)	2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques
	17(e)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement 2.12 Sécurité
	20(a)	2.14 Emballage et transport
	20(d)	2.13 Garanties et non-prolifération
	21	2.12 Sécurité
	21(1)(a)	2.13 Garanties et non-prolifération



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	21(1)(b)	2.13 Garanties et non-prolifération
	22	2.12 Sécurité
	23	2.12 Sécurité
	23(2)	2.13 Garanties et non-prolifération
	27	2.1 Système de gestion
	28	2.1 Système de gestion
	28(1)	2.12 Sécurité
	29	2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.12 Sécurité 2.3.3 Rapport et établissement de tendances
	30	2.3 Conduite de l'exploitation 2.12 Sécurité 2.3.3 Rapport et établissement de tendances
	31	2.3 Conduite de l'exploitation 2.3.3 Rapport et établissement de tendances
	32	2.3 Conduite de l'exploitation 2.3.3 Rapport et établissement de tendances
<i>Règlement sur les droits pour le recouvrement des coûts de la CCSN</i>	tous	3.3 Recouvrement des coûts 3.4 Garanties financières
<i>Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I</i>	3(a)	2.5 Conception matérielle 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.12 Sécurité
	3(b)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.12 Sécurité
	3(c)	1. Introduction
	3(d)	2.1 Système de gestion 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	3(e)	2.4 Analyse de la sûreté 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	3(f)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.6 Fitness for service 2.8 Santé et sécurité classiques 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.11 Gestion des déchets
	3(g)	2.9 Protection de l'environnement
	3(h)	2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement
	3(i)	2.5 Conception matérielle 2.12 Sécurité
	3(j)	3.0 Autres domaines de réglementation
	3(k)	2.11 Gestion des déchets
	6(a)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle
	6(b)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle
	6(c)	2.4 Analyse de la sûreté
	6(d)	2.1 Système de gestion 2.3 Conduite de l'exploitation 2.6 Aptitude fonctionnelle
	6(e)	2.1 Système de gestion 2.3 Conduite de l'exploitation 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.11 Gestion des déchets 2.14 Packaging and transport
	6(f)	2.13 Garanties et non-prolifération



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	6(g)	2.1 Système de gestion 2.3 Conduite de l'exploitation 2.5 Conception matérielle
	6(h)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.7 Radioprotection 2.8 Santé et sécurité classiques 2.9 Protection de l'environnement 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.11 Gestion des déchets 2.12 Sécurité 2.14 Emballage et transport
	6(i)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	6(j)	2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	6(k)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie 2.12 Sécurité



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	6(l)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.12 Sécurité
	6(m)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection
	6(n)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection
	14(1)	2.1 Système de gestion 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	14(2)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine 2.3 Conduite de l'exploitation 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	14(4)	2.1 Système de gestion
	14(5)	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine
<i>Règlement sur le contrôle de l'importation et de l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire</i>	tous	2.13 Garanties et non-prolifération



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
<i>Règlement sur la sécurité nucléaire</i>	tous	2.5 Conception matérielle 2.12 Sécurité
	3(b)	2.5.2 Caractérisation du site
	16	2.5.2 Caractérisation du site
	37(1)(2)(3)	2.1 Système de gestion
	38	2.1 Système de gestion 2.2 Gestion de la performance humaine
<i>Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement</i>	5	2.7 Radioprotection
	8	2.7 Radioprotection
	20	2.7 Radioprotection
	23	2.7 Radioprotection
	36(1)(a)	2.1 Système de gestion 2.12 Sécurité
	36(1)(b)	2.1 Système de gestion
	36(1)(c)	2.1 Système de gestion
	36(1)(d)	2.1 Système de gestion 2.12 Sécurité
	36(1)(e)	2.1 Système de gestion
<i>Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires</i>	tous	2.14 Emballage et transport
<i>Règlement sur la radioprotection</i>	1(3)	2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.5 Conception matérielle 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets



Loi	Clause(s)	Section(s) dans la présente demande
	4	2.4 Analyse de la sûreté 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.9 Protection de l'environnement 2.11 Gestion des déchets
	5-12	2.7 Radioprotection
	13	2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.11 Gestion des déchets
	14	2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.11 Gestion des déchets
	15	2.3 Conduite de l'exploitation 2.4 Analyse de la sûreté 2.6 Aptitude fonctionnelle 2.7 Radioprotection 2.11 Gestion des déchets
	16	2.7 Radioprotection
	20	2.7 Radioprotection 2.11 Gestion des déchets
	21-23	2.7 Radioprotection 2.11 Gestion des déchets



ANNEXE B

STANDARDS ET RÉFÉRENCES AUX POLITIQUES, PROGRAMMES, PROCESSUS ET PROCÉDURES DE SÛRETÉ ET DE RÉGLEMENTATION DES INSTALLATIONS SLOWPOKE DE POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Domaines de réglementation	REGDOC ou autres	Documentation de conformité avec la réglementation de Polytechnique Montréal
Système de gestion	<ol style="list-style-type: none">1. REGDOC-2.1.1, <i>Système de gestion</i>2. REGDOC-2.1.2, <i>Culture de sûreté</i>3. Groupe CSA. CSA N286-F12, <i>Exigences relatives au système de gestion des installations nucléaires</i>	<ol style="list-style-type: none">1. SLO-101, <i>Manuel d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i>2. SLO-102, <i>Registre des noms des personnes occupant les postes de la structure administrative des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i>3. SLO-103, <i>Registre des documents essentiels touchant à la sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, Polytechnique Montréal, 2020.</i>4. SLO-104, <i>Registre des noms des fournisseurs de services, équipement et matériel pour des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i>5. SLO-105, <i>Registre des formulaires de vérification de l'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i>6. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022.</i>7. CCSN. PERFP-9A.01/2023, <i>Permis d'exploitation d'un réacteur nucléaire de faible puissance SLOWPOKE-2 et l'assemblage nucléaire non divergent, de la Corporation de l'École Polytechnique de Montréal, 2016.</i>



<p>Gestion de la performance humaine</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.2.2, <i>La formation du personnel</i> 2. REGDOC-2.2.5, <i>Effectif minimal</i> 3. REGDOC-2.5.1, <i>Considérations générales liées à la conception : facteurs humains</i> 4. REGDOC-2.2.4, <i>Aptitude au travail : Gérer la fatigue des travailleurs</i> REGDOC-2.2.4, <i>Aptitude au travail, tome 2 : Gérer la consommation d'alcool et de drogues</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal</i>, 2022 2. SLO-401 <i>Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique et opération en mode manuel</i>, 2020. 3. SLO-402, <i>Guide de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique</i>, 2020. 4. SLO-403, <i>Formulaires d'évaluation de la formation continue, operateurs du réacteur SLOWPOKE</i>, 2020. 5. ÉACL. SLWPK-07340-MLD-001, <i>SLOWPOKE Operation and Maintenance</i>, 2003. 6. ÉACL SLWPK-07340-FCO-001, <i>Addition of Beryllium Top reflector Shim Plates</i>, 2004. 7. ÉACL. SLWPK-07340-PLA-001, <i>Training Plan for SLOWPOKE Nuclear Maintainers</i>, 2004.
<p>Conduite de l'exploitation</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. NPROL 20.00/2013 Annexe A <i>Limites d'opération</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal</i>, 2022 2. SLO-101, <i>Manuel d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal</i>, 2020. 3. <i>Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal</i>, 2019 4. ÉACL. SLWPK-07340-MLD-001, <i>SLOWPOKE Operation and Maintenance</i>, 2003. 5. ÉACL SLWPK-07340-FCO-001, Revision R1, <i>Addition of Beryllium Top reflector Shim Plates</i>, 2004. 6. SLO-103, <i>Registre des documents essentiels touchant à la sûreté des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal</i>, Polytechnique Montréal, 2020.



		<p>7. SLO-104, <i>Registre des noms des fournisseurs de services, équipement et matériel pour des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i></p> <p>8. SLO-105, <i>Registre des formulaires de vérification de l'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i></p>
Analyse de la sûreté	<p>1. REGDOC-2.4.1, <i>Analyse déterministe de la sûreté</i></p> <p>2. REGDOC-2.4.3, <i>Sûreté-criticité nucléaire</i></p>	<p>1. ÉACL. RC-1598, <i>Safety Analysis Report SLOWPOKE-2 Reactor</i>, École Polytechnique Montréal, 1998.</p> <p>2. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i></p> <p>3. SLO-101, <i>Manuel d'assurance de la qualité des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2020.</i></p> <p>4. SLO-401, <i>Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, opération en mode automatique et opération en mode manuel, 2020.</i></p> <p>5. SLO-6XX, <i>Rapport annuel sur la surveillance de la conformité et le rendement en exploitation du réacteur SLOWPOKE-2</i></p>
Conception matérielle	<p>REGDOC-2.5.1, <i>Considérations générales liées à la conception : facteurs humains</i></p>	<p>1. ÉACL. RC-1598, <i>Safety Analysis Report SLOWPOKE-2 Reactor</i>, École Polytechnique Montréal, 1998.</p> <p>2. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i></p> <p>3. <i>Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal, 2019</i></p>
Aptitude fonctionnelle	<p>1. REGDOC-2.6.3, <i>Aptitude fonctionnelle: Gestion du vieillissement</i></p>	<p>1. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i></p> <p>2. <i>Programme de gestion de vieillissement du réacteur SLOWPOKE de l'École Polytechnique de Montréal, 2012.</i></p>
Radioprotection	<p>1. REGDOC-2.7.1, <i>Radioprotection</i></p>	<p>1. <i>Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal, 2019</i></p>



		<ol style="list-style-type: none"> 2. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i> 3. Polytechnique Montréal. <i>Procédure d'intervention pour une situation d'urgence, Réacteur Nucléaire 2020</i>
Santé et sécurité classiques	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.8.1, <i>Santé et sécurité classiques</i> 2. S-2.1 - <i>Loi sur la santé et la sécurité du travail, Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale, Québec.</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i> 2. Polytechnique Montréal. <i>Procédure d'intervention pour une situation d'urgence, Réacteur Nucléaire, 2020.</i> 3. Polytechnique Montréal. <i>Politique concernant la gestion de la santé et sécurité, 2015.</i> 4. SLO-401 <i>Programme de formation pour un opérateur du réacteur SLOWPOKE-2 de Polytechnique Montréal, 2020.</i>
Protection de l'environnement	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.9.1, <i>Protection de l'environnement</i> 2. Groupe CSA. CSA N288.6, <i>Évaluation des risques environnementaux aux installations nucléaires de catégorie I et aux mines et usines de concentration d'uranium</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Polytechnique Montréal. <i>Politique en matière de développement durable, 2011</i> 2. Polytechnique Montréal. <i>Politique concernant la gestion de la santé et sécurité, 2015.</i> 3. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i> 4. <i>Rapport sur les produits de fission dans l'eau du réacteur SLOWPOKE de l'École Polytechnique de 2001.</i> 5. <i>Émissions de gaz radioactifs du réacteur SLOWPOKE de l'École Polytechnique de Montréal, 2002.</i> 6. SLO-903, <i>Évaluation des risques environnementaux des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i>
Gestion des urgences et protection-incendie	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.10.1, <i>Préparation et intervention relatives aux urgences nucléaires</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Polytechnique Montréal. <i>Procédure d'intervention pour une situation d'urgence, Réacteur Nucléaire, 2020.</i>



	<ol style="list-style-type: none"> 2. REGDOC-2.10.2, <i>Protection-incendie</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 2. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i> 3. Polytechnique Montréal. <i>Politique opérationnelle en matière de gestion des mesures d'urgence et de gestion de crise</i> 4. <i>Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment, et Code national de prévention des incendies 2010</i>
Gestion des déchets	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.11, <i>Cadre de gestion des déchets radioactifs et du déclassé au Canada</i> 2. REGDOC-2.11.1, <i>Gestion des déchets, tome I : Gestion des déchets radioactifs</i> 3. REGDOC-2.11.2, <i>Déclassé</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal, 2019</i> 2. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i> 3. Polytechnique Montréal. <i>Politique en matière de développement durable, 2011</i> 4. Polytechnique Montréal. <i>Politique concernant la gestion de la santé et sécurité, 2015.</i> 5. SLO-903, <i>Évaluation des risques environnementaux des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022</i>
Sécurité	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.12.2 <i>Cote de sécurité donnant accès aux sites</i> 2. REGDOC-2.12.3 <i>La sécurité des substances nucléaires : Sources scellées et matières nucléaires de catégories I, II et III</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SLO-202, <i>Plan de sécurité pour le réacteur SLOWPOKE-2, Polytechnique Montréal, 2020</i> 2. SLO-201, <i>Manuel d'exploitation des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022.</i> 3. Polytechnique Montréal. <i>Procédure d'intervention pour une situation d'urgence, Réacteur Nucléaire, 2020.</i> 4. <i>Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal, 2019</i>
Garanties et non-prolifération	<ol style="list-style-type: none"> 1. REGDOC-2.13.1, <i>Garanties et comptabilité des matières nucléaires</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Questionnaire des renseignements descriptifs 2. Rapports annuels de comptabilité des matières nucléaires de Polytechnique Montréal



Emballage et transport	1. REGDOC-2.14.1, <i>Emballage et transport, tome I et tome II : Règlements et Conception d'un programme de radioprotection pour le transport des substances nucléaires</i>	1. Lettre de G. Kennedy à J. Kavanagh de la CCEA, 27 novembre 1998 et son annexe «Type A Packages», le 24 novembre 1998 2. <i>Manuel de radioprotection de Polytechnique Montréal, 2019</i>
Rapports	1. REGDOC-3.1.2, <i>Exigences relatives à la production de rapports, tome 1 : Installations nucléaires de catégorie I non productrices de puissance et mines et usines de concentration d'uranium</i>	1. SLO-601 à 612. <i>Rapport annuel sur la surveillance de la conformité et le rendement en exploitation du réacteur SLOWPOKE-2</i> , Polytechnique Montréal
Programme d'information et de divulgation publiques	1. REGDOC-3.2.1, <i>L'information et la divulgation publiques</i>	1. SLO-902, <i>Programme d'information et de divulgation publique des installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022.</i>
Mobilisation des Autochtones	1. REGDOC-3.2.2, <i>Mobilisation des Autochtones</i>	1. Polytechnique Montréal, <i>Équité, diversité, inclusion (EDI)</i> 2. Autochtones, https://www.polymtl.ca/edi/autochtones
Garantie financière	1. REGDOC-3.3.1, <i>Garanties financières pour le déclassement des installations nucléaires et la cessation des activités autorisées</i>	1. SLO-901, <i>Avant-projet de déclassement pour les Installations SLOWPOKE de Polytechnique Montréal, 2022.</i>