

Souveraineté de la capacité de recherche

Assurer l'accès du Canada aux faisceaux de neutrons pour atteindre les priorités en matière de défense et d'édification du pays

Mémoire présenté au Comité permanent de la science et de la recherche dans le cadre de son étude sur les besoins de recherche du Canada en matière de défense et de ressources à double emploi

Par : Neutrons Canada

Le 11 mai 2026

Souveraineté de la capacité de recherche

Donner la priorité à la recherche et à l'innovation pour atteindre les priorités d'édification du pays grâce aux faisceaux de neutrons



DÉFENSE

La recherche sur les faisceaux de neutrons à double usage peut augmenter le stockage d'énergie pour les forces mobiles, rendre les satellites résistants aux radiations, améliorer les communications sécurisées par technologies quantiques et prolonger la durée de vie des navires de guerre.



MINÉRAUX CRITIQUES

Extraire des minéraux critiques de minerais primaires, afin de sécuriser les chaînes d'approvisionnement; développer de nouveaux matériaux qui réduisent ou éliminent la dépendance du Canada envers les minéraux critiques dans des technologies essentielles.



SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

Développer des combustibles et des matériaux et vérifier s'il est possible de les utiliser pour de petits réacteurs modulaires, en assurant la sécurité et la fiabilité grâce à une compréhension précise de leur comportement en réacteur et de leur performance en entreposage à long terme.



LEADERSHIP TECHNOLOGIQUE

La recherche sur les matériaux quantiques sous-tend le développement des ordinateurs quantiques, des capteurs, de la cryptographie et d'autres technologies quantiques de pointe.

Un programme national sur les faisceaux de neutrons peut aider le Canada à répondre aux priorités en matière de défense ainsi qu'à d'autres priorités stratégiques de développement national, en concentrant les investissements dans des infrastructures de recherche essentielles et dans le perfectionnement de chercheurs hautement qualifiés. L'accès aux faisceaux de neutrons favorise la recherche et l'innovation portant sur des matériaux souvent utilisés dans le domaine de la défense (p. ex. les alliages fabriqués par impression 3D et les alliages haute performance, l'électronique résistante aux rayonnements et les matériaux absorbant l'énergie), qui présentent aussi un fort potentiel d'application dans des secteurs civils stratégiques^{1,2,3}. Il a été démontré que les investissements dans la recherche utilisant les faisceaux de neutrons peuvent tripler les retombées sociales et économiques^{4,5}. Plusieurs Canadiens ont d'ailleurs contribué à des avancées majeures dans ce domaine.



EXEMPLES D'INCIDENCE



ACCÉLÉRATION DE L'UTILISATION DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES (VE)

La valeur actuelle des retombées économiques pour le Canada, cumulées jusqu'en 2030, attribuables à la recherche utilisant des faisceaux de neutrons, est estimée à 1,6 milliard de dollars. Cette estimation prudente repose sur l'hypothèse selon laquelle cette recherche a accéléré de seulement deux ans le développement des VE.

<p>ÉCHANGE DE RENSEIGNEMENTS EN MATIÈRE DE DÉFENSE AVEC LES ALLIÉS</p> <p>L'analyse canadienne des contraintes, réalisée au moyen de neutrons pour les réparations de coques de sous-marins, a été fournie dans le cadre d'un programme multinational de coopération technique avec des alliés au Royaume-Uni et en Australie, entre autres.</p>	<p>DISQUES DURS D'ORDINATEURS</p> <p>Le Canada a réalisé au moins 800 millions de dollars de retombées économiques attribuables aux neutrons dans le cadre du développement accéléré des disques durs.</p>	<p>PRODUCTION D'ÉNERGIE PROPRE</p> <p>Les centrales nucléaires canadiennes ont permis d'éviter des pertes de centaines de millions de dollars et des gigatonnes d'émissions de dioxyde de carbone.</p>	<p>SÉCURITÉ PUBLIQUE</p> <p>La population canadienne profite d'une sécurité accrue grâce à des données probantes issues de mesures par neutrons, qui appuient la réglementation des avions, des pipelines et des chemins de fer.</p>
---	---	---	---

FORMER LES CHEFS DE FILE DE L'INNOVATION



« L'Ontario Battery and Electrochemistry Research Centre de Waterloo conçoit des batteries pour véhicules électriques plus durables, plus sécuritaires et moins coûteuses. Grâce à la recherche et au développement (R et D), nous formons de jeunes chercheurs à l'esprit entrepreneurial et des experts en R et D qui deviendront des chefs de file au sein des giga-usines en train d'être construites au Canada par Volkswagen, Stellantis, Umicore et BASF. Les neutrons sont indispensables à l'analyse de nombreux matériaux de batteries pour véhicules électriques. »

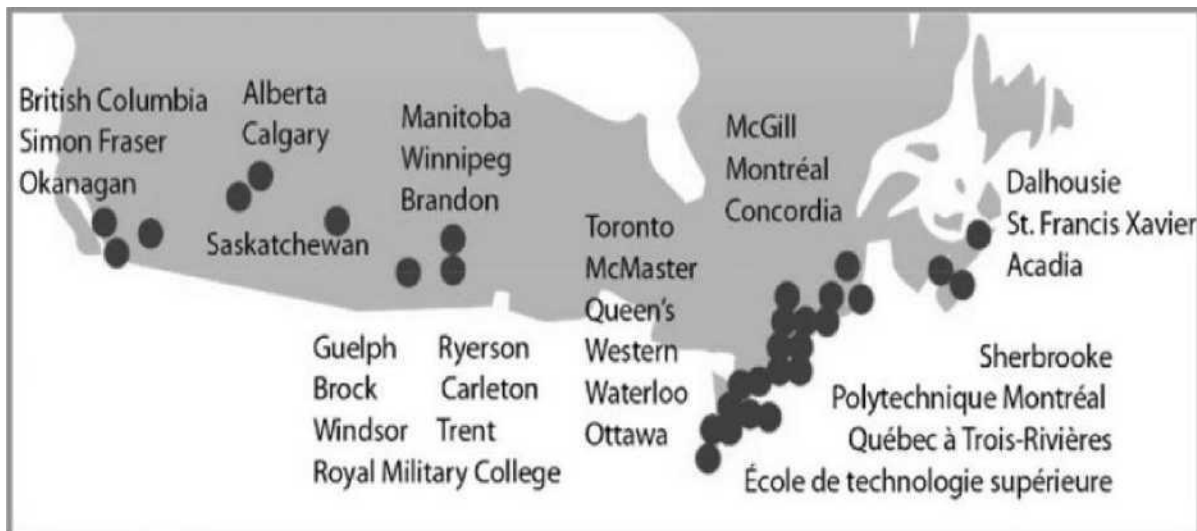
[TRADUCTION] – Linda Nazar, Officière de l'Ordre du Canada et titulaire d'une chaire de recherche du Canada de niveau 1.

Plus de 80 % des étudiants formés à la recherche avec des faisceaux de neutrons poursuivent des carrières dans des secteurs où les compétences technologiques avancées et d'innovation sont les plus nécessaires, notamment la fabrication, les services techniques et d'ingénierie, et le milieu universitaire. Plus de 60 % des étudiants de premier cycle qui utilisent les faisceaux de neutrons ont obtenu des diplômes d'études supérieures, dont les deux tiers ont obtenu un doctorat. À titre de comparaison, seuls 16 % des diplômés universitaires canadiens obtiennent un diplôme d'études supérieures.



Qu'est-ce qu'un faisceau de neutrons? Qui les utilise?

Les neutrons sont des particules subatomiques présentes dans le noyau de chaque atome. Les faisceaux de neutrons sont des outils polyvalents et irremplaçables pour la recherche sur les matériaux. Ils constituent l'une des nombreuses sondes dont les ingénieurs et les scientifiques ont besoin pour faire progresser les connaissances et améliorer les matériaux. Les faisceaux de neutrons révèlent des détails à l'échelle du nanomètre sur les structures et les mouvements moléculaires des matériaux qui ne peuvent être observés avec d'autres outils scientifiques. Les faisceaux de neutrons font partie d'un ensemble de sondes complémentaires nécessaires pour la recherche sur les matériaux qui ne sont mises qu'à la disposition de grandes installations de recherche, par exemple, le Centre canadien de rayonnement synchrotron et TRIUMF pour les muons (Centre canadien d'accélération des particules).



Sur une période de cinq ans, environ 800 ingénieurs, scientifiques et étudiants d'universités et d'entreprises partout au Canada et à l'étranger ont participé à des recherches nécessitant l'accès au Centre canadien de faisceaux de neutrons, avant sa fermeture en 2018.

Pourquoi le Canada doit-il investir maintenant?

La capacité du Canada à soutenir ses priorités de recherche a été mise à l'épreuve lors de la fermeture en 2018 de la principale source de neutrons du Canada, à un moment où d'autres nations du G7 ont investi 9 milliards de dollars dans des mises à niveau des sources de neutrons et ont continué d'investir 900 millions de dollars par année dans des programmes d'exploitation pour la recherche avec des faisceaux de neutrons (voir le tableau 1). Sans infrastructure de faisceaux de neutrons appartenant au Canada, la boîte à outils scientifique du Canada est incomplète. Depuis 2018, plus de 90 % des utilisateurs canadiens de neutrons ont été confrontés à de fortes barrières les empêchant d'accéder à des sources de rechange dans d'autres pays. Aujourd'hui, les chercheurs canadiens évitent de plus en plus d'effectuer des recherches qui nécessitent des faisceaux de neutrons. À mesure que les experts quittent le domaine, la main-d'œuvre qualifiée du Canada et apte à les utiliser afin de faire avancer notre

programme d'innovation est menacée. L'absence d'investissement compromettra le leadership du Canada dans la recherche sur les matériaux à l'aide de faisceaux de neutrons et, en fin de compte, entravera la capacité à long terme du Canada à innover pour relever les défis de défense et de sécurité, environnementaux et économiques auxquels il est confronté.

Tableau 1 – Investissements des nations du G7 (en milliards de dollars canadiens) dans l'énergie nucléaire, les mises à niveau et l'exploitation des installations de neutrons depuis le début des années 2000

Pays	Principales sources de neutrons	Taille de l'industrie de l'énergie nucléaire	Mises à niveau des installations à faisceaux de neutrons	Frais de fonctionnement des installations à faisceau de neutrons par an
États-Unis	Spallation Neutron Source, NIST Center for Neutron Research, High Flux Isotope Reactor	109	3,1	0,40
Japon	Japan Proton Accelerator Research Complex, Japan Research Reactor N° 3	38	3,4	0,19
Allemagne	FRM-II; Berlin Neutron Scattering Center (Berlin); contributions allemandes aux grandes infrastructures européennes : Institut Laue-Langevin (ILL), European Spallation Source (ESS)	20 (jusqu'en 2011)	1,4	0,14
Royaume-Uni	ISIS; contributions du pays aux grandes infrastructures européennes : ILL, ESS	10	0,7	0,10
France	ILL; LLB; contributions du pays aux grandes infrastructures européennes : ESS	66	0,6	0,08
Italie	Contributions du pays aux grandes infrastructures européennes : ILL, ESS, ISIS	0	0,2	0,01
Canada	Centre canadien de faisceaux de neutrons jusqu'en 2018	20	0,0	0,02
		Totaux	9,4	0,94

Que fait-on pour reconstruire nos capacités?

Le Canada commence tout juste à reconstruire ses capacités en matière de faisceaux de neutrons. Les universités canadiennes jouent un rôle de premier plan en élaborant une stratégie nationale, en créant Neutrons Canada et en obtenant du financement pour des projets visant (1) le développement d'une installation modeste de faisceaux de neutrons au réacteur nucléaire de recherche de McMaster; et (2) l'établissement de partenariats modestes d'une durée de six ans avec de grandes sources de neutrons aux États-Unis et en Europe.

S'appuyant sur plusieurs années de consultations menées au Canada et à l'échelle internationale, la communauté des faisceaux de neutrons a défini les prochaines étapes dans le Plan à long terme sur les faisceaux de neutrons du Canada 2025-2035. Ces étapes constituent un programme complet qui permettra aux étudiants, aux scientifiques et aux ingénieurs canadiens de relever des défis scientifiques, sociaux, environnementaux et économiques grâce à l'accès à des outils de recherche sur les matériaux à la fois polyvalents et irremplaçables. Le Plan à long terme sur les faisceaux de neutrons décrit les activités proposées dans le cadre du programme national sur les faisceaux de neutrons, ainsi que les investissements nécessaires pour :

1. faciliter la participation du Canada aux grandes sources de neutrons étrangères;
2. mettre en place et exploiter des capacités nationales, notamment le laboratoire de faisceaux de neutrons au réacteur nucléaire de McMaster;
3. créer de nouvelles sources de neutrons à long terme.

Quel investissement est nécessaire pour mettre en œuvre le programme national de faisceaux de neutrons?

La principale recommandation du Plan à long terme sur les faisceaux de neutrons consiste à ce que : « le gouvernement du Canada alloue 95 millions de dollars sur une période de six ans à partir de 2025, et 25 millions de dollars par an à partir de 2031, à l'appui du programme national sur les faisceaux de neutrons qui serait géré par Neutrons Canada. » Environ 21 millions de dollars de l'investissement requis ont déjà été obtenus grâce à un concours de financement compétitif et évalué par les pairs de la Fondation canadienne pour l'innovation.

Vision sommaire

À l'aide d'une boîte à outils scientifique complète du 21^e siècle, les Canadiens peuvent accélérer l'innovation dans les technologies à double usage, les véhicules propres et économes en énergie, la production d'énergie propre et la lutte contre des maladies telles que la maladie d'Alzheimer et le cancer. Les Canadiens jetteront également les bases de percées dans le domaine des nouveaux matériaux, tels que les biomatériaux et les matériaux quantiques, qui exerceront une influence transformatrice sur de nombreuses technologies. C'est grâce à de telles innovations que la promesse d'une meilleure qualité de vie pour tous les Canadiens peut être tenue et que la croissance économique sera réalisée.

Présentation de Neutrons Canada

Neutrons Canada a été constituée en 2022 en tant qu'entreprise sans but lucratif regroupant 16 établissements de recherche partout au pays : quinze universités et une organisation industrielle (Laboratoires Nucléaires Canadiens). Neutrons Canada est dirigée par un conseil d'administration indépendant⁶ composé d'experts en politique scientifique, en gouvernance d'entreprise et en gestion d'installations de recherche, qui supervisent les fonds demandés ainsi que la mise en œuvre du programme national sur les faisceaux de neutrons.

La raison d'être de Neutrons Canada consiste à gouverner, à gérer et à représenter le programme canadien d'infrastructure en recherche et en développement au moyen de faisceaux de neutrons. Neutrons Canada possède une perspective nationale et une connaissance spécialisée du domaine des faisceaux de neutrons, qui lui sert à orienter les investissements de manière à en maximiser les retombées dans trois volets de mission, dont : l'investissement dans le capital et l'exploitation d'infrastructures de faisceaux de neutrons au Canada; la création de partenariats avec des installations européennes et américaines de faisceaux de neutrons; l'élaboration de méthodes novatrices de faisceaux de neutrons; le renforcement de la main-d'œuvre qualifiée dédiée à la recherche sur les matériaux utilisant les faisceaux de neutrons.

En tant que client payant, Neutrons Canada veillera à ce que les principales installations internationales de faisceaux de neutrons et la modeste installation de faisceaux de neutrons au réacteur nucléaire de McMaster soient accessibles à tous les chercheurs canadiens et répondent aux besoins du Canada. À son tour, Neutrons Canada continuera de relever les besoins des chercheurs canadiens grâce à un partenariat coopératif avec l'Institut canadien de la diffusion des neutrons, un organisme composé de bénévoles qui représente la communauté d'utilisateurs de faisceaux de neutrons.

Notes de fin

¹ « Développer des alliages haute performance pour la défense et les technologies propres », avril 2026, [<https://neutrons.ca/fr/unlocking-high-performance-alloys-for-defence-and-clean-technologies/>].

² « Technologies à double usage dans le domaine de l'électronique résistante aux rayonnements », mars 2026, [<https://neutrons.ca/fr/dual-use-technologies-in-radiation-hardened-electronics/>].

³ « Les faisceaux de neutrons pourraient ouvrir la voie à la prochaine génération de matériaux absorbant l'énergie », mai 2026, [<https://neutrons.ca/fr/neutron-beams-could-unlock-the-next-generation-of-energy-absorbing-materials/>].

⁴ Ces retombées, et bien d'autres, sont documentées sur notre site Web, qui comprend également des explications sur les calculs du rendement du capital investi fondés sur des études internationales : [<https://neutrons.ca/fr/#impacts>].

⁵ Par exemple : Walsh, A. C., S. Nienow, J. M. S. Merker, E. C. Decker, C. N. Strack, M. E. Salem, G. Martin, B. Shaw. « Assessment of the retrospective and prospective economic impacts of investments in U.S. neutron research sources and facilities from 1960 to 2030 », rapport final de RTI International parrainé par le National Institute of Standards and Technology, 2024, [<https://www.rti.org/publication/assessment-retrospective-prospective-economic-impacts-investments-u-neutron-research-sources-facilit>].

⁶ Conseil d'administration de Neutrons Canada : [<https://neutrons.ca/fr/a-propos-de/membres-du-conseil/>].