

Évaluation de TRIUMF

Bureau de la vérification et de l'évaluation

5 juin 2023

Le présent rapport a été approuvé par le président du CNRC le 5 juin 2023.

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada,
représenté par le Conseil national de recherches du Canada, 2023.

N° de cat. NR16-272/1-2023F-PDF
ISBN 978-0-660-49612-2



Table des matières

05

Introduction

08

Profil

19

Excellence scientifique

28

Répercussions
socioéconomiques

35

Pertinence

38

Capacités,
compétences et
installations

45

Gouvernance

52

Répercussions de la
COVID-19

54

Recommandations, et
Réponses et plan
d'action de la direction

61

Annexes



Acronymes et abréviations

AC

Accord de contribution avec TRIUMF 2020-2025 du CNRC

Ac-225

Actinium 225

ALPHA

Dispositif d'étude physique de l'antihydrogène par laser

ARIEL

Laboratoire de pointe sur les isotopes rares

BGP

Bureau de gestion de projets

BPD

Boursier postdoctoral

β NMR

Résonance magnétique nucléaire d'orientation de spin antiparallèle

CCT

Comité consultatif de TRIUMF

CEE

Comité d'évaluation des expériences

CEP

Comité d'examen par les pairs

CERN

Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire

CIT

Comité interorganisations de TRIUMF

CNRC

Conseil national de recherches Canada

CRSNG

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada

CSMM

Centre des sciences moléculaires et des matériaux

EDI

Équité, diversité et inclusion

FCI

Fondation canadienne pour l'innovation

FIPD

Facteur d'impact pondéré par discipline

GAPS

Société d'étudiants des cycles supérieurs

GSGP

Groupe de supervision de la gestion de projets

IAMI

Institut des isotopes médicaux avancés

ISAC

Accélérateur et séparateur d'isotopes

ISDE

Innovation, Sciences et Développement économique Canada

KEK

High Energy Accelerator Research Organization; Japon

LNC

Laboratoires Nucléaires Canadiens

LHC

Grand collisionneur de hadrons

MeV

Mégaélectron volts

PDA

Plan de développement des affaires

PI

Propriété intellectuelle

PIB

Produit intérieur brut

PIF et NIF

Installations d'irradiation par protons et par neutrons

SMM

Sciences moléculaires et des matériaux

Tc-99m

Technétium 99m

TI

TRIUMF Innovations

TIGRESS

Spectromètre gamma à échappement empêché de l'ISAC de TRIUMF

μ SR

Spectroscopie par rotation de spin des muons

VMM

Ventilateur mécanique Milan



Introduction

Introduction

On a réalisé en 2022 une évaluation de TRIUMF qui couvre la période de l'exercice 2018-2019 à l'exercice 2021-2022. L'organisation avait précédemment été évaluée en 2019 (pour la période de 2013-2014 à 2017-2018). Cette évaluation a été effectuée conformément au plan d'évaluation approuvé du Conseil national de recherches Canada (CNRC), à la Politique sur les résultats (2016) du Conseil du Trésor et aux exigences de la *Loi sur la gestion des finances publiques*.

Le présent rapport commence par décrire le profil du laboratoire. Il présente ensuite les résultats de l'évaluation de l'excellence scientifique, des répercussions socioéconomiques, de la pertinence, des capacités et de la gouvernance du laboratoire, et se termine par 4 recommandations visant à améliorer TRIUMF.

Vous verrez les symboles suivants dans le rapport :



Ce symbole indique des informations qu'il est utile de connaître pour mieux comprendre les résultats.



Ce symbole indique une citation qui permet d'illustrer ou d'étayer les principales conclusions.



Ce symbole indique des informations qui soutiennent l'équité, la diversité, l'inclusion (EDI) et l'Analyse comparative entre les sexes Plus (c'est-à-dire des facteurs qui illustrent l'expérience potentielle de groupes diversifiés relativement aux politiques, programmes et initiatives).



Source(s) : Il s'agit des méthodes selon lesquelles les conclusions sont tirées. Les sources sont indiquées au bas de chaque page.

Approche en matière d'évaluation

Approche

La présente évaluation s'est appuyée sur une approche mixte incorporant des données qualitatives et quantitatives de plusieurs sources.

Cette approche a permis de faire converger les résultats des différentes sources de données et d'améliorer la compréhension grâce à l'exploration des différentes facettes d'une question complexe dans les résultats de l'évaluation. On a par ailleurs appliqué une optique de l'Analyse comparative entre les sexes Plus tout au long de l'évaluation.

Méthodes

- L'évaluation comprenait les éléments suivants :
- examen des documents;
- examen des données (données en matière d'administration et de rendement);
- sondage auprès des utilisateurs de TRIUMF (n = 155; taux de réponse de 28 %);
- entretiens internes liés au CNRC (n = 5);
- entretiens internes liés à TRIUMF (n = 22);
- entretiens externes (n = 13);
- évaluation des répercussions socioéconomiques (rapport commandé par le Bureau du vice-président, Technologies émergentes);
- étude bibliométrique;
- examen par les pairs avec des experts nationaux et internationaux (n = 8).

Questions d'évaluation

1. **Excellence scientifique** : Dans quelle mesure TRIUMF est-il une plateforme d'excellence scientifique?
2. **Répercussions socioéconomiques** : Dans quelle mesure TRIUMF a-t-il contribué à la croissance sociale et économique du Canada?
3. **Pertinence** : TRIUMF se concentre-t-il sur les bons domaines pour rester pertinent et répondre aux besoins de sa communauté et au-delà?
4. **Capacités** : Dans quelle mesure TRIUMF a-t-il la capacité, les compétences et les installations nécessaires pour atteindre ses objectifs à l'avenir?
5. **Structure de gouvernance** : Dans quelle mesure la gouvernance de TRIUMF (par exemple, les comités, les politiques et les contrôles) est-elle efficace et efficiente? Y a-t-il des gains d'efficacité à réaliser?

Pour obtenir des renseignements plus détaillés sur les méthodes, y compris les limites, voir l'[annexe A](#).

De courtes biographies des membres de l'examen par les pairs figurent à l'[annexe B](#).



Profil

TRIUMF est le centre national d'accélération des particules du Canada. Il a été fondé pour maintenir des ressources, des outils et une expertise centralisée à des fins scientifiques d'une manière qu'aucune université ou organisation canadienne n'est en mesure d'offrir à elle seule. TRIUMF assume le rôle de centre névralgique pour les découvertes et la collaboration en assurant la liaison entre les universités et centres de recherche de premier plan du pays, et sert de porte d'accès du Canada aux projets internationaux de mégascience.

Aperçu

TRIUMF Inc. est un laboratoire multidisciplinaire de recherche en sciences fondamentales, situé sur le campus de l'Université de la Colombie-Britannique

Les installations de TRIUMF se trouvent à Vancouver, en Colombie-Britannique. TRIUMF est détenu et exploité par des universités membres et est constitué en tant qu'organisme de bienfaisance à but non lucratif. Sa vision est celle d'un Canada à l'avant-garde de la science, de la découverte et de l'innovation, qui améliore les conditions de vie et construit un monde meilleur.

Les activités de base de TRIUMF s'articulent autour de cycles de planification quinquennaux lors desquels sont définis les objectifs et les priorités ainsi que les besoins en matière d'infrastructure et d'équipement. Le plan stratégique 2020-2025 de TRIUMF s'axe sur les 3 dimensions suivantes :



Science et technologie

- Faire des découvertes révolutionnaires dans le cadre d'un portefeuille de recherche multidisciplinaire.
- Renforcer sa position en tant que centre d'accélération des particules de premier plan à l'échelle mondiale.



Personnes et compétences

- Devenir un centre d'enseignement et de formation interdisciplinaire.
- Inciter les Canadiens à faire des découvertes et à innover.



Innovation et collaboration

- Transformer la science et la technologie en innovation.
- Stimuler la collaboration nationale et internationale en recherche, en technologie et en innovation.

TRIUMF Innovations (TI), une société affiliée entièrement contrôlée par TRIUMF Inc., est une société enregistrée à but non lucratif qui possède son propre conseil d'administration (CA) et son propre président et directeur général (PDG)

TI gère, supervise et administre les services liés à la commercialisation de technologies et est responsable de la gestion des différents aspects des relations commerciales de TRIUMF (par exemple, les négociations, les transactions ou les autres interactions avec des clients potentiels), de la propriété intellectuelle (PI), des occasions commerciales et des entreprises dérivées.

Objectifs de TI :



Simplifier l'accès de l'industrie à l'expertise et à l'infrastructure dans l'ensemble du réseau de TRIUMF.



Aider les jeunes entreprises de TRIUMF à réussir en relevant les occasions commerciales, en réglant les questions de PI, en fournissant des conseils sur la mobilisation de capitaux, en contribuant au recrutement et au développement de talents et en ciblant les partenariats potentiels.



Transmettre des compétences aux étudiants, aux scientifiques, aux techniciens et aux entrepreneurs par l'entremise d'un programme de formation sur la commercialisation et l'entrepreneuriat.



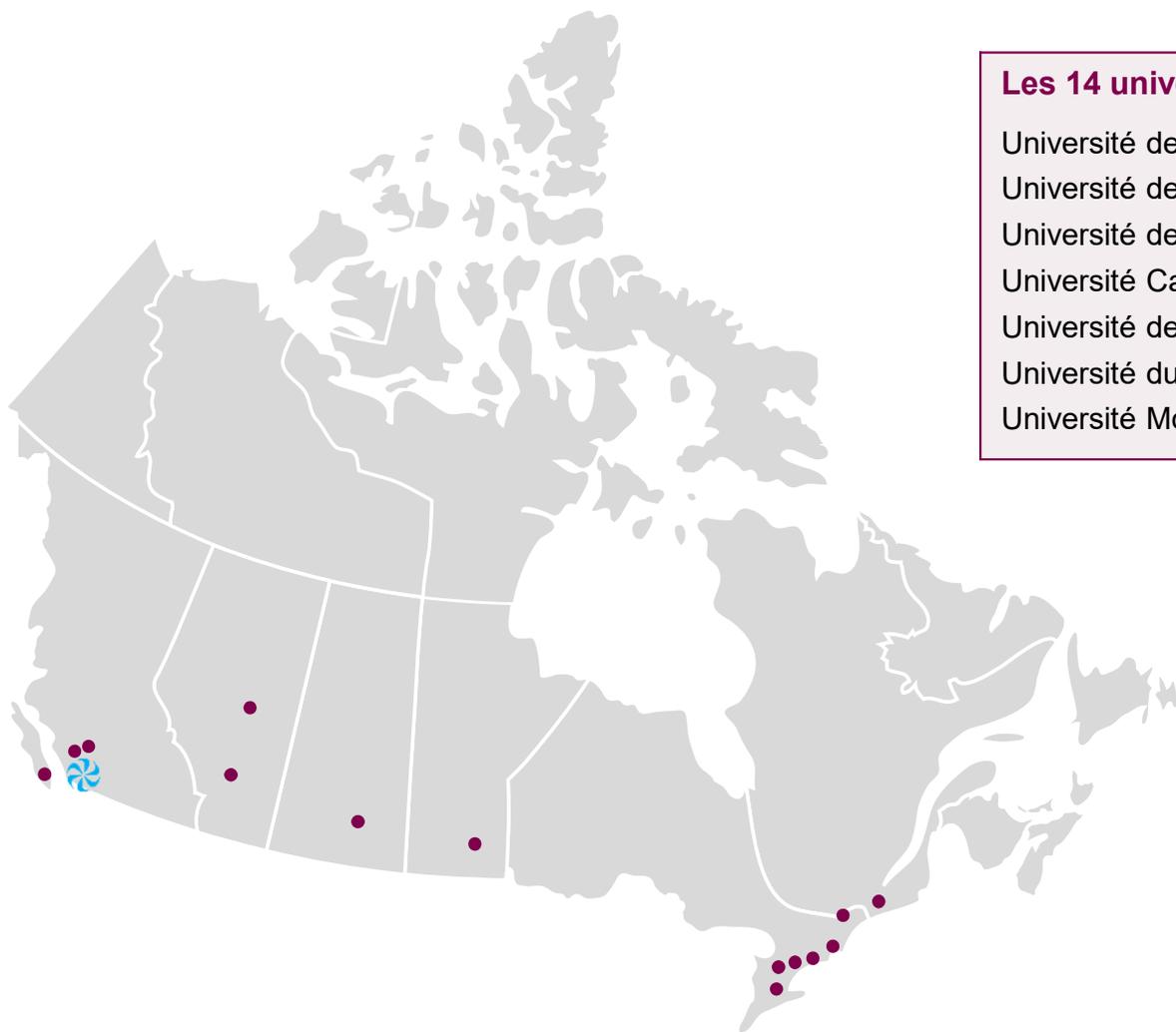
Mettre en relation les inventions et les idées scientifiques, allant des détecteurs de particules aux systèmes de fabrication d'isotopes, avec les possibilités offertes par le secteur privé.

Source(s) : examen de documents, TRIUMF



Universités membres de TRIUMF

TRIUMF est détenu et exploité par un consortium d'universités canadiennes. Le Conseil des gouverneurs de TRIUMF, qui comprend des représentants des universités canadiennes membres, guide l'orientation générale du laboratoire.



Les 14 universités membres de TRIUMF

Université de l'Alberta	Université de Montréal
Université de la Colombie-Britannique	Université Queen's
Université de Calgary	Université de Regina
Université Carleton	Université Simon Fraser
Université de Guelph	Université de Toronto
Université du Manitoba	Université de Victoria
Université McMaster	Université York

Nouvelles universités membres

En mars 2023, 7 autres universités se sont jointes à TRIUMF en tant que membres :

- Université McGill
- Université de Northern British Columbia
- Université Saint Mary's
- Université de Sherbrooke
- Université de Waterloo
- Université Western
- Université de Winnipeg



Le CNRC et TRIUMF

Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) fournit un financement opérationnel à TRIUMF au moyen d'un accord de contribution (AC) officiel. Il a formé le Comité consultatif de TRIUMF (CCT) et le Comité interorganisations de TRIUMF (CIT) pour assurer la surveillance et l'évaluation des activités menées par l'organisation.

Accord de contribution

TRIUMF reçoit un financement opérationnel du gouvernement fédéral dans le cadre d'un AC avec le CNRC. L'AC est un accord juridiquement contraignant d'une durée de 5 ans, signé par TRIUMF et le CNRC, qui définit les modalités de la contribution du CNRC à TRIUMF.

Le rôle du CNRC est d'administrer l'AC, et un responsable de projet est nommé pour assurer un suivi de toutes les questions liées à ce dernier. L'accord quinquennal actuel porte sur la période de 2020 à 2025. Il a évolué par rapport aux précédentes moutures d'accord quinquennal, en réponse aux exigences du gouvernement du Canada, aux risques éventuels et inhérents liés à la sécurité et à l'augmentation des montants des contributions.

Comme indiqué dans l'AC, TRIUMF et ses affiliés sont soumis à des exigences de production de rapports pour les activités bénéficiant de fonds du CNRC et d'une nouvelle politique de sécurité qui tient compte des pratiques exemplaires et des orientations canadiennes et internationales actuelles en matière de sécurité et de protection de la recherche.

Comité consultatif de TRIUMF

Le CCT conseille le CNRC sur les progrès scientifiques, technologiques et techniques, la gestion de TRIUMF et ses efforts de commercialisation par l'intermédiaire de TI, les interactions avec d'autres installations scientifiques, et les orientations futures. Au nom du CNRC, il fournit à TRIUMF des évaluations régulières du rendement et formule des recommandations pour améliorer son efficacité et son efficacité opérationnelles. TRIUMF se réunit avec le CCT 2 fois par an.

Les membres du CCT sont nommés par le vice-président du CNRC qui est responsable de la supervision de TRIUMF et comprennent des industriels et des scientifiques internationaux ayant une expertise dans les domaines liés aux activités de TRIUMF.

Le mandat du CCT comprend la prestation de conseils au CNRC sur tous les aspects du programme de TRIUMF, y compris les activités de commercialisation entreprises par TI, qui ont à voir avec la détermination et l'administration de la contribution fédérale à TRIUMF, ainsi que les considérations visant à assurer la pertinence, l'impact et la position mondiale de l'organisation.

Comité interorganisations de TRIUMF

Le CIT supervise l'investissement du gouvernement du Canada dans TRIUMF et les avantages économiques qui en découlent, en se concentrant sur les questions de gestion, de finances et de commercialisation.

Le CIT compte parmi ses membres des représentants du CNRC, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) et d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE).

Le CIT fournit des conseils aux représentants élus et au CNRC sur les questions liées à TRIUMF. Il se réunit en fonction des besoins, et d'autres organisations fédérales intéressées par TRIUMF peuvent être invitées à participer aux réunions, s'il y a lieu.

Observateurs du CCT

Les observateurs comprennent des représentants de TRIUMF, du CRSNG, de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), de l'Institut de physique des particules, de l'Institut canadien de physique nucléaire et de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes.



Source(s) : examen de documents, site Web de TRIUMF

Structure de gouvernance

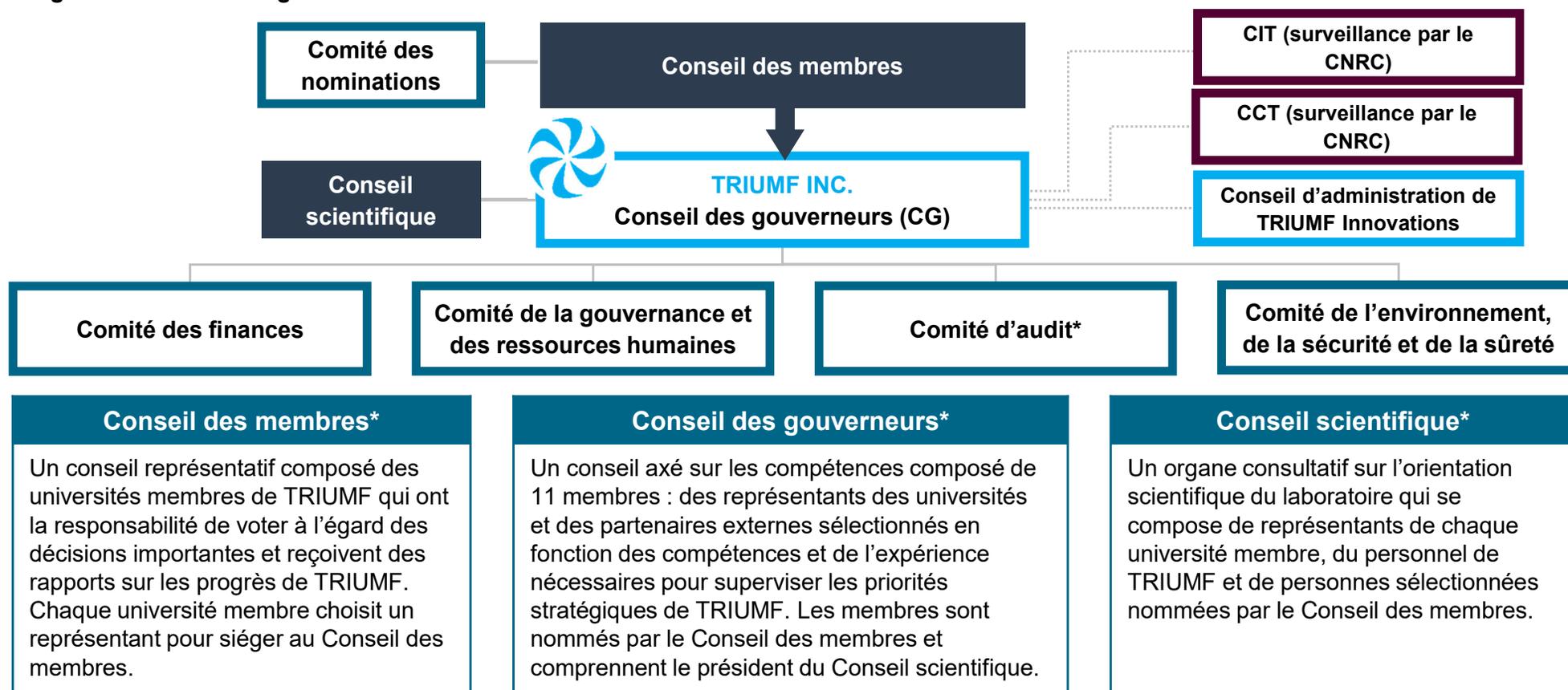
En juin 2021, le passage de TRIUMF d'un partenariat universitaire à un organisme de bienfaisance à but non lucratif constitué en personne morale a entraîné d'importants changements sur le plan de la gouvernance. En effet, le conseil de 44 membres, composé de représentants d'universités, a été remplacé par un conseil axé sur les compétences, composé d'un maximum de 11 administrateurs.

Leadership conjoint

3 membres du Conseil des gouverneurs (CG) de TRIUMF sont également membres du Conseil d'administration de TI. Le directeur exécutif et président et directeur général de TRIUMF a siégé au conseil d'administration de TI jusqu'en avril 2023.



Figure 2. Structure de gouvernance de TRIUMF



* Un représentant du CNRC siège en tant qu'observateur au Conseil des membres, au CG de TRIUMF, au Comité d'audit et au Conseil scientifique.

Source(s) : examen de documents



Structure organisationnelle

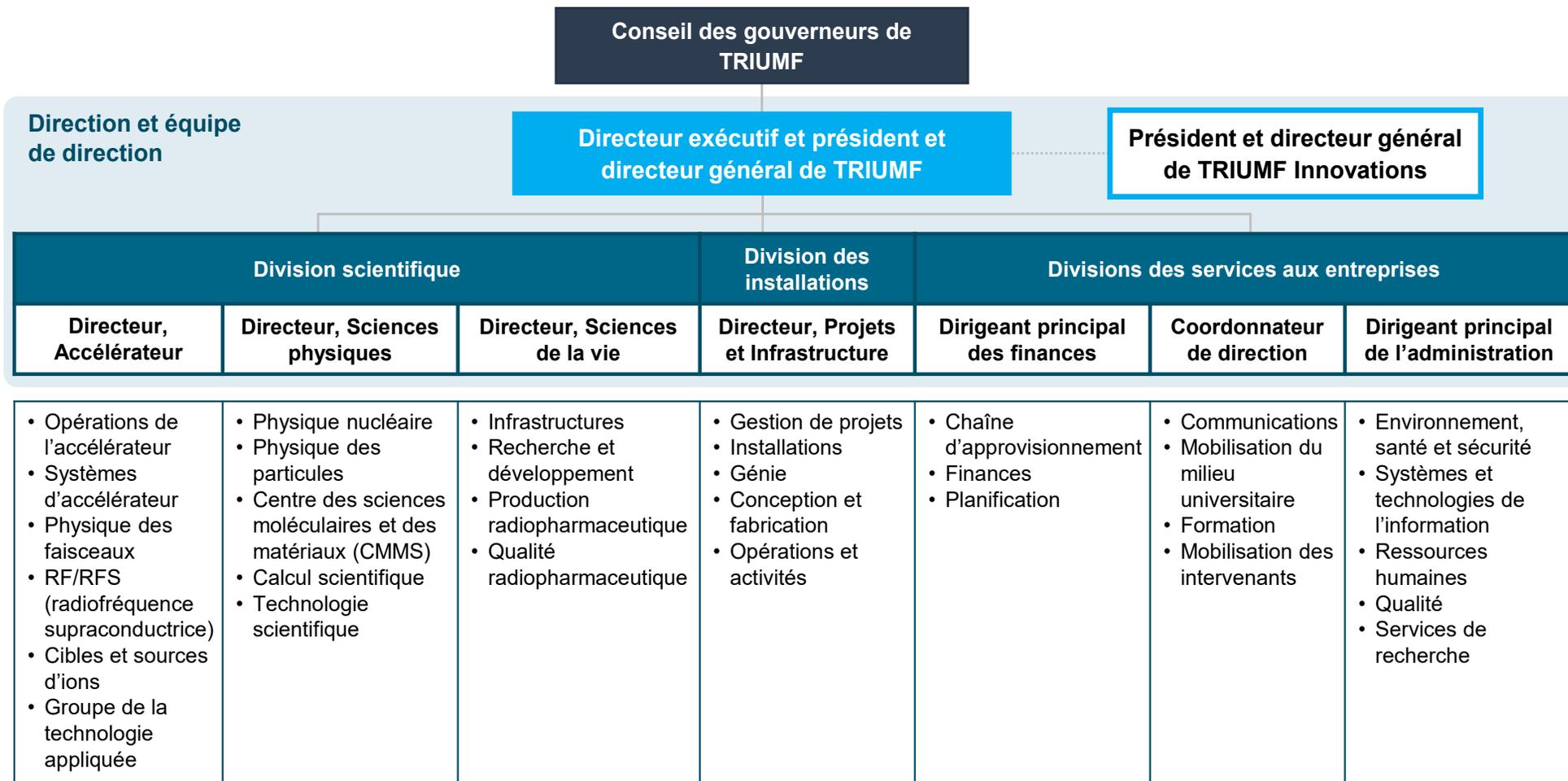
Une nouvelle structure organisationnelle a été mise en place au printemps 2022. Les chefs de division scientifique (directeurs) sont maintenant entièrement intégrés à l'équipe de direction afin de promouvoir l'excellence scientifique et de maintenir les moteurs scientifiques au premier plan.

Leadership conjoint

Le président et directeur général de TI est membre de l'équipe de direction de TRIUMF.



Figure 3. Structure organisationnelle de TRIUMF



Source(s) : examen de documents



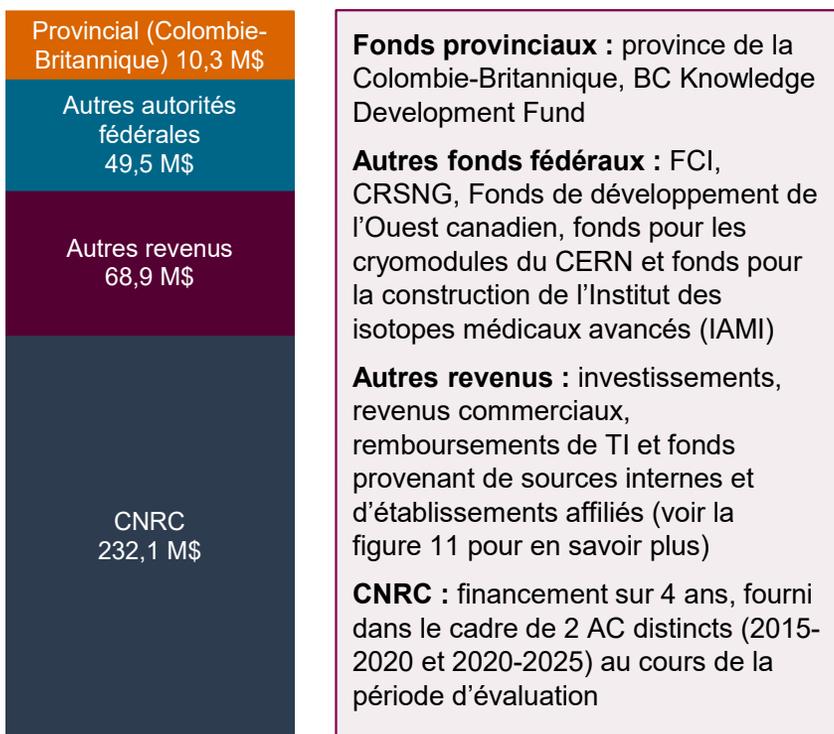
Ressources financières de TRIUMF et de TRIUMF innovations

Financement et revenus

TRIUMF a touché 360,6 millions de dollars en financement et en revenus au cours de la période d'évaluation de 4 ans (de 2018-2019 à 2021-2022), dont 291,7 millions de dollars provenaient de sources publiques. Les fonds provenant des AC conclus avec le CNRC représentent 79 % de l'ensemble des fonds publics.

Pendant la période d'évaluation, TRIUMF a versé 3,8 millions de dollars à TI pour des services que TI lui a fournis.

Figure 4. Financement et revenus de TRIUMF, 2018-2019 à 2021-2022



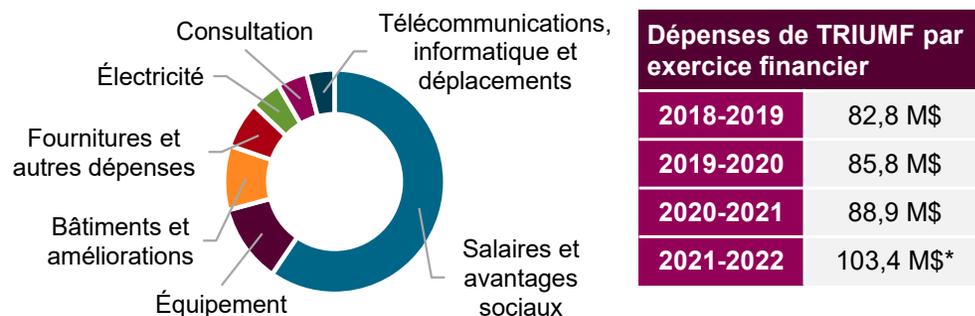
Source(s) : examen de documents et de données

Dépenses

Au cours de la période d'évaluation, TRIUMF a engagé des dépenses liées au fonctionnement et aux bâtiments de 360,9 millions de dollars, les salaires et les avantages sociaux représentant 60 % de ses dépenses.

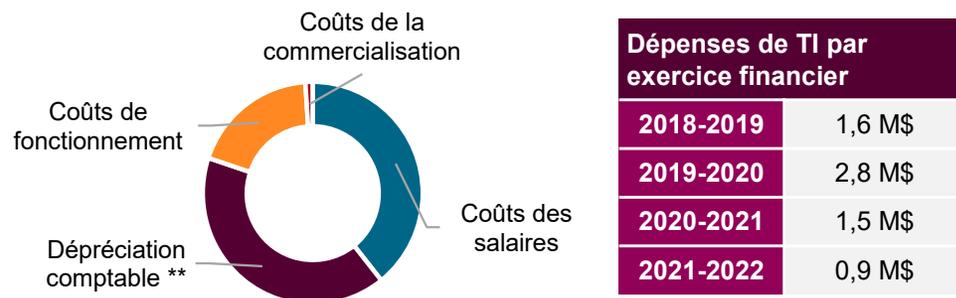
Au cours de la période d'évaluation, TI a engagé des dépenses opérationnelles de 6,8 millions de dollars, les salaires représentant 39 % de ses dépenses.

Figure 5. Dépenses de TRIUMF, de 2018-2019 à 2021-2022



* Les dépenses de TRIUMF dans les bâtiments et les améliorations ont été plus élevées en 2022 en raison de la construction de l'IAMI et d'autres améliorations de l'infrastructure.

Figure 6. Dépenses de TI, de 2018-2019 à 2021-2022



** Comprend les coûts de la réorganisation du soutien de TI aux entreprises dérivées.

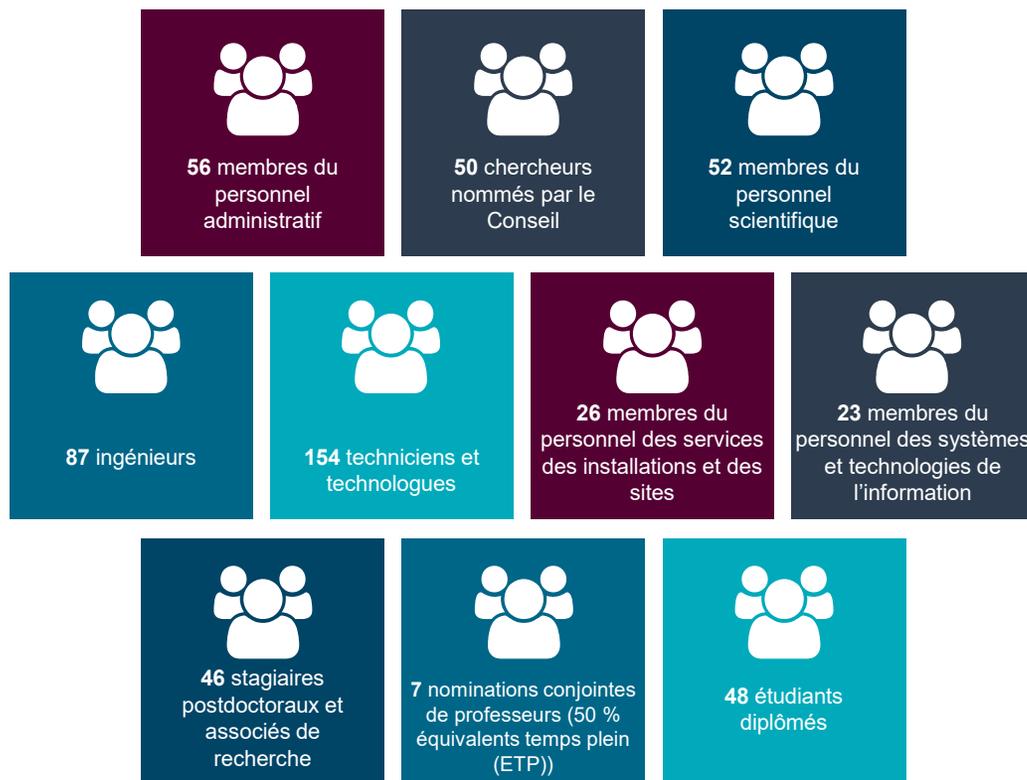


Ressources humaines



Effectif

En mars 2022, TRIUMF comptait un total de 549 employés*, dont 411 (75 %) étaient financés par le CNRC par l'intermédiaire de l'AC. Les effectifs sont restés relativement stables tout au long de la période d'évaluation.



* Les étudiants de premier cycle ne sont pas compris dans le décompte du personnel, car ils sont embauchés pour des missions de courte durée sur 3 périodes distinctes par an. Les nombres d'étudiants de premier cycle (stages d'été et stages coopératifs) sont présentés à la [figure 12](#).

Genre, diversité et inclusion

TRIUMF a révisé sa politique d'équité, de diversité et d'inclusion (EDI) et sa politique en matière d'intimidation et de harcèlement sur le lieu de travail en 2021 et a pris des mesures pour améliorer la diversité dans ses pratiques d'embauche, par exemple, en organisant des ateliers sur les préjugés implicites et l'embauche préférentielle. Des objectifs en matière de ressources humaines ont également été fixés en ce qui concerne l'égalité des genres dans l'embauche.

Selon un sondage interne réalisé en 2018, 75 % des répondants s'identifiaient comme des hommes et 25 % comme des membres d'une minorité visible.

Au cours de la période d'évaluation, entre 26 et 32 % des demandes d'emploi présentées chaque année provenaient d'étudiantes du premier cycle, et entre 22 et 36 % des personnes embauchées étaient des femmes.

En 2020, TRIUMF a obtenu une approbation spéciale du Tribunal des droits de la personne de la Colombie-Britannique pour embaucher de préférence des femmes, et une exemption a été accordée pour embaucher de préférence des Autochtones.

Le programme Azuma Undergraduate Summer Fellowship a été lancé en 2021 pour recruter des étudiants de premier cycle prometteurs issus de groupes sous-représentés. 2 étudiants ont été embauchés au cours de la période d'évaluation.

De plus, 2 étudiants autochtones de premier cycle ont été embauchés au cours de la période d'évaluation.

Pour consulter la liste des niveaux de dotation tout au long de la période d'évaluation, voir l'[annexe C](#).

Source(s) : examen de documents et de données



Installations

Le complexe de TRIUMF comprend de grandes installations de recherche qui fournissent l'infrastructure centralisée permettant de soutenir et de faciliter l'étude de sujets multidisciplinaires. Voici les principales installations de TRIUMF :



Bâtiment principal de l'accélérateur

Principale et plus grande installation de recherche de TRIUMF, il comprend plusieurs zones distinctes : le cyclotron de 520 MeV et d'autres composants essentiels, comme les installations d'irradiation par protons et par neutrons (PIF et NIF), le Centre des sciences moléculaires et des matériaux (CSMM), l'installation de neutrons ultrafroids (UCN) et le cyclotron TR-13.



Laboratoire de pointe sur les isotopes rares (ARIEL)

Devant être terminé en 2027, l'ARIEL sera l'une des seules installations d'isotopes rares spécialement aménagées et destinées à de multiples utilisateurs au monde. Elle sera équipée d'un accélérateur linéaire d'électrons fait au Canada qui permettra d'étudier la structure des noyaux atomiques et l'origine des éléments lourds.



IAMI

L'IAMI est une installation multidisciplinaire de R-D et de transposition clinique dans les domaines de la production d'isotopes médicaux, de l'imagerie clinique, du développement radiopharmaceutique, des thérapies contre le cancer et de la fabrication accélérée de médicaments qui comprend un cyclotron médical TR-24 spécialisé et plusieurs laboratoires médicaux pour la réalisation d'essais cliniques. Il est tout construit et devrait être entièrement mis en service en 2023.



Accélérateur et séparateur d'isotopes (ISAC) I

La salle d'expérimentation contient des infrastructures supplémentaires qui permettent la séparation et la réaccélération d'isotopes à des fins de recherche en physique purement expérimentale. L'ISAC I produit environ 70 isotopes rares et diversifiés et compte près de 20 installations expérimentales distinctes.



ISAC II

L'ISAC II contient un accélérateur linéaire supraconducteur servant à des expériences à haute énergie ainsi que 3 installations expérimentales distinctes (le poste de spectroscopie ISAC pour l'analyse de réactions de particules chargées [IRIS], l'analyseur de masse électromagnétique [EMMA], et le TIGRESS).

Excellence scientifique

TRIUMF représente le Canada dans des collaborations internationales d'envergure, ce qui permet à des scientifiques canadiens d'accéder à des installations et à des infrastructures de premier plan à l'échelle mondiale. Il est considéré comme un laboratoire national de pointe en physique subatomique et en science des accélérateurs. Il est le seul laboratoire ayant des activités d'une telle ampleur et d'une telle portée au Canada.

TRIUMF est à l'origine d'un grand nombre de découvertes, contributions et publications scientifiques. Ses publications ont bonne réputation dans la communauté scientifique internationale. Ses chercheurs sont tenus en haute estime au pays et à l'étranger, comme en témoignent les prix, les collaborations internationales et les nominations à des conseils. Les chercheurs menant des travaux de recherche collaboratifs par l'intermédiaire de TRIUMF ont un taux de réussite élevé auprès des organismes de financement canadiens.

Production de connaissances, découvertes et progrès

L'expertise technologique, technique et de recherche à TRIUMF rivalise avec celle de grands laboratoires internationaux œuvrant dans des domaines similaires. TRIUMF a contribué à la production de connaissances et à des expériences à l'avant-garde des découvertes scientifiques mondiales.

Les intervenants considèrent TRIUMF comme une installation scientifique nationale importante. Ils affirment que ses installations et infrastructures sont excellentes et constituent un **centre névralgique pour la science internationale**.

Grâce à l'intensité de certains faisceaux qui ne peut être reproduite par d'autres laboratoires et à l'infrastructure d'accélérateur qui permet d'étudier les isotopes médicaux rares et les muons positifs, les chercheurs de TRIUMF prennent part à des travaux de recherche collaboratifs donnant lieu à des **résultats constituant une première mondiale**. Voici certains travaux à haute visibilité auxquels participe TRIUMF :

- Rôle de premier plan dans l'expérience sur l'antihydrogène ALPHA du CERN : le laser refroidissant l'antihydrogène était une première mondiale et a été mentionné avec égards dans la revue Nature en 2021.
- Le groupe sur les neutrons ultrafroids de TRIUMF (TUCAN) a produit les premiers neutrons ultrafroids en collaboration avec la KEK du Japon au cours d'une expérience ayant fait l'objet d'une publication en 2019.
- Durant l'expérience sur la détection de l'énergie de recul et des rayons gamma des réactions nucléaires (DRAGON) a été mesurée la toute première capture d'un proton radiatif sur un isomère nucléaire, à l'aide du seul outil au monde destiné aux réactions astrophysiques. Les résultats ont été publiés en janvier 2022.
- Production d'isotopes médicaux nouveaux ou difficiles à acquérir, comme l'actinium 225 (Ac-225) et le technétium 99m (Tc-99m), avec des établissements pharmaceutiques et d'enseignement.
- Rôle de premier plan dans la collaboration sur le ventilateur mécanique Milan (VMM), dans le cadre de laquelle ont été conçus, à compter de 2020, des ventilateurs à faible coût pour améliorer les résultats de santé des patients ayant la COVID-19.

Source(s) : entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, sondage, examen de documents



« Mes collègues d'autres pays connaissent TRIUMF et sont surpris par sa petite taille. Étant donné son financement et son effectif, il fait plus que son poids. »

— Répondant interne de TRIUMF



« TRIUMF dispose de faisceaux d'ions stables et radioactifs, à faible émittance et à haute intensité, ainsi que des installations et de l'équipement expérimentaux de premier ordre. Les faisceaux de faible énergie qu'il produit par la méthode de séparation des isotopes en ligne (ISOL) n'ont aucune concurrence directe en Amérique du Nord. Il faudrait aller en Europe ou en Asie pour trouver des faisceaux d'aussi grande qualité. Mais l'équipement expérimental actuel de ces laboratoires laisse à désirer et ne suffit pas à la demande. TRIUMF donne la possibilité de réaliser des mesures très précises grâce à son offre unique de faisceaux et d'appareillages de haute qualité. »

— Répondant au sondage

Production de connaissances, découvertes et progrès

Le CEP a souligné les nouvelles découvertes et les progrès technologiques réalisés dans les 5 secteurs de programme de TRIUMF (science des accélérateurs, physique des particules, physique nucléaire, sciences moléculaires et des matériaux, et médecine nucléaire/sciences de la vie).

Science des accélérateurs

Le CEP a jugé que la division des accélérateurs et des installations de TRIUMF se démarquait à l'internationale et a apporté des contributions scientifiques mondiales majeures. Le cyclotron appuie le programme de spectroscopie par rotation de spin des muons (μ SR), la source de neutrons ultrafroids et la production de radioisotopes, notamment l'Ac-225.

L'important nouvel accélérateur de l'ARIEL a montré qu'il pouvait fonctionner à la puissance de faisceau de 10 kW, qui est son objectif pour la mise en service et la limite de la décharge de faisceau dans l'entrée du couloir d'électrons. Le CEP considère cela comme une grande réalisation qui atteste de la capacité exceptionnelle du groupe des accélérateurs et du laboratoire TRIUMF.

Récemment, le projet de l'ARIEL a atteint un jalon majeur : un faisceau extrait du cyclotron à protons de 520 MeV a été dirigé vers la nouvelle ligne de faisceaux (4N), qui alimentera ultérieurement une nouvelle station de cibles.

Les chercheurs apportent leurs connaissances et leur technologie au grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN et sont bien placés pour collaborer à d'autres projets, comme le collisionneur électrons-ions.

Physique des particules

Selon le CEP, les physiciens des particules de TRIUMF contribuent activement à la détermination des priorités nationales. Ils peuvent donc définir une stratégie de recherche locale en même temps que soutenir les intérêts intellectuels d'universités membres, au bénéfice d'un programme de recherche pancanadien.

La division maintien des installations et une expertise technique uniques qui permettent au Canada de rivaliser contre d'autres sur la scène mondiale. Elle conçoit, crée ou réalise des parties déterminantes de grandes expériences internationales qui ne peuvent être créées ailleurs.

Les physiciens des particules de TRIUMF dirigent des travaux de construction ou de réalisation de grandes expériences internationales visant des éléments détecteurs qui fournissent des données clés pour les analyses physiques que les physiciens canadiens souhaitent effectuer.

La division a aussi investi dans un groupe de calcul scientifique afin d'aider les physiciens des particules à apprendre comment utiliser les nouveaux outils d'apprentissage machine et d'intelligence artificielle pour résoudre des problèmes urgents dans les simulations théoriques ou les analyses de données.

Production de connaissances, découvertes et progrès

Physique nucléaire

La division a eu des effets sur le terrain, et la diversité et les répercussions de ses installations et de son personnel scientifique uniques ont impressionné le CEP.

Ce dernier a noté les synergies manifestes et puissantes qui existent entre, d'une part, les nouvelles orientations de l'astrophysique nucléaire théorique et les études de modélisation et de précision sur les molécules radioactives, et d'autre part, le portefeuille actuel de la division et le plan stratégique de TRIUMF.

TRIUMF a une bonne stratégie pour la mise en place d'un nouvel anneau de stockage pour les réactions de capture de neutrons, ce qui créerait une installation unique au monde et à grand impact en ce qui a trait à la compréhension des sections efficaces de capture, lesquelles sont au cœur de plusieurs processus de nucléosynthèse.

Sciences moléculaires et des matériaux (SMM)

Le CEP a constaté que les recherches de la division des SMM avaient beaucoup aidé à accroître et à diversifier la visibilité et l'influence scientifique de TRIUMF sur la scène internationale.

La division emploie des méthodes de μ SR et de β NMR, qui sont des méthodes expérimentales (p. ex. diffusion neutronique, mesures thermodynamiques globales, caloportage et transport électrique) contribuant à la caractérisation des matériaux.

Pour garantir un impact scientifique élevé, TRIUMF cherche à assurer un accès rapide et adapté au temps de faisceau et aux stations terminales pour permettre de faire des mesures dans des conditions de champ magnétique élevé, de pression élevée et de température faible. TRIUMF cherche aussi à offrir un soutien technique d'experts aux utilisateurs occasionnels de la μ SR et de la β NMR. Le CEP a noté que TRIUMF est bien placé pour continuer de contribuer de façon importante à la recherche en SMM. TRIUMF souligne qu'il élargit son programme de SMM à la recherche sur les matériaux quantiques.

Médecine nucléaire/sciences de la vie

Le CEP a noté qu'il existe très peu de concurrents mondiaux dans le domaine des sciences de la vie et que la division étudie un éventail de travaux qui ont une importance fondamentale pour le domaine.

La division applique l'expertise en production et manipulation de radionucléides pour étudier une large gamme d'isotopes diagnostiques et thérapeutiques aux fins d'applications médicales.

TRIUMF a un programme unique qui tire parti des capacités de β NMR pour la réalisation d'études, par exemple sur les configurations de liaison ou les sites de coordination dans les biomolécules. Il a aussi un programme pour étudier la radiothérapie FLASH avec des photons et des protons; ces deux approches peuvent donc être examinées en parallèle.

La division possède une grande expertise en chélation qui permet d'utiliser les nouveaux radiométaux produits par les accélérateurs dans des applications biomédicales.

Dans le cadre de collaborations mondiales, la division produit un grand volume de radiotraceurs pour l'imagerie clinique et préclinique à des fins de recherche et d'essais cliniques.

Le CEP a indiqué que le succès et l'influence de la division sont montrés par les subventions, les publications et les activités commerciales, mais que la division est encore petite et pourrait se développer afin de distancer la concurrence dans les marchés en évolution rapide des agents théranostiques et des isotopes médicaux.



Rôle de liaison : Collaborations internationales

TRIUMF est la porte d'accès du Canada à des collaborations scientifiques et technologiques mondiales. Pour les chercheurs en physique du pays, l'accès à des installations internationales s'obtient surtout en participant aux collaborations de TRIUMF sur des projets de recherche internationaux.

TRIUMF facilite la participation canadienne à de grands projets de recherche mondiaux hautement reconnus

De 2018-2019 à 2021-2022, entre 224 et 227 scientifiques et étudiants canadiens ont participé chaque année à des projets internationaux par l'intermédiaire de TRIUMF (résultat équivalent à celui relevé lors de la dernière évaluation).

La figure 7 montre que le nombre de visites de chercheurs internationaux était élevé en 2018-2019 et en 2019-2020; il dépassait la cible interne de TRIUMF. Cependant, il a fortement chuté pendant les années de pandémie, en 2020 et 2021, en raison des restrictions relatives aux déplacements internationaux.

La figure 8 montre que les chercheurs de TRIUMF ont assumé un nombre croissant de rôles de direction dans des collaborations nationales et internationales au cours de la période d'évaluation; ce nombre est passé de 16 en 2018-2019 à 28 en 2021-2022.

Entre 2018-2019 et 2021-2022, les chercheurs de TRIUMF ont participé à 18 projets collaboratifs internationaux, tandis que des chercheurs internationaux ont participé à 14 collaborations de TRIUMF. Ces chiffres ressemblent à ceux établis lors de la dernière évaluation, qui étaient respectivement 15 et 13.



TRIUMF attire des scientifiques de plus de 40 pays et a conclu plus de **75 accords internationaux** et protocoles d'entente avec 32 établissements dans 16 pays.

Figure 7. Le nombre de chercheurs internationaux accueillis à TRIUMF a chuté en raison de la COVID-19, de 2018-2019 à 2021-2022

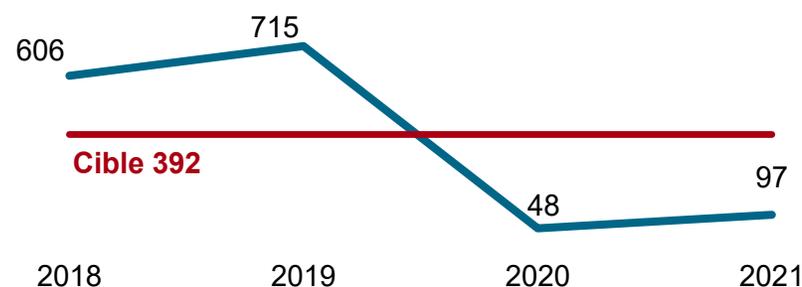
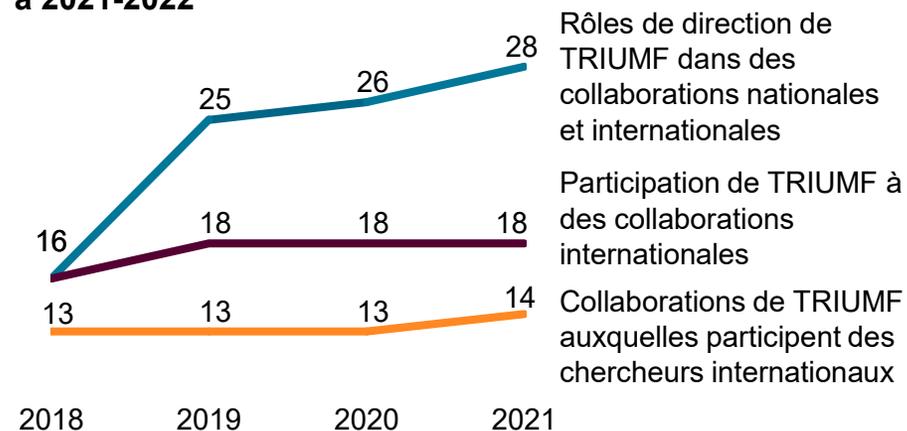


Figure 8. TRIUMF a augmenté sa participation à des collaborations nationales et internationales, de 2018-2019 à 2021-2022



Source(s) : données de TRIUMF



Rôle de liaison : Collaborations internationales

Les chercheurs canadiens de TRIUMF et d'autres organisations assument des rôles de direction et ont eu des répercussions avérées dans de grandes expériences internationales grâce à leurs liens avec les installations de TRIUMF. En l'absence d'une organisation comme TRIUMF, les chercheurs canadiens auraient un accès moindre aux installations de recherche et aux expériences collaboratives menées avec des installations internationales.

Selon le CEP, TRIUMF utilise ses installations pour concevoir, créer, et réaliser des parties déterminantes d'expériences internationales **qui ne peuvent être créées ailleurs dans le monde**. Par exemple, il s'appuie sur son expertise technique et computationnelle pour être l'hôte conjoint d'un centre d'analyse de données de niveau 1 aux fins de l'expérience ATLAS menée au LHC du CERN.

D'après les intervenants, en l'absence d'une installation comme TRIUMF au Canada, **il existerait peu de laboratoires au pays ou à l'étranger où les Canadiens pourraient mener des recherches comparables**. Il en coûterait plus cher aux Canadiens pour les déplacements et les frais d'utilisation et d'accès, et certains travaux pourraient être arrêtés (p. ex., production d'isotopes médicaux par l'ISAC). Il serait difficile d'accéder à du temps de faisceau, car les laboratoires offrent ce temps aux participants à leurs projets de recherche collaboratifs ou à d'autres installations dans le cadre d'ententes qui comprennent du temps de laboratoire à faible coût ou sous forme d'échange.

Dans quelques domaines, comme celui des isotopes rares, les laboratoires comparables ne produisent pas les mêmes résultats, car les travaux sont complémentaires; **la science internationale des isotopes rares en pâtirait sans une installation comme TRIUMF**.

De plus, la nature collaborative des universités canadiennes participant aux recherches de TRIUMF diminuerait, et la concurrence pour les fonds de recherche limités serait accrue. TRIUMF travaille à ajouter des universités canadiennes à son réseau pour en accroître la portée.

La participation de TRIUMF à des collaborations internationales établit des liens entre les chercheurs canadiens et les universités membres.

Voici quelques exemples :

- L'expérience ATLAS du CERN comprend plus de 100 chercheurs de 9 universités canadiennes.
- L'expérience ALPHA du CERN comprend des chercheurs de TRIUMF et de 4 universités canadiennes (qui forment le tiers de l'équipe technique).
- La collaboration sur les neutrons ultrafroids Tokai-to-Kamiokande (T2K)/Hyper-K avec le Japon comprend TRIUMF, l'Institut de technologie de la Colombie-Britannique et 6 collaborateurs d'universités canadiennes.
- L'expérience TIGRESS comprend des chercheurs de TRIUMF, de 6 universités canadiennes, des États-Unis, du Royaume-Uni et de la France.
- La collaboration canadienne au collisionneur électrons-ions comprend des chercheurs de TRIUMF et des bénéficiaires canadiens de la FCI et du CRSNG, qui travaillent sur le collisionneur à Brookhaven, aux États-Unis.
- L'essai d'universalité des leptons MUSE à l'Institut Paul Scherrer, en Suisse, fait appel aux installations d'accélérateur linéaire d'électrons de l'ARIEL et à des chercheurs de TRIUMF.
- RADNEXT est un écosystème mondial d'installations d'irradiation parmi lesquelles PIF et NIF de TRIUMF sont les seuls membres non européens.

Source(s) : examen de documents, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, sondage, CEP



Publications scientifiques

Les publications de TRIUMF ont bonne réputation dans la communauté scientifique internationale.

TRIUMF a produit des publications remarquables présentant des résultats constituant des premières mondiales entre 2017-2018 et 2021-2022*.

En voici des exemples :

- TRIUMF publie régulièrement des articles dans Nature, notamment un article sur le refroidissement laser d'atomes d'antihydrogène (Laser cooling of antihydrogen atoms) qui figurait parmi les 10 plus grandes percées de l'année 2021 selon Physics World.
- TRIUMF publie régulièrement des articles sur la science des accélérateurs dans Physical Review Accelerators and Beams.
- En tant que collaborateur, TRIUMF a reçu plusieurs nominations et prix de l'Atlas.
- En 2021, les scientifiques de TRIUMF ont publié dans Physical Review Letters des prévisions des isotopes pouvant et ne pouvant pas exister pour les éléments allant de l'hélium au fer, sur la base de principes fondamentaux.

* Les données bibliométriques comprennent des publications de 2017-2018 à 2021-2022 pour éviter les lacunes, car la dernière évaluation a examiné les publications jusqu'en 2016-2017.

TRIUMF produit beaucoup de publications sur la physique nucléaire, des particules et des accélérateurs, 2017-2018 à 2021-2022**

Domaine d'expertise	N ^{bre} de publications
Physique des accélérateurs	796
Physique des particules	748
Physique nucléaire	564
Médecine nucléaire	46
Sciences des matériaux	98

** Selon un ensemble représentatif de publications internationales qui peut ne pas comprendre toutes les publications de TRIUMF. Comme les mots clés utilisés pour classer les publications peuvent associer une publication à plus d'un domaine d'expertise, le nombre total de publications peut correspondre à plus de 100 % de l'ensemble de données.

TRIUMF a produit des publications très estimées entre 2017-2018 et 2021-2022

- Les chercheurs de TRIUMF ont collaboré à 1 536 publications et les utilisateurs des SMM de TRIUMF ont produit 31 publications, dont **40 % sont liées à des projets de mégascience**.
- Les publications de TRIUMF ont été citées 29 773 fois dans 14 291 documents distincts, et 85 % des publications de TRIUMF ont été citées au moins une fois.
- 97 % des publications de TRIUMF mentionnent au moins une organisation collaboratrice externe, **la moyenne étant de 73 collaborateurs** (un tiers sont coécrites par 200 organisations ou plus, ce qui est considéré comme élevé selon les normes internationales).
- TRIUMF a des taux de collaboration **plus élevés que la moyenne canadienne** : 71 % de ses publications mentionnent au moins un collaborateur canadien (Canada = 17 %), tandis que 88 % de ses publications mentionnent au moins un collaborateur international (Canada = 50 %).
- 11 publications de TRIUMF ont été citées dans 16 documents de brevet, ce qui correspond à la moyenne canadienne.
- Le CEP a jugé que le dossier de publications en médecine nucléaire/sciences de la vie était solide et que son importance nationale était croissante.

Certains **utilisateurs externes de la μ SR publient des documents sans qu'un chercheur en SMM de TRIUMF soit co-auteur** (environ 300 publications entre 2018 et 2022), car les utilisateurs peuvent accéder à la division des SMM et au temps de faisceau sans s'associer à un auteur interne de TRIUMF. Bien que ces publications peuvent reconnaître l'utilisation des installations de TRIUMF, le CEP a suggéré que TRIUMF examine les façons de mieux rendre compte de la contribution de la division des SMM en tant qu'indicateur de l'influence scientifique.

Source(s) : étude bibliométrique, données de TRIUMF



Reconnaissance et obtention de fonds

Les chercheurs de TRIUMF participent grandement à des comités, associations et conseils nationaux et internationaux. La quantité de fonds que TRIUMF obtient auprès de grands organismes de financement, d'universités et d'organisations gouvernementales montre l'importance sociétale et mondiale de l'organisation ainsi que la valeur qu'elle devrait offrir à la communauté scientifique mondiale.



Le personnel de TRIUMF siège à des conseils et comités et effectue un travail éditorial pour des organisations très réputées comme les suivantes :

- RIKEN
- Fermilab
- Centre résidentiel de physique nucléaire, Université d'Osaka
- Institut McDonald
- Association canadienne des physiciens et physiciennes, Division de la physique des particules
- Institut Paul Scherrer (PSI)

Le nombre de chercheurs de TRIUMF participant à des groupes de travail, des conseils, des revues et des comités nationaux et internationaux a plus que doublé de 2018-2019 (n = 45) à 2021-2022 (n = 97). Il est plus que quatre fois plus élevé que lors de la dernière évaluation (2017-2018, n = 22).



Les chercheurs et les étudiants soulignent que les liens avec TRIUMF ont été essentiels à l'obtention de prix et de fonds.

Voici des exemples de prix importants octroyés à des chercheurs et étudiants de TRIUMF :

- Chaire de recherche du Canada de niveau 1, 2018
- Fonds Nouvelles frontières en recherche (Exploration), 2018 et 2019
- Membre de la Société royale du Canada, 2019
- Prix de jeune scientifique de GENCO, 2019
- Médaille commémorative Rutherford en physique de la Société royale du Canada, 2020
- Membre de l'American Association for the Advancement of Science, 2020
- Médaille Vogt de l'Association canadienne des physiciens et physiciennes, 2019, 2020 et 2022
- Prix de promotion à des fins non lucratives du Conseil canadien des isotopes nucléaires, 2022



TRIUMF connaît beaucoup de succès dans l'obtention de fonds auprès de grands organismes de financement canadiens.

En 2020, 67 % des propositions présentées au Fonds d'innovation de la FCI ont été retenues et 60 % des fonds demandés ont été reçus. Le taux de réussite de TRIUMF est supérieur au taux moyen pour la FCI (36 %), bien qu'il ait diminué par rapport à la dernière évaluation (83 %).

En 2018, 2019 et 2021, de 70 à 83 % des demandes de TRIUMF au Programme d'appui aux ressources majeures en physique subatomique du CRSNG ont été retenues (taux de 45 % en 2020, le CRSNG ayant accordé des prolongations d'un an en raison de la pandémie). Pour ces demandes, TRIUMF a reçu 78 % des fonds demandés (semblable au taux de 77 % de la dernière évaluation).

Octroi des fonds de la FCI

Les fonds de la FCI ne sont pas octroyés directement à TRIUMF, mais à des établissements d'enseignement aux fins de l'infrastructure de recherche. Les universités membres demandent régulièrement des fonds pour améliorer l'infrastructure de TRIUMF.



Source(s) : données de TRIUMF, sondage, examen de documents



Répercussions socioéconomiques

TRIUMF, avec le soutien de TI, œuvre à la production de connaissances, au développement technologique et à des activités commerciales qui se traduisent par des avantages sociaux et économiques pour le Canada. Ses activités et partenariats ont donné lieu à des résultats positifs et généré des avantages économiques et des économies de coûts en Colombie-Britannique et au Canada. TRIUMF procure un avantage concurrentiel à l'industrie canadienne en offrant un accès à la recherche de pointe et à une infrastructure unique, et en favorisant la collaboration entre l'industrie et le milieu universitaire.

Répercussions économiques : rendement des investissements

La modélisation économique montre des répercussions économiques sur le PIB du Canada et les revenus fiscaux du gouvernement, par rapport à l'investissement public dans TRIUMF.

L'investissement public dans TRIUMF a eu des répercussions économiques positives en Colombie-Britannique et au Canada

Au cours des quatre dernières années, l'investissement public dans TRIUMF a eu des répercussions économiques directes et induites*, augmentant ainsi le produit intérieur brut (PIB) du Canada de 489,7 millions de dollars à court terme (**1,68 fois l'investissement du pays dans TRIUMF**) et le PIB de la Colombie-Britannique de 447,5 millions de dollars (**9,34 fois l'investissement de la province dans TRIUMF**). Lors de la dernière évaluation, le Canada avait obtenu un rendement à court terme de 1,5 fois son investissement, et la Colombie-Britannique, de 10,2 fois son investissement.

Le modèle de rendement économique à long terme montre l'incidence après que l'on a déduit des calculs l'investissement public initial de 291,7 millions de dollars. Après cette déduction, TRIUMF apporte une contribution de 198 millions de dollars au PIB canadien, pour un rendement s'élevant à **0,68 fois la contribution du gouvernement**.

Le rendement pour le gouvernement** montre un rendement économique sur l'investissement fondé sur les hausses d'impôt générées. TRIUMF entraîne une augmentation de 99,1 millions de dollars des revenus fiscaux, ce qui représente un rendement de **0,34 de l'investissement du gouvernement dans TRIUMF**.

* Effet induit : résultat de l'augmentation du revenu personnel et des mesures de l'augmentation de l'activité entre les ménages et les entreprises. Les entreprises dont les revenus augmentent accroissent leurs dépenses salariales et les ménages augmentent leurs dépenses locales.

** On a mis à jour le modèle d'incidence économique à partir de l'évaluation précédente afin de tenir compte des changements structurels dans l'économie canadienne, comme la division entre le travail et le capital dans la production de biens et services. L'écart entre les résultats relatifs au PIB est négligeable. Cependant, les résultats pour les autres rendements ne sont pas directement comparables en raison des différences de calcul.

Positive economic return to government relative to public investment in TRIUMF, 2018-19 to 2021-22

Rendement des investissements	Augmentation du PIB (M\$)	Ratio de rendement économique des investissements
Rendement pour la Colombie-Britannique (augmentation du PIB provincial)	447,5 M\$	9,34
Rendement à court terme pour le Canada (augmentation du PIB national)	489,7 M\$	1,68
Rendement à long terme pour le Canada (augmentation du PIB national après le remboursement des investissements publics)	198,0 M\$	0,68
Rendement pour le gouvernement (augmentation de la déclaration de revenus au Canada)	99,1 M\$	0,34

Le total des investissements publics dans TRIUMF de 2018-2019 à 2021-2022 était de 291,9 millions de dollars (il comprend tous les fonds publics : province, CRSNG, FCI, CNRC).

La part du CNRC dans les investissements publics dans TRIUMF s'est élevée à 232,1 millions de dollars.

La part de la Colombie-Britannique dans les investissements dans TRIUMF était de 47,9 millions de dollars (elle comprend des fonds directs de 10,3 millions de dollars et la part de la province dans les investissements fédéraux de 37,7 millions de dollars).

Selon le Conseil des académies canadiennes, la probabilité relative de l'incidence d'un investissement dans TRIUMF est similaire à celle déterminée pour d'autres organismes de recherche publics et établissements universitaires : elle est de modérée à élevée pour la production de connaissances, l'emploi et les répercussions sociales, mais faible pour la création de nouvelles entreprises et les répercussions fiscales et sur le PIB. Le ratio de rendement économique des investissements de TRIUMF est similaire à celui de laboratoires comparables, comme le SNOLAB, le FermiLab et l'Argonne.

Source(s) : évaluation des répercussions socioéconomiques (rapport commandé par le Bureau du vice-président), Wikipédia

Répercussions économiques : dépenses et revenus

TRIUMF a contribué positivement à l'économie canadienne au cours de la période d'évaluation.

Le Canada a bénéficié de répercussions économiques directes basées sur les activités entreprises par TRIUMF

On a calculé les répercussions économiques selon les éléments suivants : les dépenses de TRIUMF et de TI au Canada; les revenus des entreprises canadiennes attribuables à une relation avec TRIUMF; et les dépenses des délégués à des congrès de TRIUMF au Canada.

Les dépenses de TRIUMF au Canada au cours de la période d'évaluation ont eu des **répercussions économiques directes pour le pays de 336,4 millions de dollars**, tandis que les dépenses de TI ont eu des **répercussions économiques pour le pays de 6,8 millions de dollars***.

TRIUMF et TI ont réduit leurs achats annuels à l'étranger depuis la dernière évaluation, passant d'une moyenne de 31 % d'achats annuels effectués à l'extérieur du Canada au cours de la dernière période d'évaluation à 15,9 % par année de 2018-2019 à 2021-2022.

Des entreprises canadiennes** ont indiqué des montants de 27 à 30 millions de dollars par année en revenus attribuables à une relation avec TRIUMF de 2018-2019 à 2021-2022 (total de 113,7 millions de dollars), ce qui représente **plus du double des revenus annuels des entreprises canadiennes indiqués lors de la dernière évaluation** (13 millions de dollars par année; total de 79,3 millions de dollars).

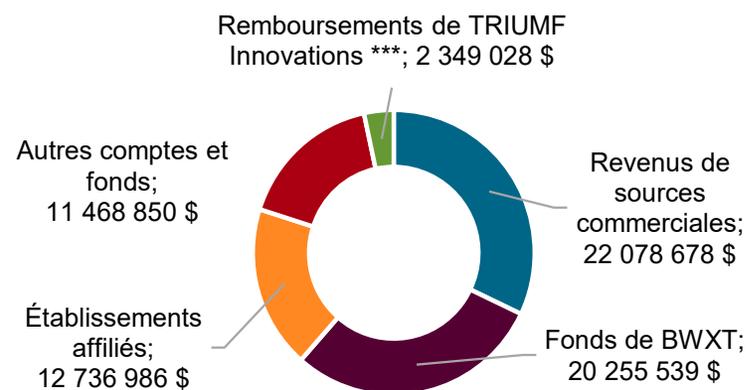
Le nombre de délégués aux congrès de 2018-2019 à 2021-2022 représentait une valeur de 6,4 millions de dollars, même si TRIUMF n'a organisé aucun congrès pendant les années de pandémie 2020 et 2021. **Les dépenses liées aux congrès ont presque doublé depuis la dernière évaluation**, passant de 737 000 dollars par an à 1,3 million de dollars par an.

* Un montant de 2,3 millions de dollars de ces 6,8 millions de dollars a été remboursé à TRIUMF pour des dépenses.

** Ceci ne comprend pas toutes les entreprises bénéficiant des activités de TRIUMF.

Source(s) : socio-economic impact assessment

Figure 11. Revenus de TRIUMF (68,9 millions de dollars au total), 2018-2019 à 2021-2022



*** Remboursements de TI à TRIUMF pour les dépenses encourues par TI par l'intermédiaire de TRIUMF.

La figure 11 présente les revenus de TRIUMF provenant de sources commerciales, d'affiliations institutionnelles et d'autres sources non publiques, lesquelles totalisent 68,9 millions de dollars.

Le total ne comprend pas les redevances ni les frais de service. Les travaux menés au cours de cette période d'évaluation en vue de l'octroi de licences pour la production de Tc-99m et de l'expansion des services d'irradiation pourraient générer des revenus dans l'avenir, mais celles-ci ne peuvent pas encore être calculées.

Innovation commerciale

TI crée des occasions commerciales pour la technologie fondée sur la physique de TRIUMF, permet à l'industrie d'accéder à l'infrastructure de TRIUMF et assure une liaison entre les chercheurs et les technologies de TRIUMF et le reste du monde grâce à des partenariats avec l'industrie, à des licences et au développement des affaires.

La collaboration avec les industries se traduit par des avantages pour les partenaires et pour le Canada, comme l'accroissement de l'expertise et des revenus, l'amélioration des soins de santé et la réduction du coût des produits



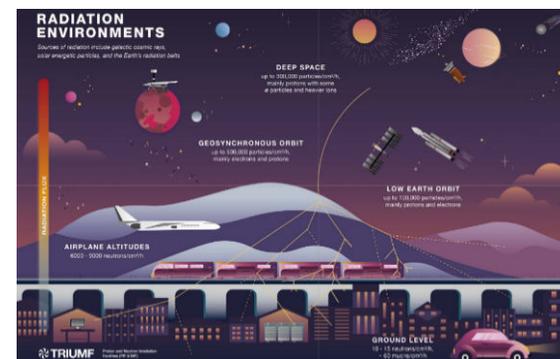
TI aide les jeunes entreprises à s'y retrouver dans la gestion complexe de la PI en les soutenant dans le dépôt des demandes de brevet, la divulgation des inventions, les collectes de fonds, l'établissement de partenariats et les investissements.

En plus de ses cinq sociétés dérivées de longue date (les revenus et les redevances sont compris dans la figure 11), TI gère un portefeuille de projets de développement des affaires. Celui-ci comprend les revenus attendus de l'octroi d'une licence à ARTMS Inc. pour la technologie de production de Tc-99m, les travaux préliminaires de développement radiopharmaceutique et la production de nouveaux isotopes dans les installations de TRIUMF conformes aux bonnes pratiques de fabrication (BPF) (par exemple, le gallium-68 et l'actinium-225), l'expansion des services d'irradiation par protons et neutrons (PIF et NIF) et une entreprise dérivée de BC Cancer dont le premier cycle de financement par capital-risque se terminera bientôt.

TRIUMF et TI **fournissent à l'industrie canadienne un accès à des technologies uniques**, comme le calcul de haute performance, la nanofabrication et les lignes de faisceaux, qui ont été utilisées pour mettre au point de nouveaux produits, processus, procédés et services. Actuellement, TRIUMF et TI concentrent principalement leurs activités d'innovation et de partenariat industriel dans quatre domaines : les services d'irradiation, la production et la chimie des isotopes, le conseil technique et la formation professionnelle.

L'installation nouvellement construite de l'IAMI fournira une infrastructure certifiée pour la production d'isotopes, ce qui permettra la conception de nouvelles substances diagnostiques et thérapeutiques par les partenaires de l'industrie.

Le site d'essai des PIF et NIF de TRIUMF utilise des lignes de faisceaux qui simulent en quelques minutes plusieurs années d'exposition aux rayonnements spatiaux et terrestres, ce qui permet d'accélérer les essais des appareils électroniques. Une grande partie des utilisateurs sont des entreprises canadiennes menant des activités liées à l'espace, comme la société MDA, et une plus petite proportion d'entreprises de télécommunications et de technologie utilisent les installations pour réaliser des tests de résistance sur des composants essentiels à la mission.



Source(s) : évaluation des répercussions socioéconomiques, TRIUMF

Répercussions sociales : formation de professionnels hautement qualifiés

TRIUMF offre de la formation hautement spécialisée, donnant ainsi aux étudiants les compétences nécessaires pour occuper un emploi en science et aux entreprises canadiennes l'avantage concurrentiel de pouvoir recruter des experts au Canada. Grâce à ses relations avec les universités canadiennes, TRIUMF propose des programmes visant à promouvoir la croissance et le développement des compétences professionnelles des étudiants et des boursiers postdoctoraux (BPD).

TRIUMF est un important employeur d'étudiants canadiens dans des programmes coopératifs en sciences et dispose de solides programmes pour les étudiants diplômés et les BPD

Les programmes d'été et les programmes coopératifs pour les étudiants de premier cycle de TRIUMF ont permis à environ **465 étudiants, de 2018-2019 à 2021-2022**, d'acquérir une expérience pratique dans les principaux domaines de recherche, le fonctionnement de cyclotrons, la physique médicale, la radiochimie, le génie et l'informatique.

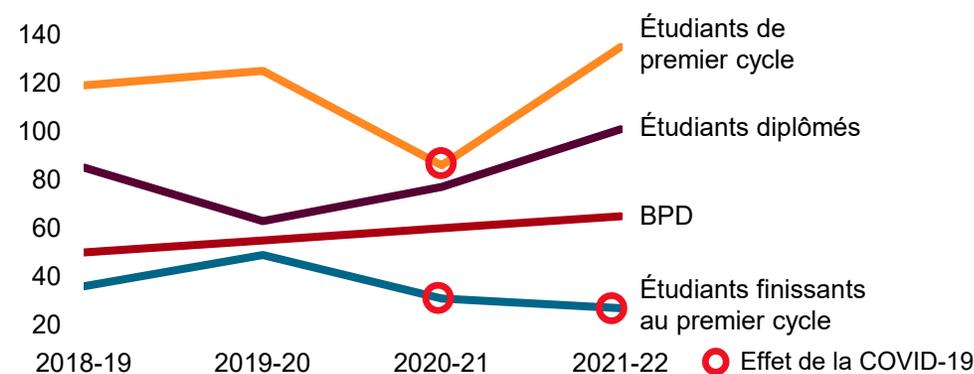
TRIUMF forme des étudiants en radiochimie et en radiopharmaceutique, domaines pour lesquels le bassin de talents au Canada est petit. Il s'attend à ce que la modernisation de l'IAMI permette de former davantage de professionnels dans ces domaines spécialisés.

TRIUMF a travaillé avec les universités membres pour organiser le domaine canadien de la science des accélérateurs afin d'attirer des étudiants. Certaines universités canadiennes (par exemple, l'Université de la Colombie-Britannique, l'Université de Victoria et l'Université de la Saskatchewan) offrent maintenant des cours de science des accélérateurs dans le cadre desquels les étudiants peuvent établir un lien avec la recherche effectuée dans les installations de TRIUMF.

TRIUMF et l'Institut de technologie de la Colombie-Britannique (BCIT) ont mis sur pied un programme d'apprentissage intégré au travail (AIT) afin d'offrir aux étudiants une expérience de travail pratique dans un établissement de recherche. TRIUMF offre également aux étudiants de premier cycle un programme de perfectionnement professionnel axé sur les « compétences générales », comme le leadership, le travail d'équipe et les communications.

Source(s) : évaluation des répercussions socioéconomiques

Figure 12. Augmentation du nombre d'étudiants et de BPD entre 2018-2019 et 2021-2022* (avec quelques diminutions pendant les années de pandémie)



La figure 12 montre que le nombre d'**étudiants accueillis à TRIUMF a augmenté** au cours de la période d'évaluation**. Il y a eu une diminution du nombre d'étudiants de premier cycle pendant l'année de pandémie 2020, ainsi qu'une diminution du nombre d'étudiants finissant en raison des restrictions liées à la pandémie. Les étudiants diplômés qui n'ont pas pu terminer leurs expériences en 2020 ont profité d'un délai supplémentaire pour l'obtention de leur diplôme.

Le nombre de **BPD a augmenté** de cinq chaque année, ce qui satisfait à l'objectif interne de TRIUMF.

* La figure 12 comprend les étudiants et les BPD accueillis à TRIUMF (soit les personnes inscrites à la liste de paie du personnel ainsi que les étudiants non rémunérés accueillis par l'entremise des universités membres ou d'un protocole d'entente [PE]).

** Une augmentation du nombre d'étudiants finissant en 2019 correspond à une diminution du nombre d'étudiants diplômés, car les étudiants qui obtiennent leur diplôme en milieu d'année ne sont pas comptabilisés parmi les étudiants diplômés à la fin de l'année.



Répercussions sociales : migration de professionnels hautement qualifiés

TRIUMF offre une formation importante aux étudiants hautement qualifiés, à l'échelle nationale et internationale, grâce à ses liens avec un réseau d'universités et d'installations de recherche. Il offre également des possibilités de participation à la recherche internationale et d'accès à des subventions considérables.

TRIUMF soutient les chercheurs en début de carrière et les étudiants internationaux

En 2019, la KEK (l'organisation de recherche avec les accélérateurs de haute énergie du Japon) et TRIUMF ont établi conjointement le Programme d'échange KEK-TRIUMF pour les chercheurs en début de carrière qui travaillent en science des accélérateurs et dans les domaines connexes.

En 2019, TRIUMF a reçu une subvention de 500 000 dollars sur cinq ans de la Banque Royale du Canada (RBC) pour accroître la participation des étudiants à son programme coopératif. Les modalités précisent que TRIUMF doit augmenter le nombre d'étudiants de premier cycle de 10 % par an jusqu'à ce qu'il atteigne 150 étudiants.



« TRIUMF attire des talents du monde entier grâce à l'importance des travaux scientifiques qui y sont réalisés. Il cherche des boursiers postdoctoraux à l'échelle internationale et il y a beaucoup de candidats. »

« TRIUMF est l'unique raison pour laquelle je suis venu au Canada. S'il n'était pas là, je ne pense pas que je serais au Canada. TRIUMF compte parmi les meilleurs instituts, en particulier dans le domaine de la physique subatomique. »

« TRIUMF jouit d'une incroyable notoriété partout dans le monde. Il s'agit d'un endroit privilégié pour effectuer de la recherche de qualité. »

« TRIUMF nous aide à développer une technologie de pointe, et les gens viendront ici pour cette raison. »

— Répondants internes et externes de TRIUMF

Le Comité d'examen par les pairs (CEP) a constaté que le recrutement d'étudiants et de BPD est solide et que TRIUMF est une destination de choix dans ses domaines de prédilection. Il a noté que les présentations d'étudiants témoignent de l'excellence de la formation, de la compétence et de l'enthousiasme de la prochaine génération de scientifiques.

Selon la Société d'étudiants des cycles supérieurs (GAPS) de TRIUMF, les étudiants étrangers font face à des défis, principalement en raison de problèmes d'immigration et du coût élevé de la vie à Vancouver, ce qui limite la capacité de TRIUMF à embaucher des étudiants internationaux. L'un des objectifs des RH de TRIUMF pour 2022-2023 est d'améliorer la communication et le soutien en matière d'immigration.

La GAPS est la voix des étudiants. Selon le CCT, la GAPS assure efficacement l'intégration des étudiants et des BPD et met ceux-ci en relation avec la direction, et s'est avérée précieuse pendant la pandémie lorsque les interactions en personne étaient limitées. Toutefois, la GAPS a exprimé des préoccupations, notamment en ce qui concerne l'insuffisance du soutien en matière de RH, les problèmes de communication et de transparence, l'accès aux revues scientifiques, le coût de la vie et les salaires, ainsi que la gestion du harcèlement. En 2021, on a mis en place un ombudsman chargé d'aider les étudiants et les BPD à gérer leurs relations interpersonnelles et professionnelles, ce qui peut comprendre les problèmes de harcèlement.



Source(s) : entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, sondage, évaluation des répercussions socioéconomiques, CEP

Répercussions sociales : innovation en santé et prestation de soins

TRIUMF contribue à améliorer les soins de santé et permet au Canada d'économiser quant au coût des isotopes et des technologies d'imagerie médicale en produisant au pays des isotopes médicaux très recherchés.

TRIUMF permet des collaborations entre l'industrie et le milieu universitaire qui engendrent des économies et une offre accrue et plus diversifiée d'isotopes médicaux, lesquels ont pour la plupart des demi-vies allant de 6 heures à 10 jours et étaient auparavant inaccessibles aux Canadiens



En 2020, TRIUMF et des collaborateurs ont annoncé l'approbation de **nouvelles technologie et méthode** de production de l'isotope médical Tc-99m (l'isotope le plus utilisé pour les scintigraphies; plus de 50 millions de tests diagnostiques et médicaux par année dans le monde; environ 80 % des scintigraphies au Canada).



TRIUMF prévoit que cette méthode et la nouvelle infrastructure de l'IAMI aideront à **atténuer les perturbations mondiales** de l'approvisionnement en Tc-99m. Les hôpitaux canadiens devraient adopter le Tc-99m produit par TRIUMF. Les améliorations de l'infrastructure de l'IAMI permettront également de concevoir de nouveaux processus chimiques de fluor 18 avec des partenaires industriels.



Établie en 2019, la collaboration entre l'industrie et le milieu universitaire nommée Écosystème canadien des isotopes médicaux (CMIE) vise à accélérer le passage des produits de santé canadiens aux essais cliniques, à augmenter la commercialisation et la fabrication au Canada, et à garder la PI au pays. En novembre 2020, une proposition a été présentée au Fonds stratégique pour l'innovation (FSI) d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE) pour **faire grossir la chaîne d'approvisionnement canadienne des isotopes**. Au moment de l'évaluation, les résultats n'avaient pas été annoncés.

TRIUMF contribue à accroître l'accessibilité aux isotopes médicaux ayant une courte durée de conservation par la production et la fourniture d'isotopes en partenariat avec BC Cancer. Grâce au recours à l'IAMI, le partenariat favorisera un approvisionnement plus durable en isotopes.



TRIUMF a aidé à réduire les coûts des soins de santé et à améliorer la technologie de soins grâce à la collaboration VMM, qui a donné lieu à la production de ventilateurs à faible coût pour les patients ayant la COVID-19, des ventilateurs reproductibles à l'échelle mondiale plus rapidement et facilement que d'autres produits sur le marché.



TRIUMF collabore avec des entreprises pharmaceutiques canadiennes pour fabriquer des produits radiopharmaceutiques et des traitements basés sur l'Ac-225 (reconnu internationalement comme l'avenir du traitement du cancer) et a signé des accords pour améliorer l'approvisionnement de cet isotope :

- un accord signé en 2020 avec Fusion Pharmaceuticals donne à TRIUMF les fonds nécessaires pour améliorer sa technologie de production d'Ac -225 et offre à Fusion un accès et des prix privilégiés
- un récent accord entre TRIUMF et BWXT permettra d'augmenter la production et la commercialisation d'isotopes médicaux

Quand l'IAMI et l'ARIEL II seront pleinement opérationnels, TRIUMF **produira une plus grande variété et un plus grand volume d'isotopes de façon plus régulière**, ce qui fait qu'une plus grande quantité d'isotopes pourra être livrée au Canada dans un délai adéquat pour leur utilisation.

« TRIUMF est la force motrice de la production d'isotopes médicaux au Canada grâce à son immense expertise et à son infrastructure inégalée. »

— Répondant au sondage



Source(s) : évaluation des répercussions socioéconomiques, sondage

Pertinence

Les activités et les priorités stratégiques de TRIUMF sont étroitement liées aux besoins de la communauté canadienne de la physique. TRIUMF travaille également en étroite collaboration avec les universités canadiennes membres (14 au cours de la période d'évaluation, et 7 de plus en mars 2023) pour assurer l'harmonisation avec les principales activités et recherches menées dans les universités canadiennes. Le plan stratégique sur 5 ans et le nouveau plan stratégique sur 20 ans de TRIUMF ont permis d'articuler une vision commune qui se traduit par un processus de planification ciblée et collaborative, tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale.

TRIUMF a étendu ses activités de sensibilisation et de mobilisation aux régions à l'extérieur de la Colombie-Britannique, en grande partie grâce au passage aux activités en ligne et à l'augmentation des occasions de participation virtuelle.

Harmonisation avec le plan stratégique de TRIUMF

Le plan stratégique sur 5 ans (2020-2025) et la vision sur 20 ans (2022-2042) de TRIUMF énoncent les besoins continus et émergents des principaux secteurs de programme de l'organisation et aident celle-ci à comprendre et à classer par ordre de priorité les besoins et les améliorations futurs en matière d'infrastructure.

Harmonisation avec le plan quinquennal

Les experts et les intervenants décrivent TRIUMF comme une organisation agile dont les dirigeants **suivent de près l'évolution des besoins scientifiques et technologiques dans le monde entier**. En raison de sa taille relativement modeste, l'organisation a la capacité de réorienter son discours stratégique pour tenir compte de l'évolution de ces besoins.

La création du service de calcul scientifique en octobre 2020 est un exemple de la flexibilité dont fait preuve TRIUMF pour répondre à l'évolution des besoins scientifiques. Cette décision a été prise en réponse à un manque relevé d'apprentissage automatique et d'informatique quantique pour simuler des systèmes complexes qui soutiennent les mégadonnées et la mégascience.

En travaillant en étroite collaboration avec les universités membres, TRIUMF est en mesure de s'harmoniser avec les principales activités et recherches entreprises par les universités canadiennes.

Cependant, les intervenants notent qu'il existe d'autres **possibilités pour une participation accrue à la planification stratégique collaborative à long terme** dans toutes les universités membres et TRIUMF. Une participation accrue permettrait d'harmoniser les plans et les recherches, d'éviter les doubles emplois et de maximiser les ressources collectives.

Source(s) : examen de documents, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, CEP

La vision sur 20 ans a réorienté la planification de TRIUMF

La toute première vision stratégique à long terme de TRIUMF a réorienté la planification de l'organisation, la faisant passer d'objectifs axés sur les projets à des objectifs qui cadrent avec les efforts des membres nationaux, internationaux et universitaires. Ces objectifs harmonisés peuvent faire l'objet d'un suivi dans le temps et permettent d'établir des liens avec les communautés scientifiques du monde.

Le CEP a salué l'ambition de TRIUMF d'étendre ses activités de recherche à de nouveaux domaines comme les technologies quantiques et vertes. Toutefois, il a souligné que l'organisation doit soigneusement équilibrer les ressources et les priorités de la direction entre le renforcement et l'avancement des spécialités de recherche existantes et l'ouverture de nouveaux domaines.



Évolution des activités de recherche de TRIUMF
Source : Vision sur 20 ans de TRIUMF (2022-2042)

« Le plan stratégique de TRIUMF positionne bien l'organisation pour avoir une incidence importante en physique des particules, en physique nucléaire, en médecine nucléaire, en physique des accélérateurs et en science des matériaux au Canada et dans le monde. »

— Comité d'examen par les pairs



Harmonisation avec la planification communautaire

La planification stratégique de TRIUMF s'harmonise avec la communauté de la physique grâce à la participation des scientifiques et des dirigeants de l'organisation à divers comités et conseils de planification, tant au Canada qu'à l'échelle mondiale.

Harmonisation avec les objectifs stratégiques de la communauté canadienne de la physique

Les scientifiques et les dirigeants de TRIUMF font partie du comité de planification du Plan à long terme pour la physique subatomique au Canada. La participation de TRIUMF à la définition du plan à long terme lui a permis d'harmoniser sa planification stratégique avec la communauté de la physique.

Les investissements importants dans l'IAMI et l'ARIEL témoignent d'un engagement en faveur d'une vision stratégique à long terme qui cadre avec les communautés de la physique, des sciences de la vie et de la science nucléaire. Ces installations auront des **capacités uniques qui répondront aux besoins émergents et futurs**.

Le CEP a noté que les physiciens des particules de TRIUMF jouent un rôle actif dans l'établissement des priorités nationales dans ce domaine. Cela permet à TRIUMF d'articuler simultanément une stratégie de recherche locale et de soutenir les intérêts intellectuels des universités membres au service d'un programme de recherche pancanadien.

Cependant, TRIUMF doit établir des priorités et canaliser des ressources limitées pour garantir que les besoins en infrastructure actuels et futurs des communautés de la physique et de la science des accélérateurs puissent être satisfaits.

TRIUMF assume un rôle dans la planification internationale de la physique

Le personnel de TRIUMF joue un rôle dans les **processus d'établissement des priorités et de planification stratégique de la physique internationale**. Cela comprend la participation à des comités et à des conseils clés comme le Nuclear Science Advisory Committee, lequel fournit des conseils officiels au département de l'Énergie sur le programme national de recherche fondamentale en sciences nucléaires des États-Unis, et l'International Cooperation in Nuclear Physics, laquelle a pour mandat d'examiner des questions clés de physique nucléaire dans le monde entier.

Plan à long terme

Le Plan à long terme pour la physique subatomique au Canada 2022-2026 est le dernier d'une série quinquennale de plans élaborés pour guider les progrès de la recherche en physique subatomique au Canada. Le processus de planification actuel a été commandé conjointement par le CRSNG, l'Institut canadien de physique nucléaire (ICPN) et l'Institut de physique des particules (IPP).

Le plan à long terme oriente la communauté canadienne de la recherche en physique subatomique et les intervenants concernés à l'égard des priorités des activités actuelles et futures.



Couverture du Plan à long terme pour la physique subatomique au Canada de 2022

Source : © Comité de planification à long terme, 2022

Source(s) : examen de documents, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, CEP



Sensibilisation et rayonnement

Conformément aux activités décrites dans son plan quinquennal, TRIUMF a étendu son rayonnement et sa visibilité à l'extérieur de la Colombie-Britannique au cours de la période d'évaluation. Pendant la pandémie, TRIUMF a élargi sa présence virtuelle et s'est orienté vers les activités en ligne.

Expansion des activités de rayonnement de TRIUMF

En 2019, TRIUMF a étendu son rayonnement avec ses partenaires universitaires par l'entremise d'expositions itinérantes et de conférences partout au Canada, ainsi que par le soutien d'événements en Ontario et en Nouvelle-Écosse. Ces efforts ont été interrompus pendant la pandémie, mais des plans de reprise des activités sont en cours.

TRIUMF encourage les employés nommés par le Conseil à travailler avec les universités membres partout au Canada pour **intégrer les scientifiques de TRIUMF à d'autres établissements de recherche partout au pays.**

TRIUMF a souligné que ses dirigeants ont récemment travaillé à **l'amélioration des liens et des collaborations avec les laboratoires canadiens** SNOLAB, Laboratoires Nucléaires Canadiens (LNC) et Centre canadien de rayonnement synchrotron (CCRS), ce qui leur permet de tirer parti des collectivités locales de chacun.

Les autres efforts de rayonnement comprennent l'établissement de liens avec les collectivités autochtones locales en Colombie-Britannique et au Manitoba, et la liaison avec les partenaires de l'industrie et les groupes de défense, comme le Conseil canadien des isotopes nucléaires, pour communiquer le rôle clé de TRIUMF dans l'écosystème scientifique.

Augmentation de la mobilisation en ligne

TRIUMF a créé un nouveau site Web multimédia (Discover our lab) qui offre un accès à de l'information, à des vidéos, à des animations, à des infographies et à des visites virtuelles du laboratoire. La rétroaction initiale a été positive; le site a été vu par plus de 2 000 visiteurs de plus de 50 pays en 2021-2022. TRIUMF a également accru **sa présence dans les médias sociaux sur toutes ses plateformes.**

En 2021, TRIUMF a élargi sa présence dans les médias sociaux*



* Les données proviennent d'entretiens et de l'évaluation des répercussions; les dates de collecte des données varient.

Possibilités de sensibilisation accrue

Selon le CEP, TRIUMF a **« l'étoffe d'une bonne histoire en tant que ressource nationale pour la communauté scientifique, comme en témoignent les vastes groupes d'utilisateurs et les dossiers de publications. Cette histoire et sa proposition de valeur pour le Canada doivent être clairement articulées et largement diffusées afin de favoriser le soutien à l'égard de TRIUMF et de ses activités. »**

Le CEP a conclu que le discours de TRIUMF n'a pas été suffisamment élaboré ou diffusé de façon claire et convaincante, et a laissé entendre qu'il pourrait être utile d'**améliorer la communication des objectifs, de la stratégie, de la mission et des réalisations** au grand public.



Source(s) : examen de documents, données de TRIUMF, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, CEP et évaluation des répercussions socioéconomiques



Capacités, compétences et installations

La réputation internationale de TRIUMF pour sa science de haut niveau et sa technologie unique, ainsi que son mentorat pratique, est essentielle pour attirer des candidats nationaux et internationaux qualifiés. Le maintien en poste du personnel est un problème et le roulement récent a contribué à la nécessité d'établir des priorités au chapitre des ressources.

L'équité, la diversité et l'inclusion (EDI) sont devenues des valeurs fondamentales de la planification stratégique. Un responsable et une politique en matière d'EDI, une formation et une politique en matière de harcèlement, ainsi que des comités d'embauche chargés d'assurer la diversité ont été mis en place. Cependant, TRIUMF doit se concentrer sur la diversité en dehors des considérations de genre.

Les installations de TRIUMF répondent aux besoins de la communauté des chercheurs et contribuent à la formation, à l'éducation et à la recherche dans les domaines liés aux activités de l'organisation. Toutefois, certaines infrastructures sont vieillissantes et doivent être rénovées, et de nombreuses lignes de faisceaux sont sursollicitées. L'accès aux installations de TRIUMF est considéré comme équitable et transparent, et encadré par un processus structuré.

Recrutement, maintien en poste et planification de la relève

TRIUMF jouit d'une reconnaissance mondiale et d'une technologie unique qui lui permettent de recruter dans les grands laboratoires internationaux. Toutefois, il compose avec des problèmes de recrutement et de maintien en poste, et s'efforce de consigner des stratégies formelles de planification de la relève et de maintien en poste.

Recrutement

TRIUMF diffuse largement ses offres d'emploi, car le laboratoire n'est pas très connu en dehors de la communauté de la physique, et fait appel à des agences de recrutement pour les postes de direction et les recherches internationales.

Il y a peu de candidats disponibles pour les postes nécessitant des compétences très spécialisées. Afin d'attirer des candidats dans les domaines de l'ingénierie, de la technique et des métiers, TRIUMF et BCIT s'efforcent de créer des possibilités et des programmes de formation potentiels pour constituer un bassin de candidats qualifiés. TRIUMF a également augmenté le nombre d'embauches de professeurs, de BPD et de scientifiques affiliés au cours de la période d'évaluation.

TRIUMF recrute des talents émergents par le biais de programmes d'été et de programmes coopératifs de premier cycle, qui ont accueilli 135 étudiants en 2021-2022, ainsi que son programme de BPD, qui a accueilli 65 BPD en 2021-2022. Les difficultés liées aux visas ont entraîné des retards dans les embauches internationales.

Planification de la relève

Le CG de TRIUMF a noté que les conversations se sont concentrées sur la rémunération et le maintien en poste et reconnaît la nécessité de mettre l'accent sur la planification de la relève. Le **travail d'élaboration des plans de relève a commencé**, les premiers efforts se concentrant sur les postes de direction. TRIUMF a souligné que la planification de la relève intégrera des considérations de genre, en particulier dans les domaines techniques.

TRIUMF a récemment embauché du personnel en début ou en milieu de carrière pour le former au remplacement des dirigeants. De plus, il déploie des efforts pour offrir du mentorat de formation aux postes de cadres supérieurs en technologie scientifique et en gestion, car il est difficile de maintenir les progrès lorsque les connaissances institutionnelles sont perdues.

Maintien en poste

Le maintien en poste du personnel est un défi et le roulement du personnel a contribué à retarder la construction. Certains dirigeants sont partis travailler pour des laboratoires américains dont les salaires et les budgets sont plus élevés. Les RH reconnaissent qu'il serait **avantageux de mettre en place une stratégie officielle de maintien en poste** et travaillent à trouver ou ont déjà mis en œuvre des moyens de conserver les talents, comme les plans de retraite et d'avantages sociaux, les systèmes de RH, les structures d'organisation et de rémunération simplifiées, les stratégies de rémunération globale avec reconnaissance et mesures incitatives, les modèles d'encadrement et les promotions au mérite pour le personnel subalterne. Les intervenants suggèrent que les RH examinent des stratégies comme les subventions au logement ou à la garde d'enfants. Le CEP a ajouté que TRIUMF devrait renforcer son cadre de perfectionnement du personnel afin de soutenir l'avancement de carrière et d'améliorer le recrutement et le maintien en poste de personnel de qualité.

Le **marché du logement coûteux et les salaires inférieurs au marché sont des obstacles à l'attraction et au maintien en poste des talents**. Le coût de la vie à Vancouver est élevé, et les intervenants ainsi que le CEP ont reconnu que les salaires de TRIUMF et de TI n'étaient pas concurrentiels. Une évaluation du marché réalisée par les RH de TRIUMF en 2020 a révélé que la plupart des postes de l'organisation se situaient à 80 % à 90 % des taux du marché en 2020. Toutefois, après la pandémie, l'inflation a placé les salaires sous la valeur du marché en 2022. Le CEP a avancé qu'il serait bénéfique pour TRIUMF de cibler les gains d'efficacité opérationnelle possibles afin d'être en mesure de fonctionner avec un nombre moins élevé d'employés, mais mieux rémunérés.

À l'inverse, le CEP a décrit de nombreux secteurs du **laboratoire comme étant à court de personnel**, notant que sans postes supplémentaires, TRIUMF aura une capacité limitée d'atteindre le plein potentiel de ses nouvelles installations de recherche tout en soutenant sa base d'utilisateurs externes.

Le CEP a constaté que TRIUMF dispose d'un **« cadre exceptionnel de personnel qui effectue des recherches aux retombées importantes, développe de nouvelles technologies, et met en place et exploite des capacités expérimentales uniques et en expansion. »**



Source(s) : entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, examen de documents, CEP

Équité, diversité et inclusion (EDI)



TRIUMF recently implemented an EDI committee and policy, hired a new EDI Officer and is establishing a plan to better embed EDI into its culture. There are gaps in addressing all dimensions of diversity in existing TRIUMF strategies.

Le CEP a noté que TRIUMF avait réalisé des progrès modestes quant aux questions d'EDI dans sa culture

Il a suggéré de définir des objectifs, des mesures et une vision clairement établis pour l'EDI, **en ne se concentrant pas uniquement sur l'égalité des sexes de manière à intégrer les nombreuses dimensions de la diversité**. L'application d'une stratégie d'EDI globale visant à augmenter le nombre d'employés dans tous les domaines de la diversité (en particulier pour les postes de cadre) et la promotion d'une culture inclusive offrant des possibilités équitables sont des priorités pour TRIUMF.

Le CEP a souligné que TRIUMF devrait accorder la priorité à la création d'un effectif reflétant la diversité ethnique du Canada et reconnaissant les désavantages socioéconomiques et les obstacles avec lesquels composent les personnes handicapées. La population d'étudiants et de BPD de TRIUMF offre une occasion d'accomplir des progrès considérables, car les partenaires universitaires mènent des initiatives d'EDI qui pourraient amplifier les efforts de TRIUMF.

TRIUMF intègre certaines pratiques de diversité à son processus d'embauche

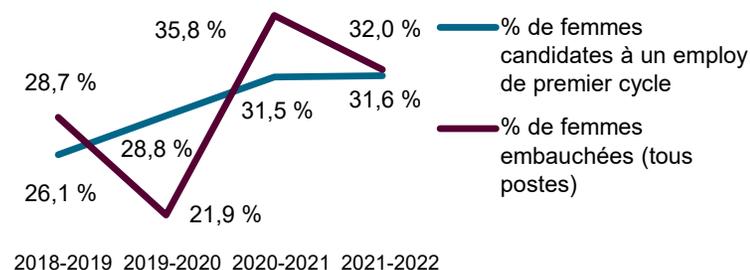
Le comité d'EDI a reçu l'approbation du Tribunal des droits de la personne de la Colombie-Britannique pour **embaucher de préférence des femmes ou des personnes autochtones** pour certains postes. Il a créé une bourse d'été pour les étudiants canadiens de premier cycle issus de groupes sous-représentés, ce qui a permis d'embaucher deux étudiants après 2021. Au cours de la période d'évaluation, TRIUMF a également embauché deux étudiants autochtones.

TRIUMF a organisé des ateliers sur les préjugés implicites, l'embauche préférentielle et l'embauche pour la diversité, et intègre la diversité de genre aux considérations des comités d'embauche.

Le pourcentage de femmes embauchées, y compris les scientifiques et le personnel organisationnel, a légèrement augmenté depuis la dernière évaluation, mais il **demeure faible** (voir la figure 14). Le pourcentage de candidates au premier cycle demeure également faible, ce qui est en partie attribuable à un faible taux de diplômées canadiennes de niveau postsecondaire dans tous les domaines des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM) (36 % en 2019). À la fin de 2022, 22,3 % des membres du personnel étaient des femmes.

Source(s) : examen de documents, entretiens internes de TRIUMF, données de TRIUMF, CEP, Statistique Canada

Figure 13. Pourcentage modeste de candidatures et d'embauches de femmes chez TRIUMF, de 2018-2019 à 2021-2022



Mise en place de nouvelles politiques en matière d'EDI et de harcèlement

TRIUMF a récemment mis en œuvre une politique sur l'EDI et une politique sur l'intimidation et le harcèlement en milieu de travail, a embauché un agent d'EDI à temps plein (2022) et a annoncé la nomination d'un ombudsman étudiant (2021) chargé de gérer les cas de harcèlement étudiant.

TRIUMF a mis en place une formation sur le harcèlement à l'intention des nouveaux employés, offert un atelier sur le racisme et élaboré un code de conduite pour les laboratoires et les congrès. Pour contribuer à l'instauration d'une culture de sécurité et de prévention du harcèlement, une formation pour les témoins a été organisée afin de fournir des outils aidant à réagir lors de l'observation de comportements inacceptables.



Installations et infrastructure

TRIUMF possède une infrastructure unique de classe mondiale qui permet d'apporter des contributions importantes et de répondre aux besoins en matière de recherche de la communauté canadienne de la physique.

Le laboratoire de TRIUMF est équipé d'une technologie recherchée qui ne se trouve pas ailleurs

Selon les intervenants, TRIUMF a une infrastructure de classe mondiale excellente, qui constitue un centre névralgique pour la science internationale. Ils notent qu'elle produit des faisceaux d'intensités supérieures avec certaines manipulations qui ne peuvent être reproduits dans d'autres laboratoires. Le CEP convient que TRIUMF possède une **infrastructure unique de classe mondiale** en physique subatomique, science des accélérateurs, matériaux quantiques et isotopes médicaux qui « permet des programmes scientifiques de premier plan et à l'avant-garde ».

TRIUMF fait partie du petit nombre d'installations pouvant réaliser certains types de recherches. Par exemple, il est le seul laboratoire canadien capable de créer des muons positifs au moyen d'une technique de rotation de spin des muons et la seule installation nord-américaine à produire des isotopes médicaux rares à grande échelle.

Les faisceaux de TRIUMF ont des cibles élevées, de 2018-2019 à 2021-2022

Type de faisceau	Cible de temps de faisceau prévu ayant été fourni	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Heures de cyclotron de 520 MeV	90 %	85 %	95 %	86 %	93 %
Heures de cyclotron TR13	90 %	94 %	97 %	97 %	97 %
FIR secondaires non accélérés	80 %	94 %	85 %	66 %	78 %
FIR secondaires accélérés	75 %	25 %	83 %	67 %	72 %
Faisceau de muons secondaires	aucun cible	90 %	96 %	84 %	99 %

Les installations de TRIUMF produisent des résultats de grande qualité

- TRIUMF abrite le **plus grand cyclotron au monde**, qui accélère 1 000 billions de particules par seconde.
- L'ARIEL est l'installation technique de séparation d'isotopes en ligne **la plus puissante** qui produit des **isotopes rares au taux le plus élevé au monde**; l'ARIEL II devrait tripler sa production d'isotopes.
- TRIUMF est l'une des rares installations qui produisent de grandes quantités de Tc-99m et de radiothérapies avec des atomes lourds et des atomes de numéro élevé.
- Le séparateur et accélérateur d'isotopes (ISAC) se classe au **premier rang mondial pour sa capacité et sa production**; sa grande puissance sur cible produit des faisceaux pour isotopes ayant une intensité supérieure à celle produite par d'autres laboratoires.
- Les installations de TRIUMF pour la β NMR et la rotation de spin des muons offrent des moyens de sonder les matériaux d'interface qui fournissent une image différente par rapport à d'autres méthodes.

De 2018-2019 à 2019-2020, TRIUMF a atteint ou dépassé ses cibles dans tous les domaines, sauf celui des faisceaux d'isotopes rares (FIR) secondaires accélérés. Pendant les années de pandémie (voir les faits saillants), les installations ne pouvaient pas fonctionner au maximum de leur capacité en raison du personnel limité et n'ont pas pu atteindre toutes les cibles. Elles ont cependant réussi à maintenir un nombre élevé d'heures de cyclotron fournies grâce à de robustes protocoles COVID qui ont permis aux membres essentiels du personnel de continuer à travailler sur place.

Source(s) : données de TRIUMF, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, examen de données, CEP



Entretien des installations et des infrastructures

Certaines installations de TRIUMF sont vieillissantes et nécessitent un entretien continu ou une remise à neuf pour maintenir des performances optimales.

Vieillesse et détérioration des infrastructures

Les intervenants et le CEP ont souligné que TRIUMF pourrait mener des recherches plus poussées s'il effectuait les **mises à niveau nécessaires de ses installations**. En particulier, l'infrastructure du cyclotron suscite des inquiétudes, car elle doit être remise en état et modernisée, ce qui pourrait entraîner des temps d'arrêt et limiter la capacité future du cyclotron de produire des résultats scientifiques de niveau international.



Le CEP a fait remarquer que « **l'entretien différé de points de défaillance uniques crée un risque important pour les activités de l'installation** ». Il est donc nécessaire de remplacer des technologies, comme la sous-station électrique ou les tours de refroidissement.

Le CEP considère comme essentiel de remettre à neuf la ligne de faisceaux M15 pour poursuivre les recherches en sciences moléculaires et des matériaux (SMM), en raison de la diminution de la luminosité des muons et de plusieurs composants en fin de vie.

En vertu de l'AC, TRIUMF a reçu 25 millions de dollars pour la réfection de l'infrastructure et l'amélioration des processus de l'établissement. En mars 2022, 8,9 millions de dollars avaient été dépensés. Des retards au chapitre de la logistique et des problèmes de chaîne d'approvisionnement ont donné lieu à une modification des calendriers; toutefois, les plans en cours prévoient la dépense des fonds d'ici à la fin de l'AC actuel en mars 2025.

Les intervenants ont par ailleurs fait remarquer que certains **laboratoires et espaces de travail sont inadéquats** pour tenir des réunions scientifiques ou confidentielles et pour réaliser de grands projets simultanément, ce qui a compromis la capacité de travailler efficacement sur place.

Le travail effectué à distance pendant la pandémie pourrait avoir une incidence positive sur l'espace de bureau à l'avenir, car la nouvelle stratégie de travail à distance de 2022 de TRIUMF comprend une combinaison d'activités à distance et sur place.

Source(s) : entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, sondage, CEP

Les intervenants avancent que TRIUMF pourrait concentrer plus efficacement ses ressources limitées sur les projets et l'infrastructure clés, modifier la participation aux projets ou allouer un plus faible pourcentage de temps de faisceau aux projets pour permettre des interruptions aux fins d'entretien.

Le CEP a noté que l'**entretien des installations d'accélérateur existantes est reporté** depuis plusieurs années et que la modernisation du système, une manipulation à distance plus avancée des systèmes actifs et un centre de commande unifié pourraient réduire l'exposition du personnel aux rayonnements et réduire le nombre d'employés opérationnels requis. Il a recommandé d'utiliser un **registre des risques** et des possibilités pour les installations et l'infrastructure comme un outil soutenant la direction et les comités d'examen lors de l'établissement des priorités.

Compte tenu des préoccupations liées au vieillissement, un programme de remise à neuf et de modernisation des accélérateurs et un plan directeur des installations de TRIUMF sont en place pour guider le laboratoire dans la réalisation d'investissements stratégiques axés sur le risque afin de remettre à neuf l'infrastructure existante.

Des plans sont en cours d'élaboration pour que TRIUMF mette en œuvre un système d'entretien et de gestion des biens à l'échelle de l'établissement, un système de gestion de la qualité amélioré et un système de planification des ressources de l'entreprise afin d'assurer un milieu de travail sain et sécuritaire et un fonctionnement fiable du laboratoire.

« **TRIUMF possède de superbes installations qui ont été mises de l'avant au détriment du reste du laboratoire... l'accent a été mis sur l'ARIEL et l'IAMI, les neutrons ultrafroids et l'ISAC. TRIUMF n'a tout simplement pas assez de ressources.** »

— Répondant externe



Rendement des installations et des infrastructures

Les installations de TRIUMF sont sursollicitées, mais maintiennent un haut niveau de rendement et une grande offre de temps de faisceau. La répartition du temps de faisceau est considérée comme respectueuse et équitable.



Les intervenants affirment que TRIUMF alloue le temps de faisceau de façon juste et équitable par l'entremise des comités d'évaluation des expériences (CEE). Il s'agit d'un processus structuré, fondé sur le mérite, examiné par des pairs et guidé par des codes de conduite. La priorité repose sur l'excellence scientifique, l'incidence globale, l'allocation de fonds, le potentiel de publication et le temps de faisceau demandé. Les CEE sont équilibrés sur le plan du genre et ont fait preuve d'une absence de partialité selon les examens portant sur les préjugés liés au genre. TRIUMF permet également un accès commercial à des fins de recherches exclusives moyennant des frais d'utilisation. Cependant, cela ne demande que peu de temps de faisceau.

Le CEP a indiqué que les mesures internes visant à mesurer le rendement des installations du point de vue des utilisateurs, comme le temps consacré à la réalisation d'une expérience, pourraient aider la direction dans l'affectation des ressources et être utilisées pour assurer un suivi de l'amélioration. L'agilité de TRIUMF à réorienter, à modifier ou à remplacer des expériences lors de complications dans l'offre de faisceaux d'isotopes rares est importante pour la réussite du programme.

Les installations de TRIUMF sont sursollicitées ou presque utilisées au maximum de leurs capacités, 2018-2019 à 2021-2022

Installation et expériences		2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
PSA-FIR	taux de sollicitation = n^{bre} de quarts demandés/ n^{bre} de quarts disponibles ratio > 1,0 = sursollicitation	1,73	1,58	2,09	1,27
SMM- μ SR		1,29	1,53	2,1	1,49
SMM-RMN β		1,94	2,36	1,46	1,57
Atelier d'usinage	% = heures facturables/ETP	106 %	104%	100 %	100 %
Bureau de conception		104 %	105%	102 %	105 %
Expériences en physique nucléaire (ISAC)	% = heures offertes/objectif de 2 595	93 %	96 %	57 %	98 %
Expériences en SMM	n^{bre} d'heures offertes (aucun cible)*	6583	7042	3127	7649
Expériences en sciences de la vie	n^{bre} d'heures offertes (aucun cible)	669	691	483	377

*Le nombre d'heures offertes aux expériences en SMM est supérieur au nombre total d'heures de cyclotron.

Source(s) : données de TRIUMF, entretiens externes, CEP

Les demandes de temps de faisceau dans les installations de TRIUMF surpassent les disponibilités

L'atelier d'usinage et le bureau de conception ont atteint ou dépassé la cible du nombre d'heures facturables (1 688 heures/ETP) tout au long de la période d'évaluation. Pendant la pandémie, cela était en partie attribuable aux options de travail hybride et aux protocoles liés à la COVID-19 qui ont permis au personnel essentiel de travailler sur place.

Les heures offertes pour la physique nucléaire, les sciences moléculaires et des matériaux (SMM) et les sciences de la vie, qui se rapportent à plusieurs lignes de faisceaux, concordent avec celles observées lors de la dernière évaluation, sauf pour les années de pandémie de 2020 et 2021 (voir les faits saillants), au cours desquelles le manque de personnel et les fermetures d'installations ont limité la capacité.

Le CEP a fait remarquer que l'accès aux installations pour les expériences en SMM et la mise au point et l'essai d'instruments a été restreint par la limitation du temps de faisceau. Il est prévu que l'**ARIEL II augmentera le temps de faisceau** pour la β NMR et la résonance quadripolaire nucléaire d'orientation de spin antiparallèle (β NQR), la faisant passer d'environ 4 semaines par an à 15 semaines par an.



Gouvernance

Le passage de TRIUMF au statut d'organisme de bienfaisance à but non lucratif constitué en société et la nomination d'un conseil des gouverneurs axé sur les compétences ont contribué à une gouvernance qui offre plus de flexibilité, d'efficacité, de contrôle et de responsabilité. Les changements dans la gouvernance et la réorganisation de la direction ont rapproché TI du laboratoire, assurant ainsi l'harmonisation entre la recherche et la commercialisation.

Les exigences de production de rapports mises à jour en vertu du nouveau modèle de gouvernance et de l'AC du CNRC s'harmonisent mieux avec les normes financières reconnues. La stratégie en matière de PI de TRIUMF comporte également de nouvelles exigences guidées par une politique de sécurité pour gérer les risques, les intérêts canadiens et l'ingérence étrangère potentielle. TRIUMF a renforcé ses processus de gestion de projet et établi un cadre de gestion de projets pour cibler les goulets d'étranglement, fixer les priorités au chapitre des ressources et classer les projets.

Structure de gouvernance de TRIUMF

La nouvelle structure de gouvernance de TRIUMF est conforme aux pratiques exemplaires modernes en matière de gouvernance et a permis d'accroître la souplesse, l'efficacité, la surveillance et la responsabilisation de l'organisation. Il existe tout de même des possibilités de faire évoluer les rôles et les responsabilités des comités nouveaux et existants.

Restructuration organisationnelle bien accueillie

À la suite de la nomination d'un nouveau directeur exécutif et président et directeur général en mai 2021, on a réorganisé la direction de TRIUMF en éliminant des postes de directeur adjoint et en créant de nouvelles divisions.

Les intervenants et le CEP ont salué la restructuration organisationnelle de TRIUMF, car celle-ci **aplanit la structure**, accroît la visibilité des projets et de la gestion de projet et favorise l'excellence opérationnelle.

Ces changements ont également été bien accueillis par la majorité des employés qui affirment que la nouvelle structure a permis une **communication plus efficace entre la direction** et les services et a accru la présence des dirigeants de TRIUMF dans les laboratoires ainsi que leur participation aux activités.

Bien que les changements aient été accueillis favorablement, certains membres du personnel ont exprimé qu'ils éprouvaient des difficultés face au rythme élevé des changements de structure et de communication, ce qui a entraîné des frustrations chez certains membres du personnel et quelques départs notables.

Clarté accrue des rôles

Le conseil axé sur les compétences offre une **efficacité supérieure et une clarté accrue quant aux rôles et responsabilités**, et a mené à la prise de décisions plus appropriées pour TRIUMF en tant qu'organisation, plutôt que de décisions qui profitent au consortium des universités membres.

Les nouveaux membres du CG sont désormais recommandés par un comité des nominations, la nomination étant effectuée par le Conseil des membres. Bien que le rôle du Conseil scientifique soit de plus en plus clair, il continue d'évoluer, de même que les relations de ce conseil avec le nouveau CG.

Les intervenants et le CEP ont souligné que la restructuration du CG a permis d'**acquérir une expertise dans le domaine** qui est pertinente pour la supervision opérationnelle. Les universités membres se concentrent davantage sur le programme et les priorités de recherche. Les intervenants et le CEP ont noté que les relations entre le CG, le Conseil des membres, le Conseil scientifique et le CNRC semblent se développer de manière satisfaisante, bien que des travaux soient en cours pour les clarifier.

Possibilités d'efficacité opérationnelle

Les comités de gouvernance de TRIUMF ont besoin de plus de temps pour se familiariser avec leurs nouveaux rôles et responsabilités. Les intervenants et le CEP ont constaté que le **nouveau modèle de gouvernance est lourd pour un laboratoire de l'envergure de TRIUMF** et encouragent le CG, le Conseil des membres, le Conseil scientifique et le CNRC à travailler ensemble pour trouver des façons d'harmoniser les structures et d'éliminer les activités redondantes (par exemple, en combinant des comités comme ceux des finances et de la vérification).

Reconnaissant le rôle du CCT en tant que comité indépendant de longue date ayant des objectifs bien définis et la responsabilité de conseiller le CNRC et de formuler des recommandations à TRIUMF, le CEP a recommandé la création d'un autre organisme indépendant pour conseiller TRIUMF.

Le CEP a observé que le Conseil scientifique aurait avantage à être un organisme consultatif indépendant en matière de sciences et technologies (S et T) qui conseille le CG et les universités membres sur la qualité, la pertinence et les priorités de la recherche, et qui conseille également le directeur exécutif et président et directeur général sur l'état de santé de TRIUMF.

Source(s) : examen de documents, CEP, entretiens internes de TRIUMF et du CNRC, entretiens externes



Gouvernance de TRIUMF Innovations

Les changements de gouvernance et la réorganisation de la direction ont rapproché TI des activités de laboratoire de TRIUMF, ce qui encourage une harmonisation plus étroite entre les activités de recherche et les actions commerciales et offre de nouvelles possibilités de commercialiser les connaissances et les technologies.

TI est une entité contrôlée par TRIUMF

La gouvernance de TI et sa relation avec TRIUMF en tant qu'entité contrôlée sont clairement définies dans un accord de services de gestion et un plan de développement des affaires (PDA) qui indiquent que TRIUMF est responsable de la conformité de TI aux modalités de l'AC du CNRC.

En 2017, TI a élargi son mandat pour passer de la création d'entreprises à toutes les activités de commercialisation de TRIUMF. TI sert d'interface entre TRIUMF et le monde des affaires.

TRIUMF reste le principal signataire des accords de commercialisation, et les projets commerciaux doivent être équilibrés par rapport aux exigences de recherche de TRIUMF. Les contrats commerciaux conclus par TI sont partagés avec TRIUMF afin de garantir une plus grande responsabilité et une plus grande diligence.

En réponse à une recommandation de l'évaluation précédente, le nouvel AC exige de TRIUMF qu'il élabore un PDA décrivant les efforts de commercialisation, y compris une stratégie de gestion de sa PI. Voir la diapositive suivante pour en savoir plus sur le PDA.

Avantages d'une intégration accrue entre TRIUMF et TI

Afin d'harmoniser les deux organisations, le personnel de TRIUMF participe activement aux activités de TI et assiste aux réunions ordinaires. Le directeur exécutif et président et directeur général de TRIUMF a siégé au CA de TI (jusqu'en avril 2023), et le président et chef de la direction de TI est membre de l'équipe de direction de TRIUMF. De plus, trois membres externes du CG de TRIUMF sont également membres du CA de TI. Grâce à ces liens, TRIUMF peut comprendre les exigences cibles de TI, et sa participation est considérée comme nécessaire pour garantir un travail conjoint vers la réalisation d'objectifs communs.

Les personnes de l'interne interrogées reconnaissent que ces liens aident à assurer que le service de commercialisation participe aux activités de l'installation de recherche et que TI s'efforce d'obtenir le meilleur accord commercial possible au nom de TRIUMF. Par exemple, TI a joué un rôle essentiel pour intégrer TRIUMF à la collaboration sur le ventilateur mécanique Milan (VMM) pendant la pandémie de COVID-19 et pour mettre celui-ci sur le marché.

TI a récemment embauché du personnel spécialisé en commercialisation, et son personnel participe aux réunions bihebdomadaires de gestion de projets de TRIUMF afin de déterminer où les produits peuvent être commercialisés et où il peut y avoir des conflits. TI entend également lancer un programme de formation pour améliorer les compétences commerciales des scientifiques de TRIUMF et renforcer les liens avec l'industrie.



Plan de développement des affaires (PDA)

Le nouveau PDA soutient les efforts de TRIUMF visant à maximiser les avantages économiques de l'investissement du gouvernement fédéral, conformément à l'AC.

Les nouvelles exigences de la stratégie en matière de PI profitent au Canada

La stratégie de TRIUMF en matière de PI comporte de nouvelles exigences guidées par une politique de sécurité qui tient compte des risques, des intérêts canadiens et de l'ingérence étrangère potentielle.

Conformément aux nouvelles directives de sécurité du gouvernement du Canada, l'AC détaille les exigences relatives à la diligence raisonnable en ce qui concerne l'évaluation des risques éventuels liés à la perte de PI ou de brevets, aux représailles judiciaires ou administratives, à la perte de futurs partenariats potentiels ou à une réputation ternie.

Cette exigence de diligence raisonnable est une priorité. Le CNRC fait appel à des experts en commercialisation et en sécurité pour examiner les accords commerciaux de TRIUMF avec des entités étrangères afin de protéger les résultats de l'investissement fédéral et de maximiser les avantages pour les Canadiens.

Processus d'examen des contrats de licence

TI se conforme aux politiques de TRIUMF et du gouvernement fédéral en matière de sécurité et de PI. Toutefois, il s'est dit préoccupé par le fait que le temps nécessaire à l'examen et à l'approbation des contrats de licence pour les accords commerciaux avec des entités étrangères pourrait entraîner des retards ou des renégociations.

Par conséquent, TRIUMF et le CNRC ont collaboré en 2022 à un **processus d'examen des contrats de licence** pour les accords commerciaux afin d'assurer la simplification des processus et des échéanciers. Ce nouveau processus devrait permettre de clarifier les questions de diligence raisonnable.

La diversification de la commercialisation est un défi

Le CNRC, le CCT et l'évaluation précédente ont recommandé à TI de diversifier ses activités de commercialisation.

TRIUMF et TI ont exprimé des préoccupations au sujet de la demande de diversification, car la commercialisation de la recherche en physique fondamentale prend des années, il est difficile de procéder au transfert de technologies en raison du faible niveau de maturité technologique (NMT), et l'on réalise des gains plus rapides dans les sciences de la vie où TI mène des activités relatives aux isotopes médicaux.

Exploration de nouvelles possibilités

TI a récemment embauché du personnel chargé d'examiner les nouvelles possibilités, a organisé des ateliers sur la commercialisation avec chaque division et a participé à des réunions de gestion de projet pour explorer des idées.

TI **explore la recherche dans les projets sur la propreté de l'eau, la technologie énergétique et la technologie minière utilisant des muons.**

Le CEP a souligné que **TRIUMF a connu une réussite considérable en commercialisation**, particulièrement en médecine nucléaire et en sciences de la vie, où le transfert de technologies et l'autorisation de mise en marché ont été couronnés de succès. Le CEP a fait remarquer qu'il est probable que les recherches actuelles dans le domaine des sciences de la vie offriront d'autres possibilités si le marché de la théranostique continue de croître.

Un coût important est associé au développement des technologies des sciences de la vie jusqu'à les rendre prêtes à la commercialisation, et TI pourrait élaborer des stratégies ou établir des collaborations avec d'autres entités et industries pour soutenir ce travail.

Le CEP a également recommandé à TRIUMF d'amener les chercheurs à s'informer sur la PI pour assurer une vision commune à l'égard des futures possibilités de commercialisation.

Source(s) : examen de documents, entretiens internes de TRIUMF et du CNRC



Suivi et rapports

Dans le cadre du nouveau modèle de gouvernance, le nombre de réunions et de rapports internes a augmenté. De plus, les exigences de TRIUMF en matière de rapports financiers se sont accrues dans le dernier AC. Il pourrait être possible d'harmoniser les réunions et les rapports.

Multiplication des réunions et des rapports

Le nombre de réunions et de rapports des nouveaux comités internes, du CG, du Conseil des membres et du Conseil scientifique a alourdi la charge de travail des dirigeants de TRIUMF.

Dans l'AC de 2020-2025, les exigences relatives aux rapports financiers de TRIUMF au CNRC demandent une fréquence, un volume et une portée accrues en réponse aux pratiques exemplaires du gouvernement du Canada en matière de gestion financière et à la taille de la contribution fournie à TRIUMF.

De plus, il a été difficile de gérer les courts délais entre les activités et la production des rapports (tant ceux liés au CNRC que les rapports internes). En raison des modifications apportées aux exigences relatives aux rapports, TRIUMF a embauché un employé à temps plein pour gérer la production accrue de rapports. Dans l'ensemble, **les intervenants considèrent que les rapports courants au CNRC sont avantageux, car ils fournissent une structure.**

Les rapports internes ne s'harmonisent pas avec les rapports de l'AC

Le calendrier interne de TRIUMF et les responsabilités fiduciaires de l'exercice financier ne cadrent pas avec le calendrier défini dans l'AC pour les rapports financiers. Par exemple, le budget annuel de TRIUMF doit être approuvé par sa direction, le Comité des finances et le CG; cependant, le processus d'approbation du budget du CNRC a lieu avant ces approbations internes.

Les intervenants de TRIUMF ont mentionné qu'ils souhaitaient examiner les possibilités d'harmoniser les rapports.



Fréquence

Les rapports sur le rendement et les états financiers sont devenus des rapports trimestriels en réponse aux conseils de la Direction des finances du CNRC afin d'assurer l'harmonisation avec le versement trimestriel des fonds. Le rapport trimestriel est une norme reconnue au sein du gouvernement fédéral. L'AC actuel exige la production de rapports sur les dépenses du trimestre précédent et les prévisions de dépenses du trimestre suivant afin de permettre au CNRC de suivre les dépenses de TRIUMF et de débloquer les avances trimestrielles appropriées.



Volume

Les nouvelles exigences pangouvernementales en matière de rapports, qui s'harmonisent avec les priorités d'ISDE, visent à protéger les activités délicates concernant la PI, la technologie, et la recherche et le développement (R et D) afin d'assurer la sécurité nationale à l'avantage des Canadiens.



Portée

On a modifié les rapports de manière à ce qu'ils fournissent davantage de contexte pour toutes les opérations, activités et constructions de TRIUMF financées par le CNRC (les rapports précédents étaient axés sur les résultats scientifiques).

« Le processus actuel de collecte et de compilation de l'information est manuel et semble demander beaucoup de temps à toutes les personnes concernées. Un outil Web simple permettant de recueillir et de rassembler l'information requise, ainsi qu'une compréhension claire de la part du personnel quant à ce qui est demandé, pourrait simplifier considérablement ce processus. »

— Comité d'examen par les pairs



Source(s) : examen de documents, CEP, entretiens internes de TRIUMF et du CNRC, entretiens externes



Gestion de projets

TRIUMF a amélioré les processus de son bureau de gestion de projets (BGP) au cours des cinq dernières années. Il a élaboré un cadre de gestion de projets pour assurer un suivi des engagements dans le cadre des projets et intégrer de nouvelles normes et de nouveaux outils aux processus de travail. Il a aussi mis à jour la composition et la durée de l'examen des projets par le groupe de supervision de la gestion de projets (GSGP).

Des améliorations ont été apportées à la gestion des projets

TRIUMF a mis en place un processus d'examen trimestriel de deux jours dans le cadre duquel les équipes de projet de chaque portefeuille disposent de cinq minutes pour présenter leur état d'avancement afin que l'on cible les goulets d'étranglement, hiérarchise les ressources et classe les projets (84 projets en 2022) de manière transparente.

Le BGP utilise le processus d'**ingénierie de la valeur pour déterminer où des économies peuvent être réalisées grâce à l'établissement de la portée des projets**, ce qui a permis d'orienter les ressources humaines et les capitaux limités de manière à exécuter les projets en suivant d'aussi près que possible le calendrier prévu.

TRIUMF a mis en œuvre un nouveau système d'administration (Workday) qui comporte un élément de budgétisation. Dans un contexte d'inflation croissante et de budgets fixes, les données améliorées fournies par ce système permettent aux dirigeants de prendre des décisions opérationnelles clés en connaissance de cause.

Source(s) : examen de documents, CEP, entretiens internes de TRIUMF et du CNRC, entretiens externes

L'accent doit être mis sur la planification des ressources et l'établissement de priorités

Les dirigeants ont tendance à ajouter des ressources supplémentaires aux projets lorsque les délais sont affectés, et les intervenants estiment qu'ils **doivent se concentrer sur l'amélioration de l'utilisation des ressources existantes**, plutôt que sur le prélèvement de ressources d'autres travaux pour faire avancer la construction.

Le personnel de TRIUMF a signalé un « épuisement professionnel lié au changement » découlant de la redéfinition continue des priorités des tâches qui vise à faire correspondre les ressources disponibles et à poursuivre les activités tout en réalisant de grands projets.

Les intervenants internes et externes conviennent qu'il serait possible de planifier les ressources de façon plus proactive à l'avenir. Un exemple serait la prise en compte de l'inflation dans les demandes de financement chaque fois que cela est possible.

« Bien que l'exécution des projets se soit améliorée avec la nouvelle approche, un très grand nombre de projets sont activement gérés et suivis pour un laboratoire de la taille de TRIUMF. »

— Comité d'examen par les pairs



Équilibre à trouver

Des intervenants externes ont mentionné que TRIUMF bénéficierait d'un système qui permet de mieux prévoir, budgéter et suivre les aspects des ressources humaines des projets afin d'assurer que tous les projets sont réalisés à temps.

Les intervenants et le CEP ont recommandé à TRIUMF de trouver le juste équilibre entre l'avancement de la construction d'ARIEL II et l'offre de faisceaux radioactifs, car les utilisateurs ont soulevé des préoccupations au sujet de la réduction du temps de faisceau de l'accélérateur ISAC.

Groupe de supervision de la gestion de projets



Le GSGP est chargé d'approuver les projets en déterminant s'ils sont valables et s'ils s'inscrivent dans la stratégie de TRIUMF.

Il décide des mises à niveau essentielles à la mission, attribue un poids aux projets et résout les problèmes d'établissement des priorités ou d'autres problèmes majeurs pour les projets et les mises à niveau de l'infrastructure.

Ce groupe de supervision a évolué pour inclure des responsables de toutes les divisions de TRIUMF et de TI.

Communications

TRIUMF a élaboré des plans de communication pour faire en sorte que les partenaires internes et externes soient tenus au courant des changements dans la gouvernance et la direction, et la majorité des employés perçoivent positivement les récents efforts de communication interne.

Améliorations des communications

TRIUMF a apporté des **améliorations à ses pratiques de communication**, ce qui comprend une trousse de communication incluant des stratégies (par exemple, transition de la gouvernance, mise en œuvre de Workday, assemblées générales) et une évaluation des communications internes visant à évaluer la sensibilisation des auditoires internes et externes aux enjeux clés, comme l'incorporation, les changements de gouvernance et l'évolution des directives relatives à la COVID-19.

Dans l'ensemble, la majorité du personnel de TRIUMF voit d'un bon œil les récents efforts de communication interne.

Cependant, le **personnel éprouve une certaine insatisfaction quant au volume de communications**. Bien que l'on estime que le flux de communications à l'ensemble du personnel ait augmenté et dépeigne efficacement ce qui se passe dans l'organisation, près de la moitié des employés estiment que les communications internes contiennent trop d'informations, alors que près de la moitié estiment qu'il contient trop peu d'informations.

Le personnel de TRIUMF a applaudi les changements clés en matière de communication interne suivants :

- des assemblées générales virtuelles mensuelles pour communiquer les changements apportés à la direction, aux rapports ou aux politiques
- la diffusion par TRIUMF de bulletins d'information mensuels et de mises à jour régulières par courriel de la part du directeur
- les changements majeurs sont communiqués par des annonces à l'échelle de l'établissement (les annonces à l'échelle de l'établissement ont obtenu les meilleures notes en ce qui concerne la satisfaction, l'utilité et l'efficacité dans le rapport d'évaluation de la communication interne)
- les annonces à l'échelle de l'établissement visent des destinataires supplémentaires (à partir de 2020), notamment la GAPS
- les divisions organisent des réunions mensuelles au cours desquelles les changements sont communiqués à l'ensemble du personnel
- on organise des réunions hebdomadaires de la haute direction au cours desquelles les dirigeants de division, de service et de groupe présentent des exposés qui peuvent être diffusés à tous les niveaux du personnel

Dans un sondage interne de 2020, le personnel de TRIUMF a proposé des **possibilités d'amélioration des communications**, notamment :

- accroître les processus de communication bidirectionnelle;
- améliorer les méthodes de communication concernant le contenu des réunions de la haute direction, par exemple en diffusant les documents de la réunion auprès de l'ensemble du personnel;
- rationaliser la quantité d'informations et la fréquence de leur diffusion afin de garantir que les informations les plus pertinentes soient communiquées de manière concise et en temps utile dans l'ensemble de l'organisation, les renseignements détaillés non sensibles au facteur temps étant accessibles par d'autres méthodes de communication. Par exemple :
 - les changements de personnel et de politique sont importants et doivent être communiqués à l'ensemble du personnel en temps opportun;
 - les réalisations de l'organisation doivent être communiquées périodiquement.

Source(s) : données de TRIUMF, examen de documents, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes



Répercussions de COVID-19

Pendant la pandémie de COVID-19, les programmes de recherche ont ralenti, les étudiants n'ont pas été en mesure de terminer leurs recherches, les coûts ont augmenté, les problèmes de chaîne d'approvisionnement ont contribué aux retards de construction, des revenus commerciaux ont été perdus et les temps d'indisponibilité des faisceaux et des accélérateurs étaient importants en raison du nombre réduit d'opérateurs.

TRIUMF a réorienté ses activités, ses programmes et ses procédures afin de poursuivre certains travaux de recherche et de s'engager dans de nouvelles recherches, notamment sur les ventilateurs médicaux. Le personnel de TRIUMF a appris à travailler à distance, suivi les politiques strictes liées à la COVID-19 pour le travail sur place et élargi les occasions de mobilisation à distance.



Répercussions de la COVID-19

Les politiques de TRIUMF ont limité la propagation de la COVID-19

TRIUMF a élaboré des politiques strictes et largement acceptées pour limiter la transmission de la COVID-19 sur le lieu de travail, y compris la vaccination obligatoire (moins de 2 % du personnel a été licencié pour non-respect de cette exigence). Néanmoins, certaines personnes ont contracté la COVID-19, ce qui a entraîné des absences importantes et prolongées du personnel et a eu un effet négatif sur les activités.

Certains employés ont eu des problèmes de santé mentale en raison de l'isolement et des changements soudains de travail. La direction est respectée pour le niveau de soutien qu'elle a apporté au personnel.

Succès de la collaboration sur le ventilateur mécanique Milan (VMM)

TRIUMF a réorienté ses activités pour participer à la collaboration rentable sur le projet VMM, dans le cadre de laquelle des ventilateurs médicaux abordables ont été mis au point pour le gouvernement canadien et l'industrie mondiale.

En raison de la pandémie, une nouvelle stratégie de travail intègre le travail à distance et sur place.

Les activités de recherche et de construction ont diminué

Certaines **recherches ont été ralenties ou interrompues**, car le nombre réduit d'opérateurs a entraîné des temps d'indisponibilité des faisceaux et des accélérateurs. Cela a entraîné une diminution de la productivité scientifique, des retards dans les projets, une augmentation des coûts et une baisse de rendement.



des répondants au sondage ont fait part de retards dans la recherche en raison d'une incapacité à accéder physiquement aux installations de TRIUMF et de la grande limitation du temps d'utilisation de faisceaux à distance.

En 2020, les expériences des étudiants et des BPD ont été spécialement prises en compte pour le temps d'utilisation de faisceaux à distance. Il n'y a pas eu de concours de temps de faisceau des CEE pendant un an afin de permettre de rattraper le temps perdu avec les expériences existantes.

Les plans de mise à niveau ont été interrompus et seuls les travaux d'entretien essentiels ont été effectués, ce qui a entraîné un **retard** de quelques millions de dollars dans la **mise à niveau des infrastructures**. Les nouvelles constructions ont été retardées (IAMI, ARIEL II), ce qui a des répercussions à long terme sur la productivité et les coûts.

TRIUMF continue de ressentir d'autres répercussions de la pandémie en raison de **problèmes liés à la chaîne d'approvisionnement mondiale et d'importantes hausses de prix dues à l'inflation**.

Le travail virtuel et le travail à distance ont permis de poursuivre les activités

TRIUMF a continué de produire des isotopes médicaux (générant des revenus). Cependant, les expériences étaient plus courtes et **l'accès au site était limité à 30 à 40 % du personnel**.

Le personnel a appris à travailler à distance, et le personnel sur place a communiqué avec des chercheurs internationaux pour obtenir des instructions à propos d'appareils. Les chercheurs internationaux ont adopté le format virtuel pour les réunions, les environnements d'apprentissage et l'accès aux données de TRIUMF. À l'automne 2020, la productivité des passages expérimentaux à distance représentait entre 70 et 90 % des activités normales.

Les visiteurs internationaux étaient limités et TRIUMF a établi une zone de quarantaines à la TRIUMF House pour accueillir un petit nombre de chercheurs internationaux.

Certaines sources de revenus commerciaux ont été perdues (par exemple, la TRIUMF House* et les services d'irradiation) en raison du nombre limité de visiteurs.

* La TRIUMF House offre un hébergement proche et abordable aux visiteurs nationaux et internationaux.

TRIUMF a maintenu ses collaborations grâce à des connexions virtuelles et « **a publié une quantité impressionnante de documents** » en raison de sa capacité de travailler à distance avec des utilisateurs internationaux et nationaux.

— Répondants externes



Source(s) : examen de documents, entretiens internes de TRIUMF, entretiens externes, sondage



Recommandations, et Réponses et plan d'action de la direction

Recommandations

Gouvernance

On pourrait renforcer le nouveau modèle de gouvernance en faisant progresser les rôles et les responsabilités des membres de la gouvernance (CG, comités du CG, Conseil scientifique, Conseil des membres).

Le CEP a souligné que la relation entre le CG et le Conseil scientifique doit être mieux définie.

Le CEP a mentionné que le modèle de gouvernance de TRIUMF est lourd et qu'il existe des possibilités d'éliminer ou de combiner des activités ou des comités.

Excellence opérationnelle

Les procédures actuelles de TRIUMF pour la collecte et la compilation d'information sont manuelles et chronophages. De nouveaux outils de collecte de données et de production de rapports pourraient améliorer l'efficacité.

La rationalisation des processus opérationnels permet à l'organisation de rester concentrée sur ses tâches, d'éviter les erreurs et d'accroître l'efficacité du personnel.

Recommandation 1

Le CNRC devrait encourager TRIUMF à promouvoir les rôles et les responsabilités associés au CG de TRIUMF et à ses comités, au Conseil scientifique et au CA de TRIUMF Innovations afin d'améliorer l'efficacité et l'efficacité.

Recommandation 2

Le CNRC devrait collaborer avec TRIUMF pour faire progresser les processus opérationnels et les outils de production de rapports de ce dernier dans le cadre de son engagement envers l'excellence opérationnelle. Les modifications doivent s'harmoniser avec les ressources et les exigences du programme.

Recommandations

Planification des ressources humaines

Le CEP a décrit certains secteurs comme étant à court de personnel, ce qui limite la capacité de TRIUMF à assurer le plein potentiel de nouvelles installations de recherche tout en maintenant le soutien aux utilisateurs existants.

Le maintien d'une expertise spécialisée, en particulier lorsque les bassins de candidats sont limités, est essentiel pour préserver les connaissances institutionnelles et une réputation d'excellence scientifique.

Le mentorat du personnel disposant d'une expertise de haut niveau pour lui permettre d'assumer des fonctions de direction favorise l'excellence continue de la recherche et le travail collaboratif.

Le CEP a recommandé d'étendre les stratégies d'EDI au-delà du genre pour refléter la diversité du Canada, et de tirer parti des politiques et des programmes d'EDI des universités membres.

Gestion de projets

Le CEP a recommandé la mise en place d'un registre des risques en tant qu'outil qui permettrait à la direction et aux comités d'examen de hiérarchiser les efforts et d'allouer des ressources aux nouvelles constructions, aux travaux d'entretien nécessaires et à la réalisation des projets.

Le CEP a noté que la direction devrait rationaliser les projets afin d'assurer un équilibre entre la supervision et les ressources et priorités.

Recommandation 3

Le CNRC devrait inviter TRIUMF à officialiser un plan global en matière de ressources humaines (RH) afin de mettre en œuvre des secteurs stratégiques clés et d'intégrer les pratiques à la culture de TRIUMF. Le plan devrait comprendre ce qui suit :

- a) un plan officiel de maintien en poste
- b) un plan officiel de relève
- c) une stratégie d'EDI élargie comportant des paramètres qui tiennent compte des nombreuses dimensions de la diversité

Recommandation 4

Le CNRC devrait encourager TRIUMF à créer des outils et des processus fondés sur les risques pour le classement par ordre de priorité des projets et la gestion des ressources.

Réponses et plan d'action de la direction

Recommandation 1

Gouvernance

Le CNRC devrait encourager TRIUMF à promouvoir les rôles et les responsabilités associés au CG de TRIUMF et à ses comités, au Conseil scientifique et au CA de TRIUMF Innovations afin d'améliorer l'efficacité et l'efficacité.

Niveau de risque : Modéré

Réponse de la direction	Mesure des réalisations	Personnes responsables proposées	Date d'achèvement prévue
<p>Réponse : Acceptée</p> <p>Mesure : Le CNRC, par l'entremise du CCT, collaborera avec TRIUMF pour garantir que des discussions visant à perfectionner le modèle de gouvernance soient tenues aux prochaines réunions du CG et du Conseil scientifique.</p>	<p>Un rapport officiel sur la gouvernance fera l'objet d'une discussion lors de la réunion du CCT du printemps 2025.</p>	<p>Bureau du vice-président (BVP), Technologies émergentes (TE)</p>	<p>Réunion du CCT du printemps 2025</p>

Réponses et plan d'action de la direction

Recommandation 2

Excellence opérationnelle

Le CNRC devrait collaborer avec TRIUMF pour faire progresser les processus opérationnels et les outils de production de rapports de ce dernier dans le cadre de son engagement envers l'excellence opérationnelle. Les modifications doivent s'harmoniser avec les ressources et les exigences du programme.

Niveau de risque : Modéré

Réponse de la direction	Mesure des réalisations	Personnes responsables proposées	Date d'achèvement prévue
<p>Réponse : Acceptée</p> <p>Mesure : Le CNRC, par l'entremise du Comité consultatif de TRIUMF (CCT), collaborera avec TRIUMF pour faire en sorte que les services administratifs de base, les processus opérationnels et les outils de production de rapports garantissent un engagement envers l'excellence opérationnelle et les ressources.</p>	<p>TRIUMF présentera le plan des nouveaux processus opérationnels et outils de production de rapports lors d'une prochaine réunion du CCT.</p> <p>TRIUMF communiquera les résultats d'un projet pilote de nouveaux outils et processus lors d'une prochaine réunion du CCT.</p>	<p>BVP, TE</p>	<p>Réunion du CCT de l'automne 2024</p> <p>Réunion du CCT de l'automne 2025</p>



Réponses et plan d'action de la direction

Recommandation 3

Planification des ressources humaines

Le CNRC devrait inviter TRIUMF à officialiser un plan global en matière de ressources humaines (RH) afin de mettre en œuvre des secteurs stratégiques clés et d'intégrer les pratiques à la culture de TRIUMF. Le plan devrait comprendre ce qui suit :

- a. un plan officiel de maintien en poste
- b. un plan officiel de relève
- c. une stratégie d'EDI élargie comportant des paramètres qui tiennent compte des nombreuses dimensions de la diversité

Niveau de risque : Modéré

Réponse de la direction	Mesure des réalisations	Personnes responsables proposées	Date d'achèvement prévue
<p>Réponse : Acceptée</p> <p>Mesure : Le CNRC collaborera avec TRIUMF afin de garantir que le plan 2026-2030 est conçu pour relever les défis en matière de ressourcement et de gestion des talents.</p>	<p>Un plan quinquennal comprenant des considérations relatives au ressourcement et à l'EDI a été présenté au CCT et au Comité interorganisations de TRIUMF (CIT).</p>	<p>BVP, TE</p>	<p>Automne 2023</p>

Réponses et plan d'action de la direction

Recommandation 4

Gestion des projets et des ressources

Le CNRC devrait encourager TRIUMF à créer des outils et des processus fondés sur les risques pour le classement par ordre de priorité des projets et la gestion des ressources.

Niveau de risque : Modéré

Réponse de la direction	Mesure des réalisations	Personnes responsables proposées	Date d'achèvement prévue
<p>Réponse : Acceptée</p> <p>Mesure : Le CNRC, par l'intermédiaire du CCT, travaillera avec TRIUMF pour élaborer des outils et des processus de hiérarchisation des projets.</p>	<p>TRIUMF communiquera le plan des nouveaux outils et processus de hiérarchisation.</p> <p>TRIUMF communiquera les résultats d'un projet pilote de nouveaux outils et processus.</p>	<p>BVP, TE</p>	<p>Réunion du CCT du printemps 2024</p> <p>Réunion du CCT de l'automne 2025</p>

Annexes

Annexe A – Méthode

Examen des données



On a examiné les données sur l'administration et le rendement de TRIUMF pour la période de 2018-2019 à 2021-2022 afin d'obtenir de l'information sur les ressources du laboratoire (personnel et étudiants), les taux d'utilisation de l'infrastructure, la recherche collaborative et le financement des efforts pour atteindre l'excellence. Il s'agissait d'indicateurs de rendement clés, de données financières, de données sur les ressources humaines et de données sur les projets.

Entretiens avec les informateurs clés



On a réalisé des entretiens afin de recueillir des informations, notamment sur les expériences personnelles, les opinions et les connaissances d'experts concernant l'excellence scientifique, les répercussions socioéconomiques, la participation, les capacités et la gouvernance du laboratoire. L'information obtenue comprenait des renseignements contextuels que l'on a utilisés conjointement avec les autres sources de données.

Au total, 36 intervenants ont été interrogés dans le cadre de cette évaluation :

- 5 répondants internes du CNRC (personnel du CNRC et membres du CCT)
- 22 répondants internes de TRIUMF (direction et équipe de cadres, universités membres actuelles et nouvelles)
- 13 répondants externes (représentants de laboratoires, d'associations et d'organismes de financement du Canada et de l'étranger)

Examen des documents



On a également examiné des documents internes et externes afin de situer le contexte et de compléter d'autres sources de données pour évaluer la pertinence et le rendement. Les documents comprenaient des plans stratégiques et de mise en œuvre, des rapports du CCT et du CIT, des évaluations antérieures, des sites Web et les mandats de différents comités.

Comité d'examen par les pairs



Un comité international d'examen par les pairs (CEP) s'est réuni à TRIUMF du 29 novembre au 1er décembre 2022 pour évaluer le rendement de l'organisation au cours de la période d'évaluation. Le CEP se composait de huit personnes au total, dont sept avaient une expertise dans les principaux domaines de recherche de TRIUMF et une avait une expertise dans le domaine de la commercialisation.

Le comité a reçu les résultats préliminaires de l'évaluation avant la visite des lieux ainsi que d'autres documents à l'appui. Il a été invité à fournir une évaluation préliminaire sur la base de l'examen de ces documents. La visite d'évaluation par les pairs a duré trois jours et comprenait une série de présentations par le personnel de TRIUMF ainsi que des périodes de questions et réponses, une visite des installations de TRIUMF et une séance de présentation par affiches des étudiants. Après la visite du site, le CEP, dirigé par la présidente, a finalisé un rapport comprenant des recommandations dont l'exactitude factuelle a été vérifiée par TRIUMF et le BVP du CNRC. Les conclusions du CEP ont été intégrées au présent rapport d'évaluation.

Annexe A – Méthode

Étude bibliométrique



Une analyse bibliométrique de TRIUMF a été réalisée par les Services de bibliothèque et de gestion de l'information (SBGI) du CNRC pour la période 2017-2021 afin de soutenir l'évaluation de TRIUMF. Pour évaluer le rendement en recherche de TRIUMF, une étude bibliométrique a été commandée relativement aux cinq domaines d'expertise de l'organisation. Une analyse des publications et des citations, des domaines et des collaborations a été réalisée pour chacun des cinq domaines d'expertise.

Sondage auprès des utilisateurs



On a effectué un sondage en ligne pour examiner l'efficacité, la pertinence et l'efficience de TRIUMF du point de vue de ses utilisateurs. Le questionnaire s'inspirait de l'instrument de sondage utilisé lors de la dernière évaluation, de sorte à permettre l'examen des tendances sur une plus longue période.

Avant le lancement du sondage, TRIUMF a envoyé une note à ses utilisateurs pour valider la légitimité de celui-ci et encourager la participation. L'équipe d'évaluation du CNRC a ensuite envoyé un courriel d'invitation contenant le lien vers le sondage.

Le sondage a été envoyé à tous les utilisateurs non commerciaux de TRIUMF (n = 548). Les 155 sondages remplis représentent un taux de réponse de 28 %.

Les répondants au sondage provenaient principalement d'entités canadiennes (73 %) ou étrangères (22 %), y compris des universités, le gouvernement et l'industrie. Les autres répondants (5 %) n'ont pas indiqué leur appartenance.

Annexe A – Méthode

Limites et stratégies d'atténuation

Bien que l'on se soit heurté à certaines difficultés pendant l'évaluation, on a utilisé de multiples sources de données et triangulé ces dernières pour atténuer autant que possible les limites méthodologiques. Cette approche a été appliquée pour établir la fiabilité et la validité des constatations ainsi que garantir que les conclusions et les recommandations se fondaient sur des données probantes objectives et documentées. Des renseignements détaillés sur les limites et les stratégies d'atténuation associées sont présentés ci-dessous.

Le manque de données sur le marché du travail pour les domaines d'études de TRIUMF a limité l'Analyse comparative entre les sexes Plus

La recherche menée par TRIUMF exige que les étudiants et le personnel possèdent des compétences et de l'expérience parfois très particulières dans des domaines d'étude restreints. Ces domaines d'études ne sont pas représentés dans les données sur le marché du travail, ce qui limite les possibilités de comparaison visant à déterminer si la diversité de l'effectif de TRIUMF est représentative du marché du travail canadien. L'absence d'un grand bassin de talents dans ces domaines d'études limite également les objectifs de TRIUMF en matière de diversité.

Atténuation

Afin d'atténuer le manque de données sur le marché du travail dans les domaines d'études de TRIUMF, des groupes d'étude semblables, comme les STIM, ont été utilisés à titre de comparaison.

Certains sondages auprès des utilisateurs de TRIUMF se sont retrouvés dans le dossier de courriels indésirables

Certains utilisateurs ont signalé avoir trouvé le sondage destiné aux utilisateurs dans leur dossier de courriels indésirables. On ne sait pas combien d'utilisateurs n'ont pas répondu au sondage pour cette raison.

Atténuation

Le taux de réponse au sondage est de 28 %, soit le même taux que celui obtenu lors de la dernière évaluation. Étant donné que cet événement a touché des utilisateurs de façon aléatoire et que le taux de réponse était élevé, il n'a pas eu d'incidence significative sur les résultats du sondage.

Les données démographiques de TRIUMF sont principalement axées sur le genre

TRIUMF se concentrait principalement sur le genre en ce qui concerne l'EDI, et le manque de données sur les autres dimensions de la diversité a limité l'analyse des données de l'Analyse comparative entre les sexes Plus.

Atténuation

Les données qualitatives obtenues à partir d'entrevues avec le personnel ont offert une perspective appropriée des priorités et de l'orientation de TRIUMF en matière d'EDI, ce qui a permis de pallier le manque de données de l'organisation portant sur la diversité.

Annexe B – Membres du comité d'examen par les pairs



Kimberly S. Budil, Ph. D. (présidente du comité)

Directrice, Lawrence Livermore National Laboratory



Souzan Armstrong, Ph. D.

Directrice générale, WORLDiscoveries



Simon R. Cherry, Ph. D.

Professeur émérite d'ingénierie biomédicale et de radiologie, Université de Californie à Davis



Alexandra Gade, Ph. D.

Professeure de physique, National Superconducting Cyclotron Laboratory, Université d'État du Michigan



Michel Gingras, Ph. D.

Professeur et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en théorie de la matière condensée et mécanique statistique



Brad Sherrill, Ph. D.

Directeur scientifique, Facility for Rare Isotope Beams



Elizabeth H. Simmons, Ph. D.

Vice-chancière générale, Université de Californie à San Diego



Frank Zimmermann, Ph. D.

Chef adjoint de l'étude sur un futur collisionneur circulaire (FCC), CERN

Annexe C – Personnel de TRIUMF

Effectif de TRIUMF par année financière

	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Personnel administratif	48	56	61	56
Chercheurs nommés par le Conseil	52	52	51	50
Personnel scientifique	53	50	48	52
Ingénieurs	93	97	96	87
Personnel des systèmes et technologies de l'information	23	18	21	23
Techniciens et technologues	161	165	162	154
Personnel des services des installations et des sites	34	33	32	26
Boursiers postdoctoraux et associés de recherche	38	49	46	46
Étudiants diplômés	29	36	34	48
Nominations conjointes de professeurs (50 % d'ETP)	10	10	9	7
Effectif total	541	566	560	549
Effectif financé par le CNRC	425	433	432	411

Source(s) : données de TRIUMF



Annexe D – Données bibliométriques sur les organisations comparables

Organisations comparables ciblées par TRIUMF dans le domaine de la physique nucléaire

Rang de FIPD	Organisation	Pays	Nbre de publications	FIPD	Nbre de publications conjointes avec TRIUMF	FIPD des publications conjointes
1	Argonne National Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	849	2,60	140	4,58
2	Université de Washington	États-Unis	713	2,38	132	4,49
3	TRIUMF	Canada	564	2,17	-	-
4	Université de Jyväskylä	Finlande	707	2,10	27	1,49
5	Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN)	Suisse	1 226	1,86	173	3,65
6	Université de l'État du Michigan	États-Unis	1 155	1,79	190	3,24
7	Université nationale de l'Australie	Australie	353	1,50	8	S.O.
8	RIKEN	Japon	1 091	1,46	44	1,64
9	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH	Allemagne	1 515	1,41	74	2,29
10	Institute of Modern Physics de la Chinese Academy of Sciences	Chine	1 267	1,05	16	2,28
11	Grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL)	France	419	0,82	22	1,37

Organisations comparables ciblées par TRIUMF dans le domaine de la physique des particules

Rang de FIPD	Organisation	Pays	Nbre de publications	FIPD	Nbre de publications conjointes avec TRIUMF	FIPD des publications conjointes
1	Stanford National Accelerator Center (SLAC) du département de l'Énergie	États-Unis	1 177	3,27	453	3,93
2	TRIUMF	Canada	748	3,09	-	-
3	Institut Paul Scherrer (ISP)	Suisse	834	3,01	11	7,18
4	NIKHEF	Pays-Bas	1 440	2,93	410	3,93
5	Brookhaven National Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	1 907	2,65	449	3,87
6	Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)	Allemagne	2 707	2,58	419	3,95
7	Fermi National Accelerator Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	1 655	2,54	34	4,23
8	High Energy Accelerator Research Organization (KEK)	Japon	1 527	2,40	468	3,78
9	Institute of High Energy Physics de la Chinese Academy of Sciences	Chine	2 420	2,30	428	3,92
10	CERN	Suisse	4 407	2,17	467	3,84
11	Joint Institute for Nuclear Research	Fédération de Russie	3 404	1,80	452	3,94

Source(s) : étude bibliométrique



Appendix D – Bibliometric data for comparator organizations

Organisations comparables ciblées par TRIUMF dans le domaine de la physique des accélérateurs

Rang de FIPD	Organisation	Pays	Nbre de publications	FIPD	Nbre de publications conjointes avec TRIUMF	FIPD des publications conjointes
1	Université de l'État du Michigan	États-Unis	1 063	2,89	474	3,80
2	TRIUMF	Canada	796	2,76	–	–
3	Institut Paul Scherrer (ISP)	Suisse	1 093	2,50	8	S.O.
4	Brookhaven National Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	1 715	2,24	446	3,97
5	Joint Institute for Nuclear Research	Fédération de Russie	2 952	1,96	460	4,00
6	CERN	Suisse	5 234	1,75	492	3,82
7	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH	Allemagne	1 343	1,44	24	4,91
8	RIKEN	Japon	863	1,39	16	2,18
9	Institute of Modern Physics de la Chinese Academy of Sciences	Chine	1 078	1,15	6	S.O.
10	Thomas Jefferson National Accelerator Facility du département de l'Énergie	États-Unis	367	1,76	11	6,64
11	GANIL	France	172	0,68	8	S.O.

Organisations comparables ciblées par TRIUMF dans le domaine de la médecine nucléaire

Rang de FIPD	Organisation	Pays	Nbre de publications	FIPD	Nbre de publications conjointes avec TRIUMF	FIPD des publications conjointes
1	Hôpital Hammersmith	Royaume-Uni	37	3,37	0	S.O.
2	Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	États-Unis	750	2,27	0	S.O.
3	Université du Wisconsin-Madison	États-Unis	381	2,11	4	S.O.
4	Université de Pennsylvanie	États-Unis	794	2,06	2	S.O.
5	Université de Sherbrooke	Canada	111	1,89	0	S.O.
6	Turku PET Centre	Finlande	110	1,71	0	S.O.
7	National Taiwan University Hospital	Taiwan	110	1,71	0	S.O.
8	Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa	Canada	123	1,60	0	S.O.
9	TRIUMF	Canada	46	1,42	–	–
10	Université de l'Alberta	Canada	188	1,28	0	S.O.
11	Los Alamos National Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	36	0,95	0	S.O.

Source(s) : étude bibliométrique

Appendix D – Bibliometric data for comparator organizations

Organisations comparables ciblées par TRIUMF dans le domaine des **sciences moléculaires et des matériaux**

Rang de FIPD	Organisation	Pays	N ^{bre} de publications	FIPD	N ^{bre} de publications conjointes avec TRIUMF	FIPD des publications conjointes
1	Université d'Oxford	Royaume-Uni	110	2,67	2	S.O.
2	Oak Ridge National Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	189	2,18	17	0,81
3	Institut Paul Scherrer (ISP)	Suisse	364	1,57	16	0,67
4	Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids	Allemagne	163	1,22	0	S.O.
5	Center for Neutron Research du National Institute of Standards and Technology (NIST)	États-Unis	57	1,13	0	S.O.
6	Université McMaster	Canada	54	1,01	15	0,80
7	Rutherford Appleton Laboratory (y compris ISIS Neutron and Muon Source)	Royaume-Uni	447	0,99	13	0,62
8	National High Magnetic Field Laboratory du département de l'Énergie	États-Unis	95	0,95	2	S.O.
9	Proton Accelerator Research Complex du Japon (J-PARC)	Japon	56	0,95	3	S.O.
10	Institut Laue-Langevin	France	102	0,82	2	S.O.
11	TRIUMF	Canada	98	0,72	–	–

Source(s) : étude bibliométrique

