

PROGRAMME SCIENTIFIQUE

CENTRE Armand-Frappier Santé Biotechnologie

2020-2025

15 octobre 2020



Institut national
de la recherche
scientifique

Table des matières

Mot du directeur	2
1. Mission, vision et valeurs de l'INRS.....	3
1.1. Mission	3
1.2. Vision	3
1.3. Valeurs.....	3
1.4 Caractéristiques	4
2. Profil du Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie	4
3. Enjeux de société.....	9
3.1. La santé globale.....	9
3.2. Le transfert de connaissances	10
4. Thématiques de recherche.....	10
4.1. Infections et immunité : étude des interactions hôte-agent pathogène	10
4.2. Action des facteurs xénobiotiques et des variations génétiques sur la santé	11
4.3. Développement d'agents thérapeutiques, prophylactiques et d'outils diagnostiques	12
5. Plan de développement et ressources nécessaires	13
5.1. Développement des effectifs professoraux	13
5.2. Développement de l'offre de formation	14
5.3. Développement des initiatives et infrastructures de recherche.....	15
6. Conclusion.....	17
7. Annexes	18
Annexe 1. Liste des professeures et professeurs du Centre AFSB	18
Annexe 2. Réseaux de recherche auxquels participent les chercheuses et chercheurs du Centre AFSB	16

Mot du directeur

À titre de directeur du Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie, c'est avec plaisir que je vous présente la programmation scientifique de notre Centre pour les années 2020-2025. Cette programmation est fondée sur les travaux d'équipes de recherche chevronnées et préoccupées par des enjeux sociétaux en santé. Le Centre AFSB a une vision globale de la recherche en santé. En ce sens, nous privilégions une approche écosystémique qui tient en compte une multitude de facteurs ou déterminants et leurs interactions. Cette programmation met en évidence l'extraordinaire diversité et la grande complémentarité des domaines de recherche qui sont abordés au Centre en lien avec la santé. Cette multidisciplinarité, souvent intersectorielle, est certainement garante d'une capacité à répondre aux besoins actuels en recherche et de nous permettre de faire face aux défis qui se présenteront. Pour ce faire, le centre peut compter sur la richesse du corps professoral, de la communauté étudiante et du personnel de recherche et administratif de notre Centre, je suis persuadé que nous pourrons faire face aux nombreux défis qui marqueront les besoins de recherche en santé.



Cette programmation résume les faits saillants de nos réalisations qui forment la prémisse des orientations stratégiques qui dicteront nos actions et efforts des prochaines années. Elle s'inscrit aussi dans un vaste projet de rénovation de nos installations physiques qui sera bientôt achevé. De nouveaux espaces modernes, sécuritaires et adaptés aux besoins en recherche et en formation permettront aux équipes d'exprimer leur plein potentiel.

Je suis particulièrement fier du travail, tant scientifique qu'administratif, qui est réalisé au Centre AFSB. Je remercie mes collègues et l'ensemble de la communauté universitaire pour leur contribution, leur professionnalisme et leur engagement envers notre mission. Tous ensemble, nous allons travailler à maintenir nos acquis et nous assurer que le Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie demeure un lieu incontournable pour la recherche et la formation en santé globale.

1. Mission, vision et valeurs de l'INRS

1.1. Mission

La recherche et la formation dans une approche écosystémique liée à la santé impliquent l'étude d'une multitude de variables et les interactions y étant associées. En ce sens, les différentes dimensions de la santé sont au cœur de la mission du Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie (« AFSB ») de l'INRS. Notre mission est articulée autour de trois objectifs :

- 1) Assurer un leadership dans la recherche de pointe dans différentes dimensions de la santé, afin de répondre aux enjeux sociétaux et économiques;
- 2) Former des personnes hautement qualifiées capables de répondre aux défis en recherche que pose la santé par l'entremise de programmes de formation à la maîtrise et au doctorat, et par l'encadrement de stagiaires postdoctoraux;
- 3) Informer la communauté scientifique, les décideurs gouvernementaux et le grand public des avancées scientifiques liées à la recherche réalisée au Centre AFSB.

1.2. Vision

La vision du Centre AFSB est d'être un établissement de référence en ce qui a trait à la recherche et à la formation dans le vaste secteur de la santé. Le Centre préconise une approche écosystémique pour mieux comprendre les enjeux liés à la santé en considérant les déterminants et leurs interactions dans une globalité. Que ce soit par des études fondamentales, le développement d'approches thérapeutiques et de prévention innovantes ou l'élaboration d'outils décisionnels ayant des incidences sur la santé, le Centre AFSB peut compter sur des chercheuses et chercheurs de haut niveau possédant des expertises diversifiées et complémentaires capables de mener des projets de recherche en préconisant des approches novatrices.

1.3. Valeurs

Les valeurs du Centre AFSB s'harmonisent avec celles de l'INRS, notamment en ce qui concerne l'excellence de la recherche, son interdisciplinarité et son intégrité, tout en soutenant son engagement envers sa mission. Le Centre AFSB offre ainsi un enseignement de qualité et un milieu stimulant pour effectuer de la recherche dans un environnement de vie agréable et à échelle humaine.

L'équité, la diversité et l'inclusion (EDI) sont aussi des valeurs que le Centre désire prôner, tant pour le recrutement de son corps professoral que celui des étudiantes et étudiants et du personnel soutenant les activités de recherche. Le corps professoral du Centre est actuellement composé de plus du tiers de femmes et plus du deux tiers d'étudiantes. En ce sens, le Centre AFSB s'engage à mettre en place un plan d'action pour que l'EDI soit pratique courante en termes d'égalité d'emploi et de formation.

1.4 Caractéristiques

Le Centre AFSB se démarque des autres établissements de recherche et de formation par la multidisciplinarité et la complémentarité des chercheuses et chercheurs que l'on y retrouve. Ces personnes consacrent la majeure partie de leur temps à la recherche et ont ainsi une grande disponibilité pour offrir un encadrement et une formation personnalisés aux étudiantes et étudiants inscrits dans l'un des programmes offerts. Le caractère singulier du Centre s'illustre également par l'environnement physique unique qu'offre le campus Laval. On y retrouve des laboratoires modernes qui ont été conçus pour favoriser la collaboration entre les équipes de recherche et le partage des infrastructures et des équipements scientifiques supportant une recherche de pointe. Soulignons également que l'on retrouve sur le campus Laval le Centre national de biologie expérimentale (CNBE) de l'INRS, une installation pouvant héberger des modèles animaux, de la souris aux primates non humains, en niveaux de confinements 1 à 3. De plus, le Centre AFSB est mitoyen avec le Centre québécois d'innovation en biotechnologie (CQIB), une initiative de la ville de Laval et de l'INRS, qui agit à titre d'incubateur pour les entreprises œuvrant en sciences de la vie. Niché au cœur de la Cité de la Biotech de la ville de Laval, le Centre est sans contredit bien positionné pour collaborer avec de petites et grandes entreprises œuvrant dans les sciences de la vie et pour favoriser la possibilité d'emplois pour les personnes diplômées hautement qualifiées qu'il forme.

Enfin, le Centre bénéficie de l'appui de la Fondation de l'INRS pour le financement philanthropique de projets de recherche et d'équipements spécialisés. De plus, depuis plus de 25 ans, le Centre partage ses locaux administratifs avec la Fondation Armand-Frappier qui participe aussi activement au financement de nouvelles chaires de recherche et de bourses pour des projets liés au secteur de la santé.

2. Profil du Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie

Le Centre AFSB est un héritage du Dr Armand Frappier, un pionnier de la recherche en microbiologie et de la médecine préventive au Québec. Le Dr Frappier a dédié sa vie à combattre les maladies infectieuses. Il a fondé, en 1938, l'Institut de microbiologie et d'hygiène de Montréal, dont les objectifs visaient la recherche et la formation en microbiologie, de même que la fabrication de produits biologiques tels que des vaccins. Sa contribution en santé publique, à travers la mise en place d'une vaste campagne de vaccination, a par ailleurs été déterminante dans la lutte contre la tuberculose au Québec. Ce n'est qu'une trentaine d'années plus tard que cet Institut se rattacherait au réseau des Universités du Québec (UQ). En 1998, l'institution s'allie avec l'INRS-Santé et le Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie devient alors l'un des quatre centres de l'INRS. Son emplacement stratégique au cœur de la Cité de la Biotech, hébergeant plusieurs PME dans le secteur de la santé, ouvre aujourd'hui la porte à nombreuses collaborations industrie-université.

Le Centre regroupe actuellement 335 membres, dont 45 professeures et professeurs, près de 175 étudiantes et étudiants aux cycles supérieurs et une vingtaine de stagiaires postdoctoraux (Figure 1).

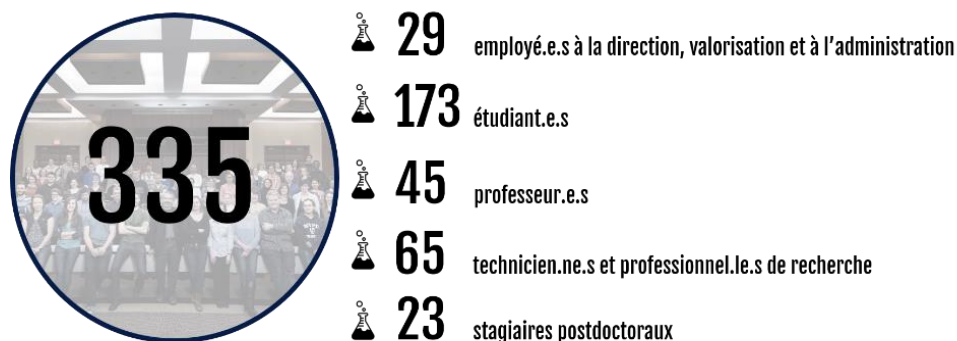


Figure 1. Répartition des membres de la communauté du Centre AFSB au 1^{er} juin 2020.

Au cours des 10 dernières années, plus de 300 étudiantes et étudiants ont obtenu un diplôme de 2^e et 3^e cycle dans l'un des huit programmes d'étude offerts au Centre AFSB (Tableau 1). Ces programmes sont conçus pour favoriser l'employabilité des finissants et finissantes à travers une formation en recherche multidisciplinaire et des activités variées permettant de développer leur leadership entrepreneurial. Des programmes sur mesure sont aussi offerts afin de répondre à des besoins ponctuels de formation dans des champs d'études spécifiques et complémentaires, notamment en épidémiologie (doctorat sur mesure en épidémiologie et immunologie ainsi que doctorat sur mesure en épidémiologie et déterminants sociaux de la santé) ou encore en chimie médicinale (doctorat sur mesure en innovation pharmaceutique).

Tableau 1. Programmes d'études offerts au Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie

Programmes à la maîtrise	
<ul style="list-style-type: none">• Maîtrise en microbiologie appliquée• Maîtrise en sciences expérimentales de la santé	<ul style="list-style-type: none">• Maîtrise en virologie et immunologie
Programmes en cheminement bdiplômant de 2 ^e cycle	
<ul style="list-style-type: none">• Cheminement bdiplômant en diagnostic biomédical en collaboration avec l'Université Clermont Auvergne en France• Cheminement de formation de maîtrise bdiplômante en toxicologie avec l'Université de Rennes 1	
Programmes de doctorat	
<ul style="list-style-type: none">• Doctorat en biologie• Doctorat en virologie et immunologie	<ul style="list-style-type: none">• Doctorat sur mesure (en épidémiologie et immunologie, en innovation pharmaceutique ou en épidémiologie et déterminants sociaux de la santé)

Afin d'enrichir la formation des étudiantes et étudiants, des cours hors programmes sont également proposés pour les personnes souhaitant acquérir des compétences et une expertise en bio-informatique, bio-statistique, en technique d'imagerie du vivant et en communication scientifique.

Les chercheuses et chercheurs du Centre AFSB sont reconnus pour leurs expertises complémentaires, favorisant des recherches multidisciplinaires permettant l'avancement des connaissances en santé par une approche systémique ([Annexe 1](#)). En effet, les thématiques de recherche abordent la santé sous différents angles : d'une part, les chercheuses et chercheurs visent à comprendre comment les agents exogènes (microorganismes, xénobiotiques, produits chimiques) et les facteurs génétiques affectent la santé humaine, notamment au niveau de la reproduction ou du système neurologique, et d'autre part, ils cherchent à déterminer comment le système immunitaire réagit à ces perturbations. En parallèle, les résultats de ces études mènent d'autres chercheuses et chercheurs du Centre à développer des outils thérapeutiques et diagnostiques (antibiotiques, vaccins, médicaments, biomarqueurs, etc.). D'autre part, plusieurs équipes étudient les microorganismes présents dans les sols ou associés aux plantes, aux animaux ou aux aliments afin d'améliorer l'innocuité ainsi que la valeur écosystémique et économique de ces éléments jouant un rôle fondamental dans la qualité de vie et la santé humaine. Les chercheuses et chercheurs qui œuvrent dans ce domaine développent des outils de prédiction numérique, des produits biologiques comme solutions de rechange aux produits chimiques et des outils moléculaires de détection. La vision multidisciplinaire de la recherche au Centre AFSB trouve aussi écho dans la réalisation de projets faisant appel à l'expertise de chercheuses et chercheurs des autres centres de l'INRS, notamment en environnement, en nanomatériaux, en géographie de la santé ou encore en écotoxicogénomique. De plus, la plupart de nos équipes de recherche collaborent avec des chercheuses et chercheurs d'autres établissements universitaires et d'autres partenaires du secteur privé et public.

Par ailleurs, le Centre rayonne au Québec et à l'international par la participation de ses chercheuses et chercheurs dans de nombreux réseaux de recherche ([Annexe 2](#)). Le Centre est notamment le seul membre nord-américain du prestigieux Réseau International des Instituts Pasteur (RIIP), comptant 32 institutions sur les cinq continents ; le RIIP est le plus important réseau mondial spécialisé en recherche sur les maladies infectieuses. De plus, l'excellence de nos chercheuses et chercheurs permet l'accueil de trois chaires de recherche du Canada et de trois chaires philanthropiques (Tableau 2).

Tableau 2. Chaires de recherche attribuées à certains chercheurs du Centre AFSB

Titulaire	Chaires de recherche du Canada
Pr Daniel Cyr	Chaire de recherche du Canada en toxicologie de la reproduction
Pr Albert Descoteaux	Chaire de recherche du Canada sur la biologie du parasitisme intracellulaire
Pr Éric Déziel	Chaire de recherche du Canada en sociomicrobiologie
Titulaire	Chaire de recherche du MAPAQ
Pre Monique Lacroix	Chaire de recherche du MAPAQ sur la salubrité et la qualité des aliments
Titulaire	Chaires de recherche philanthropiques
Pr Charles Ramassamy	Chaire Louise et André Charron sur la maladie d'Alzheimer
Pr Alain Lamarre	Chaire Jeanne et J.-Louis Lévesque en immunovirologie
Pr Kessen Patten	Chaire Anna Sforza Djoukhadjian sur la maladie de la sclérose latérale amyotrophique (SLA)

Plusieurs plateformes technologiques sont à la disponibilité de la communauté scientifique, académique et industrielle. À cet égard, le Centre a consenti des investissements récents pour la mise à niveau de deux laboratoires permettant de travailler avec des organismes pathogènes de groupe de risque 3, dont les virus respiratoires, notamment le coronavirus SRAS CoV-2. Ces installations uniques permettent de mener des études transversales allant du *in cellulo* au *in vivo*. Le Centre AFSB abrite aussi des plateformes d'imagerie cellulaire incluant un microscope électronique à transmission et de microscopes confocaux, des cytomètres en flux et un spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN). En 2021, la majorité des laboratoires auront été rénovés, rendant les espaces de recherche plus fonctionnels. Enfin, le Centre porte une attention particulière aux services qu'il offre à la collectivité. Il héberge le seul laboratoire canadien de contrôle du dopage accrédité par le Comité international olympique et par l'Agence mondiale antidopage.

3. Enjeux de société

La santé est sans contredit un élément central au bien-être de la population. Assurer la santé des individus et leur offrir un milieu de vie sécuritaire et sain est un enjeu de société au cœur des recherches du Centre AFSB. Pour y parvenir, le Centre préconise une approche holistique permettant de mieux comprendre l'ensemble des déterminants et facteurs qui affectent la santé. La programmation scientifique qui en découle s'articule autour de deux enjeux majeurs : la santé globale et le transfert de connaissances.

3.1. La santé globale

Les défis québécois et mondiaux en santé sont nombreux. La prévalence croissante des maladies chroniques, infectieuses et/ou encore émergentes augmente le besoin de mieux comprendre ces diverses maladies et la nécessité de trouver de nouvelles approches et solutions de traitements. La santé de la population est continuellement influencée par des facteurs, tels que des agents pathogènes (bactéries, champignons, parasites et virus), des molécules xénobiotiques (pesticides, polluants ou autres produits de synthèse), des déterminants écologiques (qualité de l'air, du sol, de l'eau et des aliments), des habitudes de vie ou encore des facteurs génétiques. Les populations doivent également composer avec la résurgence ou encore les mutations de certains microorganismes pathogènes, la résistance croissante aux agents antimicrobiens et chimiothérapeutiques et l'émergence de nouveaux agents infectieux. C'est l'ensemble des paramètres et leurs interactions qui définissent l'importance de considérer la santé dans sa globalité.

Pour participer au maintien de la santé ainsi qu'à la lutte contre les maladies, le Centre AFSB préconise une approche écosystémique où la complémentarité des domaines d'expertise prend tout son sens. Les chercheuses et chercheurs du Centre étudient d'une part les agents biotiques et abiotiques ou les variations génétiques, les interactions entre ces agents et leurs hôtes et la réponse du système immunitaire de l'hôte aux attaques de

ces agents. Le but ultime vise à développer des stratégies de prévention, des molécules diagnostiques et thérapeutiques et des approches alternatives. D'autre part, des chercheuses et chercheurs s'attardent à mieux comprendre les microorganismes afin de s'en faire des alliés pour répondre à des enjeux environnementaux importants liés à la santé. Le développement d'outils de prédiction bionumérique, le développement de bioproduits et de biomarqueurs figurent parmi les objectifs de ces équipes.

3.2. Le transfert de connaissances

Le deuxième enjeu majeur qui intéresse le Centre AFSB est la communication scientifique et le transfert de connaissances. Depuis l'avènement d'Internet et des réseaux sociaux, l'accès à l'information a pris une ampleur vertigineuse. Cette profusion d'informations soulève des problèmes importants dans le domaine des sciences : 1) certaines informations auxquelles le public a accès sont erronées et/ou non validées et 2) la compréhension de l'information est souvent difficile pour le grand public.

La communication devient alors un outil d'éducation et de prévention important en santé. Elle permet à la population de mieux comprendre les risques associés aux facteurs influençant la santé et les moyens de prévention préconisés. Les scientifiques du Centre AFSB sont appelés à jouer leur rôle dans cet enjeu de communication scientifique tout en gardant en tête les aspects éthiques et en s'assurant de diffuser une information vulgarisée, validée et adaptée au public cible. Les chercheuses et chercheurs, qui incluent la communauté étudiante, étant de plus en plus encouragés à communiquer avec le grand public, à faire des entrevues et à donner des conférences, le Centre AFSB est conscient de l'importance d'offrir les outils d'accompagnement et de formation, d'où la prépondérance de cet enjeu dans notre programmation scientifique.

4. Thématiques de recherche

Les activités de recherche au Centre AFSB visent, d'une part à comprendre ce qui affecte la santé et d'autre part, à élaborer des solutions préventives ou thérapeutiques novatrices. Ainsi, comprendre, prévenir et traiter diverses pathologies sont des mots-clés auxquels le Centre s'identifie. Bien que les activités de recherche soient divisées en quatre grandes thématiques, il est important de noter que celles-ci sont étroitement liées, qu'elles s'entrecroisent et s'inscrivent dans un continuum alliant la compréhension de mécanismes fondamentaux, l'élaboration d'agents thérapeutiques, prophylactiques, diagnostiques, d'outils de prédiction et de stratégies de prévention.

4.1. Infections et immunité : étude des interactions hôte-agent pathogène

Malgré les progrès incontestables en médecine, les maladies infectieuses touchent encore plusieurs centaines de millions de personnes et sont responsables de nombreux

de décès annuellement. À cela s'ajoutent des coûts humains, sociaux et économiques importants. De plus, les phénomènes de résistance multiple aux médicaments (antiviraux ou antibiotiques), l'émergence et la réémergence de nouveaux microbes ou encore la problématique d'épidémie et de pandémie constituent autant de nouveaux défis dans la lutte contre les infections. Ces quelques réalités témoignent par elles-mêmes de la nécessité de chercher à mieux comprendre la nature des interactions hôte-agents pathogènes afin d'identifier des cibles thérapeutiques et de mettre au point des approches thérapeutiques et diagnostiques efficaces pour le contrôle de ces maladies. Les principales activités de recherche de cette thématique au Centre incluent :

- 1) La caractérisation des paramètres cellulaires et moléculaires des mécanismes de virulence d'agents pathogènes (bactéries, virus, champignons ou parasites) et la réponse de l'hôte ;
- 2) L'analyse des mécanismes moléculaires de la résistance naturelle et acquise par l'hôte dans le contexte de diverses infections;
- 3) L'étude de la dynamique des communautés microbiennes et des facteurs biotiques et abiotiques sur les phénomènes de résistance aux agents antimicrobiens.

4.2. Action des facteurs xénobiotiques et des variations génétiques sur la santé

À l'instar des microorganismes, les polluants organiques et inorganiques de même que la qualité de l'eau, de l'air, des aliments ou des sols constituent aussi une menace réelle pour la santé de la population. Que les agents xénobiotiques proviennent d'activités industrielles, pharmaceutiques, agricoles ou municipales, les conséquences sur l'environnement, la santé et la qualité de vie sont majeures. En effet, ces polluants peuvent perturber notamment le fonctionnement de plusieurs systèmes, dont les systèmes reproducteur, immunitaire et nerveux ou certains organes. De même, le Centre AFSB s'intéresse à l'étiologie de plusieurs pathologies qui peuvent être causées par les polluants chimiques et les habitudes de vie et par d'autres facteurs sociaux. Enfin, la susceptibilité génétique individuelle et les facteurs épigénétiques demeurent aussi peu connus dans de nombreuses pathologies humaines et maladies chroniques sur lesquelles nos recherches sont actives. Dans cette thématique, les grandes activités de recherche poursuivies sont les suivantes:

- 1) Élucider les mécanismes d'action cellulaires et moléculaires résultant d'une exposition à des xénobiotiques;
- 2) Étudier l'influence de facteurs comme la génétique, le stress et les habitudes de vie ainsi que les périodes d'expositions et les populations à risque;

- 3) Comprendre le dysfonctionnement cellulaire de différentes pathologies;
- 4) Identifier les causes potentielles (populationnelles, individuelles et moléculaires) de différents cancers, mais aussi d'autres maladies, telles que le diabète, l'asthme, l'infertilité, la sclérose latérale amyotrophique et certaines maladies rares.

4.3. Développement d'agents thérapeutiques, prophylactiques et d'outils diagnostiques

Alors que les thématiques précédentes regroupent des chercheuses et chercheurs dont les travaux sont axés sur la compréhension des facteurs biotiques ou abiotiques qui affectent la santé, plusieurs autres projets du Centre se concentrent davantage sur des solutions pouvant améliorer la santé. Ces projets visent un meilleur diagnostic, ou encore le développement de traitements et la prévention des maladies. Plus spécifiquement, cette thématique inclut les recherches portant sur:

- 1) Le développement de vaccins, d'antibiotiques, d'antiviraux ou d'autres molécules novatrices pour lutter contre différentes pathologies;
- 2) La conception d'outils pour dépister, prédire ou prévenir l'incidence d'une maladie;
- 3) Le développement d'outils pour la détection des agents causals tels que les microorganismes ou les agents chimiques;
- 4) La mise au point de technologies visant l'amélioration de l'innocuité de l'eau potable et des aliments.

4.4 Analyses biosystémiques au service de la santé

L'application des analyses biosystémiques vise l'élaboration de puissants outils d'aide à la prise de décision pour la prévention du risque de pathologie ou d'atteinte des services écosystémiques. Cette thématique inclut donc les recherches portant sur:

- 1) Le développement d'outils de prédiction numérique basés sur l'étude des communautés microbiennes de multiples habitats incluant les différents compartiments de la biosphère et les organismes hôtes voire même des données épidémiologiques;

- 2) L'étude du microbiote/microbiome de différents systèmes;
- 3) Le développement de bioproduit;

5. Plan de développement et ressources nécessaires

5.1. Développement des effectifs professoraux

L'approche écosystémique préconisée par le Centre AFSB nécessite un maillage d'expertises complémentaires, notamment entre des épidémiologistes, des chimistes, des biochimistes, des immunologistes, des toxicologistes, des microbiologistes, des écologistes, des virologistes, des parasitologistes ainsi que des biologistes cellulaires et moléculaires impliqués dans la recherche fondamentale et appliquée.

Suite à plusieurs départs à la retraite, le corps professoral du centre s'est renouvelé; près de 50% des chercheuses et des chercheurs se sont joints au Centre au cours des 10 dernières années. L'embauche de professeures et professeurs dans les domaines de l'infectiologie, de la microbiologie, de la toxicologie et de la chimie médicinale a non seulement permis de solidifier notre position d'expert dans des thématiques bien établies au Centre, mais également d'établir davantage de collaborations multidisciplinaires.

Le plan stratégique 2020-2025 prévoit le recrutement de professeures et professeurs afin d'intégrer au corps professoral des personnes maîtrisant des approches novatrices qui permettront au Centre de continuer d'être un acteur incontournable dans la formation et la recherche de pointe en santé au Québec.

Prochainement le Centre AFSB planifie engager quatre professeures et professeurs au cours de l'année 2020-2021 ayant une expertise dans les domaines suivants:

- 1) Le domaine des *-omiques* et/ou de la bio-imagerie pour l'étude de maladies (ré)-émergentes ou négligées et/ou à transmission vectorielle.
- 2) Le domaine de l'immunologie avec des intérêts plus particuliers dans l'étude de l'inflammation dans le contexte des maladies auto-immunitaires ou chroniques, de l'immunité tumorale, de l'immunométabolisme, de l'immunité mucoale;
- 3) Le domaine du contrôle du dopage.

Le centre sera éventuellement appelé à se prononcer sur l'embauche de nouveaux professeures et professeurs suite au départ annoncé de certaines personnes et à la création de l'Unité mixte de recherche.

La pandémie de coronavirus qui sévit depuis la fin de l'année 2019 a clairement démontré que la santé des Québécoises et des Québécois est menacée par des agents infectieux (ré)-émergents. Ces agents pathogènes ne connaissent pas de frontières et se propagent

rapidement d'un pays à l'autre, causant des pandémies dévastatrices autant pour la santé de la population que pour l'économie en général. L'embauche de nouvelles ressources permettra ainsi au Centre AFSB de renforcer la recherche et la formation en infectiologie et de participer au développement de vaccins et de médicaments nécessaires pour contrer ces menaces. De plus, le Centre, qui abrite le seul laboratoire canadien accrédité par l'agence mondiale antidopage (AMA), ouvrira un nouveau poste qui permettra non seulement de pérenniser les activités de ce laboratoire, mais également de développer de nouvelles activités de recherche axées sur l'effet des substances dopantes sur la santé de l'athlète et la mise au point de méthodes permettant leur détection.

Enfin, le Centre AFSB travaille à la création d'une Unité mixte de recherche (UMR) en collaboration avec l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Avec la concrétisation de ce projet, le Centre pourrait compter sur l'ajout d'au moins trois nouveaux postes au sein du corps professoral. Les personnes recherchées auront des profils complémentaires aux thématiques de recherche du Centre, tout en répondant aux besoins exprimés par l'UQAC afin de renforcer leurs expertises dans des domaines qu'ils jugent importants.

5.2. Développement de l'offre de formation

La formation d'une relève scientifique hautement qualifiée est au cœur des priorités du Centre. Actuellement, quatre programmes d'études à la maîtrise et trois programmes au doctorat sont offerts (Tableau 1). Les cours qui y sont donnés privilégient des modes d'apprentissage actifs qui incitent l'engagement et la participation des étudiantes et étudiants. Bien que certains programmes aient fait l'objet de révisions et d'importantes modifications au cours des dernières années, ils demeurent liés à des axes de recherche spécifiques, ce qui a parfois pour effet de cloisonner les différents groupes de recherche selon ces axes. De plus, certains de ces programmes ne reflètent pas moins les thématiques de recherche actuelles du Centre. À cet effet, le Centre a implanté au cours des dernières années un doctorat sur mesure qui propose un encadrement spécialisé unique et attractif pour la formation des scientifiques de demain. Le plan de développement de l'offre de formation est décrit ci-dessous.

A. Révision des programmes de maîtrise et de doctorat

Afin d'encourager davantage la multidisciplinarité et pour s'assurer que les programmes d'études soient toujours orientés vers une approche écosystémique de recherche en santé, le Centre AFSB souhaite amorcer une réflexion sur les programmes offerts. En outre, on cherchera à explorer la possibilité d'offrir un programme multidisciplinaire pourvu d'une spécialisation. Par exemple, une étudiante ou un étudiant pourra s'inscrire à une maîtrise en santé, avec une spécialisation en chimie médicinale. Une approche similaire pourrait être envisagée dans le cadre des programmes de doctorat. Cette nouvelle approche pourrait représenter davantage la nature réelle de la formation des étudiantes et des étudiants, soit une formation ayant une approche multidisciplinaire centrée sur un enjeu de santé. Ces programmes pourraient compter sur l'offre de cours déjà disponibles et permettraient la création de nouveaux cours afin de répondre aux besoins actuels et futurs en formation.

B. Développement de compétences transversales («*soft skills*»)

En complément des cours déjà offerts dans le cadre des différents programmes d'études, le Centre AFSB aspire à offrir d'autres formations qui enrichiront le cursus des personnes inscrites et encourageront davantage d'étudiantes et étudiants de 1^{er} cycle à poursuivre des études supérieures dans notre établissement. Au cours des prochaines années, des formations spécifiques pourraient donc s'ajouter à la liste de cours offerts, notamment :

- 1) Une offre de formation continue portant sur les nouvelles technologies et outils moléculaires;
- 2) Une formation en entrepreneuriat;
- 3) Une formation sur la propriété intellectuelle;
- 4) Une formation en communication scientifique.

Cette offre de cours permettra aux étudiantes et étudiants d'accéder à des formations complémentaires répondant à la demande des marchés dans des secteurs très souvent prisés par nos finissants et finissantes. Le Centre, avec ses nombreux partenariats et liens avec différents milieux de pratique, a à cœur de soutenir l'innovation et l'accompagnement des jeunes chercheuses et chercheurs qui ont l'ambition de démarrer leur propre entreprise. Une formation en entrepreneuriat aurait pour objectif d'aborder les premières étapes du développement d'entreprise, telles que les études de marché, la préparation d'un plan d'affaires et la protection de la propriété intellectuelle. Le Centre explorera la possibilité de donner des formations accélérées animées par des professionnelles et professionnels ayant une expertise dans la création d'entreprise et la protection de la propriété intellectuelle.

La communication et le transfert des connaissances ont été proposés comme des enjeux importants dans lesquels le Centre souhaite s'investir. Bien que les étudiantes et étudiants du Centre soient très actifs en matière de communication scientifique, aucune formation structurée n'est actuellement offerte à l'ensemble de la communauté. Le développement d'une nouvelle formation permettrait ainsi d'offrir un soutien à des projets existants du Centre qui nécessitent des compétences en communication et en vulgarisation scientifique, notamment le Congrès Armand-Frappier, le programme *Apprentis chercheurs*, les 5 à 7 *Jasons Sciences*, le journal *La Synthèse*, le Comité de production cinématographique de l'INRS et les journées scientifiques de l'INRS.

5.3. Développement des initiatives et infrastructures de recherche

Au cours des prochaines années, le Centre poursuivra les démarches déjà entreprises et développera de nouvelles initiatives majeures qui lui permettront de maintenir son niveau d'excellence en formation ainsi qu'en recherche multidisciplinaire et intersectorielle:

- 1) La création de la chaire de recherche MALAMUT (MALAdies infectieuses; approche MULTidisciplinaire et inTERsectorielle), dont les cotitulaires pressentis

sont des chercheuses et chercheurs de plusieurs centres de l'INRS ayant des domaines d'expertise complémentaires, qui collaboreront avec d'autres membres du Réseau intersectoriel en santé de l'Université du Québec (RISUQ) afin de comprendre tous les déterminants associés à la santé pour faire avancer les connaissances sur les maladies infectieuses;

- 2) La mise en place d'une unité mixte de recherche (UMR¹), en collaboration avec l'Université du Québec à Chicoutimi, dont un des volets touchera la santé des populations humaines;
- 3) La création de réseaux de recherche pour accroître la visibilité du Centre en favorisant des forums d'échanges pour stimuler l'émergence de collaborations et de partenariats de recherche. Ces réseaux, qui seront abrités au Centre AFSB, incluent :
 - a. L'Infectiopôle, qui positionnera le Centre comme un pôle incontournable de recherche (un *hub*) en infectiologie au Québec ;
 - b. Le Réseau de recherche sur le développement de médicaments.
- 4) La mise en place d'une plateforme de collaborations de recherche avec les établissements d'enseignement supérieur logés sur le territoire lavallois afin de soutenir le développement d'innovations et ainsi contribuer à l'essor économique de cette région;
- 5) En collaboration avec le CQIB et d'autres organismes spécialisés en démarrage d'entreprises, la mise en place d'un système d'accompagnement des futurs entrepreneurs;
- 6) La mise en place de présentations offertes au grand public pour répondre à l'enjeu de communication scientifique et de transfert de l'information. Cette initiative pourrait être entreprise en collaboration avec le Musée Armand-Frappier.

Afin de maintenir son leadership scientifique et d'assurer un environnement technologique adapté, le Centre AFSB se doit de renforcer et de moderniser ses plateformes et ses équipements scientifiques. Nos priorités dans le cadre de cette programmation 2020-2025 seront notamment de :

- 1) Terminer l'installation et la certification du laboratoire de confinement de niveau 3 où il sera possible d'étudier des microorganismes qui causent notamment la

¹ Cette unité mixte de recherche est en voie d'élaboration en date de septembre 2020

COVID-19, l'influenza aviaire, le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS), la fièvre du Nil occidental ou la tuberculose;

- 2) S'assurer de maintenir et de mettre à niveau le parc des équipements scientifiques de base et de moderniser les plateformes notamment au niveau de l'imagerie du vivant par l'acquisition de microscopes à haute résolution;
- 3) Acquérir des équipements spécialisés pour la réalisation de grands projets, notamment en lien avec les demandes FCI comme celle touchant la qualité des sols et des plantes ainsi que l'innocuité des aliments.

6. Conclusion

L'ensemble des travaux de recherche du Centre AFSB, de même que les formations offertes aux cycles supérieurs sont articulés autour de la santé, un enjeu majeur de société. Les chercheuses et chercheurs du Centre ont des expertises diversifiées qui leur permettent de faire avancer les connaissances et les applications en santé dans des domaines très variés avec des approches multidisciplinaires et multisectorielles.

Les thématiques qui sont à la base de notre programmation scientifique illustrent notamment que les chercheuses et chercheurs du Centre abordent la santé sous de nombreux angles, allant de la compréhension de diverses pathologies à l'élaboration d'agents thérapeutiques et d'outils diagnostiques, de prédiction et de prévention. Au cours des cinq prochaines années, nous maintiendrons et favoriserons les initiatives intersectorielles et pluridimensionnelles pour encourager de nouvelles collaborations en recherche sur la santé. La programmation 2020-2025 du Centre vise aussi à accroître notre impact sur la santé des Québécoises et Québécois par des activités de communication et vulgarisation scientifique.

Pour poursuivre ses travaux, le Centre prévoit accueillir au sein de nouveaux membres au sein de et mettre sur pied plusieurs initiatives. Parmi ces initiatives figureront des programmes de formation continue, la création d'unités mixtes de recherche, une chaire spécialisée dans l'étude des maladies infectieuses, des réseaux de recherche, mais aussi la recherche de financement permettant un renouvellement de certains appareils scientifiques, ou encore, l'acquisition d'infrastructures de pointe pour soutenir l'excellence de la recherche du Centre.

Par une programmation scientifique moderne et multidisciplinaire, la communauté scientifique du Centre pourra poursuivre l'excellent travail qu'elle réalise depuis de nombreuses années et pourra contribuer aux progrès scientifiques et technologiques du Québec afin de faire de la province un joueur incontournable dans les approches écosystémiques liées à la santé.

7. Annexes

Annexe 1. Liste des professeures et professeurs du Centre AFSB

Christiane Ayotte

Contrôle du dopage

Jacques Bernier

Perturbations du système immunitaire

Terence Ndonyi Bukong

Virologie, hépatologie

Charles Calmettes

Microbiologie

Annie Castonguay

Chimie, catalyse et agents thérapeutiques

Mathieu Cellier

Protéines membranaires, immunologie nutritionnelle

Laurent Chatel-Chaix

Virologie moléculaire

David Chatenet

Ingénierie des peptides, pharmacologie

et chimie médicinale

Philippe Constant

Cycles biogéochimiques des gaz à l'état de traces

Daniel G. Cyr

Communication intercellulaire, infertilité et toxicologie

Claude Daniel

Immunologie, histocompatibilité et vaccination

Géraldine Delbès

Toxicologie de la reproduction

Albert Descoteaux

Parasitologie, interactions hôte-pathogènes

Eric Déziel

Sociomicrobiologie, métabolites bactériens, bioprocédés

Nicolas Doucet

Ingénierie des protéines

Charles M. Dozois

Génétique des entérobactéries, maladies infectieuses

Charles Gauthier

Chimie des carbohydrates et produits naturels

Denis Girard

Immunologie, inflammation et nanotoxicologie

Claude Guertin

Dynamique des populations microbiennes et bioinsecticides

Krista Heinonen

Hématopoïèse adulte et fœtale, leucémie

Salim Timo Islam

Biochimie microbienne

Maritza Jaramillo

Régulation traductionnelle suite à une infection

Patrick Labonté

Virus responsables des hépatites chroniques chez l'humain

Monique Lacroix

Irradiation des aliments, produits nutraceutiques et probiotiques

Alain Lamarre

Réponse immunitaire antivirale et antitumorale

Steven Laplante

Chimie médicinale

Stéphane Lefrançois

Maladies neurodégénératives

Marie-Élise Parent

Épidémiologie du cancer

Kessen Patten

Génétique, maladies neurodégénératives

Angela Pearson

Mécanismes de réplication et de la pathogenèse du VHS

Jonathan Perreault

Microbiologie, biochimie et ARN codants

Isabelle Plante

Toxicologie environnementale et cancer du sein

Charles Ramassamy

Stress oxydatif et antioxydants, maladies neurodégénératives

Ian Gaël Rodrigue-Gervais

Interactions hôte-pathogènes

Marie-Claude Rousseau

Épidémiologie des maladies chroniques

Thomas J. Sanderson

Toxicologie de l'environnement et cancer

Yves St-Pierre

Biologie moléculaire de différents cancers

Simona Stäger

Réponse immunitaire au parasite

Leishmania

Pierre Talbot

Maladies neurologiques virales

Cathy Vaillancourt

Grossesse, endocrinologie et toxicologie

Julien Van Grevenynghe

VIH-1, cellules mémoires, études signalétiques et contrôleurs élités

Frédéric Veyrier

Bactériologie, génomique et évolution

Richard Villemur

Diversité microbienne, bioprocédés

Étienne Yergeau

Écologie microbienne

Annexe 2. Réseaux de recherche auxquels participent les chercheuses et chercheurs du Centre AFSB

Nom du réseau
Réseau International des Instituts Pasteurs
Réseau Intersectoriel de recherche en santé de l'Université du Québec
Réseau québécois en reproduction
Réseau québécois de recherche sur les médicaments
Réseau québécois de recherche sur le vieillissement
Regroupement québécois de la recherche sur la gestion de l'eau (CentrEau)
Centre de la science de la biodiversité
Centre de recherche en infectiologie porcine et aviaire (CRIPA)
Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels (INAF)
Centre de recherche interdisciplinaire sur le bien-être, la santé, la société et l'environnement (Cinbiose)
Réseau intersectoriel de recherche en santé de l'Université du Québec (RISUQ)
Centre intersectoriel d'analyse des perturbateurs endocriniens (CIAPE)
Centre d'excellence de recherche sur les maladies orphelines-Fondation Courtois (CERMO-FC)
Ressources aquatiques Québec (RAQ)
Réseau de recherche en santé respiratoire du Québec
Regroupement québécois de recherche sur la fonction, l'ingénierie et les applications des protéines (PROTEO)
GlycoNet (Canadian Glycomics Network)
Réseau SIDA-Maladies Infectieuses