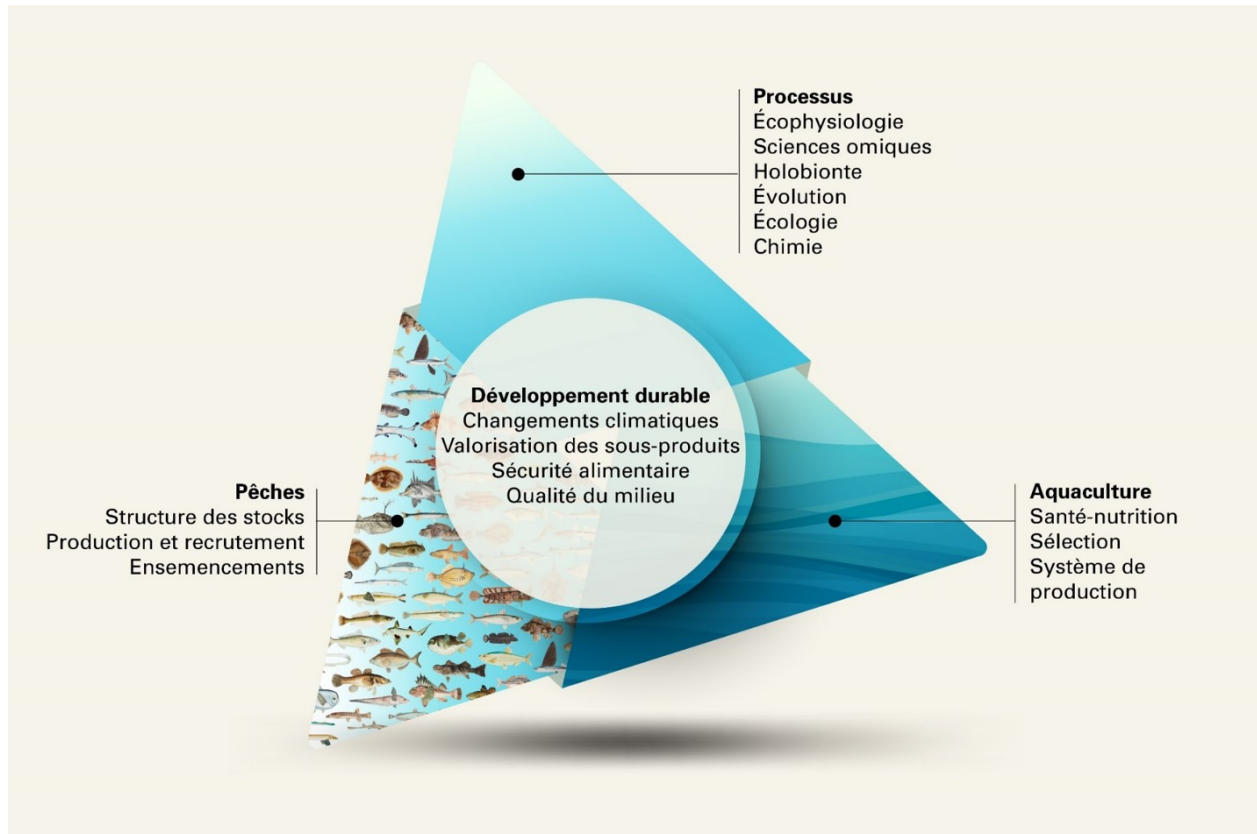


Programmation Scientifique du RAQ 2020

Dans son rapport sur la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture produit en 2016, la FAO a mis en place l'initiative *Croissance bleue*, visant à accélérer les activités en faveur de la gestion durable des ressources vivantes aquatiques, conciliant utilisation et conservation dans l'optique d'un développement responsable sur les plans économique, social et environnemental. C'est précisément afin de fournir des outils innovants et des connaissances accrues nécessaires à la mise en place d'une telle initiative que nous avons recentré notre programmation scientifique sur les enjeux de développement durable des ressources aquatiques schématisés dans la figure suivante.



Notre programmation se divise en quatre axes principaux : 1) Aquaculture, 2) Pêches et 3) Processus, qui convergent tous vers l'axe 4) développement durable des ressources aquatiques.

La recherche et l'innovation en aquaculture s'orientent principalement sur les aspects de santé et nutrition animale, ainsi que sur la sélection des souches mieux adaptées aux changements climatiques grâce à la génomique. Elles incluent également le développement de systèmes de production optimisant la capacité de support environnemental en permettant de diminuer les impacts environnementaux liés aux rejets de phosphore et de boues aquacoles, et de s'affranchir des agents thérapeutiques non durables (e.g. antibiotiques). Au niveau des pêches, la recherche est primordiale dans la définition de la structure des stocks, leur production, les mécanismes contrôlant le recrutement, et sur les besoins et conséquences des ensemencements, afin de favoriser l'exploitation durable des ressources par une gestion écosystémique. Un axe transversal de nature fondamentale relie l'aquaculture et les pêches afin de nourrir et orienter la recherche appliquée.

Cet axe, portant sur les processus, sera orienté vers les sciences omiques, un domaine en pleine expansion, l'écophysiologie de plus en plus pertinente dans un contexte de changements climatiques, d'holobionte pour une meilleure compréhension globale de la santé, l'évolution et l'écologie primordiale à la conservation des espèces et la chimie pour mieux valoriser les ressources exploitées. Finalement, l'axe sur les enjeux de développement durable des ressources aquatiques est crucial afin de couvrir tous les aspects socio-économiques nécessaires au développement durable. Pour la réalisation de ce volet, la recherche intersectorielle intégrant les changements climatiques, la sécurité alimentaire, la valorisation des sous-produits et la qualité du milieu, sera privilégiée afin de favoriser la souveraineté alimentaire et la gouvernance transformative.

Description des axes et thèmes de recherche

1. Axe Aquaculture Céline Audet

L'augmentation de la productivité des entreprises aquacole et leur durabilité passe par des améliorations de la nutrition, le contrôle des maladies, l'amélioration génétique et l'innovation de la production. Nos objectifs généraux liés à l'axe aquaculture sont : 1) développer des modes de protection durable contre les maladies, 2) développer des outils facilitant l'estimation de l'état de santé des organismes, 3) accroître les connaissances sur la sensibilité aux maladies, 4) développer de la nourriture mieux adaptée aux principes d'économie circulaire, 5) mieux définir les besoins nutritionnels et la physiologie digestive, 6) développer les ressources génomiques permettant de mieux comprendre les bases génétiques liées à la performance, 7) soutenir les programmes d'amélioration génétique, 8) identifier les réseaux de gènes associés à l'expression de phénotypes d'intérêt, 9) améliorer notre compréhension de la métamorphose et 10) améliorer les techniques de production.

1.1 Thème Santé et nutrition animale

La production de masse expose les organismes aquatiques à des conditions stressantes favorisant l'apparition de maladies opportunistes. La prévention et le contrôle des maladies en aquaculture font essentiellement appel aux antibiotiques. Or, leur utilité est remise en question. Dans ce contexte, l'utilisation de probiotiques s'avère une approche prometteuse. La bactérie *A. salmonicida* est un lourd fardeau pour l'industrie et les chercheurs du RAQ développent des méthodes innovantes de prévention et de traitement. L'alimentation des animaux d'élevage est directement liée à la santé de ceux-ci. Un régime alimentaire performant permettra une meilleure production, une croissance optimale et l'obtention d'animaux plus résistants. Une meilleure définition des besoins nutritionnels et des interactions physiologiques est donc nécessaire pour améliorer la digestibilité des aliments, mais également obtenir un produit de meilleure qualité ayant des impacts environnementaux réduits.

1.2 Thème Utilisation de la génomique pour la sélection des souches

Une autre façon d'accroître la productivité des espèces aquacole est l'utilisation de programmes de sélection génétique orientés sur la performance physiologique, le rendement en production et la résistance aux pathogènes. En intégrant les plus récents outils en génomique, les chercheurs du RAQ ont réalisé plusieurs avancées d'importance au cours des dernières années dans le domaine de la génomique et l'identification de marqueurs moléculaires liés aux traits phénotypiques d'intérêt aquacole. L'amélioration génétique est un secteur vaste impliquant plusieurs de nos membres et nos chercheurs intensifieront et diversifieront leurs travaux dans ce domaine.

1.3 Thème Développement de systèmes de production optimisant la capacité de support environnemental

L'amélioration des outils et techniques de production est un autre aspect permettant d'améliorer les rendements et la rentabilité de la production aquacole. Plusieurs chercheurs de différents domaines participent à cette recherche et l'expertise en génie y joue un rôle clé. L'aquaculture se pratique pour de nombreuses espèces directement dans le milieu naturel et les organismes subissent des variations environnementales importantes. Une bonne connaissance de leur capacité à s'ajuster à ces variations est essentielle pour améliorer les pratiques et gestions des opérations. Pour les espèces élevées en milieu contrôlé et l'élevage des divers stades de développement, l'optimisation des systèmes d'élevage est continue. Un domaine d'intérêt en pleine croissance est la production de microalgues où l'apport de l'ingénierie a permis le développement de plateformes in silico (photobioréacteur) pouvant décrire adéquatement leurs réponses métaboliques.

2 Axe Pêches **Dominique Robert**

Face aux problèmes grandissants reliés à la surexploitation, au retour de certaines espèces et à la dégradation des habitats, il est crucial d'acquérir de nouvelles connaissances, nous avons défini plusieurs objectifs. 1) Caractériser la diversité des populations naturelles exploitées, 2) définir la structure spatiale des populations et la connectivité entre les habitats, 3) documenter les caractéristiques écologiques et physiologiques propres à chaque population, 4) dresser le portrait de l'état des populations et de la qualité de la pêche récréative, 5) fournir les compétences scientifiques en appui à l'écocertification et la traçabilité des produits, 6) définir la performance des jeunes stades et le succès du recrutement, 7) examiner l'importance relative du dimorphisme de la croissance relié au sexe, 8) mesurer les impacts biologiques et socio-économiques desensemencements et 9) évaluer l'efficacité de nouvelles approches de suivi des populations, comme l'ADN environnemental.

2.1 Thème Définition de la structure des stocks

Le but ultime est de tendre vers une gestion prédictive des stocks exploités afin d'optimiser l'exploitation au bénéfice des utilisateurs, tout en assurant la pérennité de la ressource pour les générations futures. Ainsi, nos chercheurs acquièrent des connaissances pour mieux définir les unités de gestion et de conservation de plusieurs espèces exploitées. Définir la structure des populations, la connectivité, la présence d'adaptation locale ainsi que les mécanismes physiologiques sont essentiels pour une gestion adéquate des efforts de pêche. Les changements environnementaux influencent fortement la réponse des espèces exploitées et les connaissances permettant une meilleure planification de l'impact de ces changements sont cruciales. Les approches développées par nos chercheurs sont originales et innovantes, par exemple la connectivité entre les populations est mesurée avec plusieurs outils combinant la génomique de populations et la chimie des pièces calcifiées.

2.2 Thème Productivité incluant les mécanismes contrôlant le recrutement

La biologie de plusieurs espèces marines, pourtant importantes sur le plan économique est encore très mal connue, particulièrement les processus liés au recrutement. Les facteurs qui influencent le recrutement sont non seulement d'importance pour les populations naturelles, ils le sont également pour le captage des juvéniles de bivalves exploités et les interrelations entre la production et la préservation des stocks naturels. Mieux comprendre les facteurs qui contrôlent le recrutement est

majeur, particulièrement dans un contexte de changement environnemental alors qu'il est largement démontré que les premiers stades de vie sont les plus sensibles aux variations environnementales. L'impact du recrutement sur la structure des populations doit être mieux défini pour une gestion durable des ressources exploitées.

2.3 Thème Besoins et conséquences des ensemencements pour supporter les activités de pêche

Une importante mesure de gestion pour maintenir les stocks est la pratique d'ensemencements massifs, pratiquée particulièrement pour les salmonidés, mais également chez d'autres espèces comme le homard et le bar rayé. D'importants travaux sont réalisés pour quantifier les coûts et bénéfices des ensemencements en vue de supporter l'exploitation par la pêche. Il est important pour une gestion performante d'identifier les impacts de ses ensemencements, par exemple l'érosion génétique potentielle et de développer avec l'industrie des modes de mitigation pour diminuer d'éventuels impacts négatifs et surtout accroître le rendement et la performance des ensemencements.

3 Axe Processus **Isabelle Marcotte**

Un axe transversal, de nature fondamentale, relie l'aquaculture et les pêches dans l'optique de mettre ces connaissances en application concrète. Tout développement des sciences appliquées s'appuie sur des connaissances fondamentales solides. Nous encourageons dans cet axe l'acquisition des connaissances nécessaires aux actions identifiées dans les axes Aquaculture et Pêches. Cet axe est abordé au sein de différents objectifs : 1) déterminer le potentiel adaptatif des différents stades ontogéniques dans un contexte de changements globaux, 2) identifier les impacts transgénérationnels, 3) accroître notre compréhension globale des facteurs agissant sur l'état de santé des organismes, 4) développer des approches intégratives des mécanismes écologiques et évolutifs facilitant la préservation des espèces exploitées et 5) mettre au point de méthodes et procédés innovants permettant le développement des molécules d'intérêt.

3.1 Thème Écophysiologie

L'écophysiologie est à l'intersection de la physiologie et de l'écologie et cible des questions d'intérêt autant pour les pêches que pour l'aquaculture. Cette discipline est un terrain fertile pour l'étude du comportement et de la performance (survie, croissance et reproduction) des animaux exploités. Plusieurs projets sur différentes espèces et différentes problématiques sont encouragés et menés de front des microalgues aux poissons et favorisent une approche intégrative et collaborative entre les différents chercheurs pour connaître la réponse des animaux face aux conditions environnementales.

3.2 Thème Holobionte

L'holobionte est un nouveau concept original qui reconnaît le rôle essentiel de la flore microbienne symbiotique hébergée par un organisme hôte (animal ou végétal) à sa survie. Cette approche est révolutionnaire pour obtenir une compréhension intégrée de la performance physiologique des organismes hôtes et de leur santé. Malgré la nouveauté du concept, les chercheurs du RAQ travaillent déjà à le développer sur les espèces aquatiques exploitées importantes pour le Québec.

3.3 Thème Science omique

Les sciences omiques (génomique, protéomiques, métabolomique, lipidomique) constituent un large domaine de recherche où les technologies évoluent rapidement et qui génère de plus en plus

d'informations complexes qui requièrent le maintien d'une expertise solide en bio-informatique, mathématique et en modélisation. Les chercheurs du RAQ ont été très actifs dans ce domaine au cours des dernières années et l'obtention récente de subventions majeures, notamment auprès de Génome Canada et Génome Québec, va leur permettre de continuer de performer en ce sens.

3.4 Thème Évolution et écologie

La biologie évolutive et l'écologie partagent les mêmes objectifs de documenter la variation et mécanismes que l'on peut observer dans les systèmes naturels. Les chercheurs RAQ s'intéressent au rôle des facteurs historiques et contemporains dans le processus menant à l'émergence de nouvelles espèces et de la divergence populationnelle adaptative en combinant des approches d'analyses génomiques, phylogénétiques à l'expérimentation en laboratoire. Les résultats obtenus sont à la base d'une définition rigoureuse des unités de gestion des espèces et de conservation. Les écologistes travaillent à un autre niveau en expliquant la variabilité des populations et des communautés observées par des effets de facteurs abiotiques et biotiques. Écologiste et évolutionniste travaillent souvent de concert pour réaliser des travaux de génomique du paysage visant à comprendre le rôle des facteurs environnementaux sur la structuration génétique des populations et le maintien de la diversité.

3.5 Thème Chimie

Comme pour les sciences omiques, la chimie est un autre domaine qui profite d'une évolution technologique rapide et fulgurante. La spectrométrie de masse et infrarouge, la chromatographie et la résonance magnétique nucléaire sont des outils de plus en plus puissants que les chimistes impliqués dans le RAQ utilisent pour mieux définir la structure moléculaire des organismes aquatiques exploités ainsi que les facteurs les influençant.

4. Axe Développement durable **Steve Plante**

Les enjeux de développement durable des ressources aquatiques répondent à un impératif sociétal qui conjugue exploitation et conservation. Cet axe prend appui sur la nécessité de protéger les écosystèmes assurant la sécurité alimentaire tout en maintenant le développement économique. La complexité du développement durable exige la mise en commun d'éclairages disciplinaires multiples dans un cadre intersectoriel. Nos objectifs sont : 1) la résilience des écosystèmes exploités en intégrant les aspects de méthodologie d'exploitation, les moyens de mitigation, la logique économique et la perception des acteurs, 2) l'identification des sources alternatives innovantes d'ingrédients pour l'alimentation des espèces aquacoles, 3) l'innovation dans la valorisation des organismes exploités 4) alimenter les connaissances autour des interactions entre l'environnement et la société permettant de transformer la gouvernance pour être au service du développement durable.

4.1 Thème Changements climatiques

Les conséquences écologiques du changement climatique sur les communautés animales et végétales qui sont exploitées dans les écosystèmes côtiers s'annoncent sévères. En effet, les changements climatiques affectent non seulement le système immunitaire, le métabolisme, la reproduction et la survie larvaire des animaux, ils affectent également tout le réseau trophique, et donc leur capacité de s'alimenter. Il s'ensuit que la résilience des écosystèmes exploités est intimement liée à la question de savoir si les populations concernées expriment suffisamment de variation (épi)-génétique pour s'adapter aux changements climatiques

4.2 Thème Sécurité alimentaire

L'insécurité alimentaire est un problème important dans le nord du Québec et du Canada, où elle atteint des proportions deux fois plus importantes que pour l'ensemble des ménages canadiens. La pêche a toujours constitué un élément culturel indispensable à la base de la subsistance des Premières nations du nord. Cependant, de nombreux facteurs sociaux-écologiques complexes, comme la réglementation, l'accès aux ressources, les changements climatiques, les dommages environnementaux et la pollution causée par les grands barrages et les projets miniers limitent l'utilisation des produits de la pêche

4.3 Thème Valorisation des sous-produits

Les ingrédients utilisés pour la moulée aquacole, surtout la farine et les huiles de poisson sont soumis à une compétition importante avec les différents secteurs d'utilisation, ce qui accroît le prix et la volatilité de ces intrants. Même les ingrédients alternatifs typiquement utilisés dans la moulée aquacole subissent ce même genre de pression de marché. Ainsi, nos chercheurs s'intéressent de plus en plus à l'identification de sous-produits à valeur ajoutée qui nécessitent des transformations spécifiques afin de rendre les nutriments plus accessibles ou pour enlever les facteurs antinutritionnels. Les chercheurs du RAQ s'intéressent également à la valorisation des microalgues, tels les lipides, les protéines et les pigments, aux sous-produits du byssus de moule pour le développement de biomatériaux et à la mise en valeur des propriétés de la chair des poissons pour lutter contre les maladies cardio-vasculaires chez l'humain.

4.4 Qualité du milieu

Dans un contexte d'exploitation responsable des ressources aquatiques associé à un environnement en bouleversement et à une volonté d'ouverture et de développement du Nord québécois, l'environnement devient un enjeu crucial où intrants et extrants doivent être considérés. La nature et la qualité de l'environnement sont des variables indissociables de la faisabilité de la production aquacole et de l'exploitation des ressources. Nos chercheurs sont donc très actifs pour estimer les interactions et les impacts des pratiques d'exploitation sur l'environnement, mais également pour développer des moyens ingénieux de mitigation. Enfin, les interactions prédateurs-proies représentent un véritable chantier de recherche pour les chercheurs du RAQ.