

A large, dynamic splash of water in shades of blue and white, occupying the left and bottom portions of the page. The water is captured in mid-air, creating intricate patterns of droplets and streams.

# Programmation scientifique

2022-2028

# LA PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE DE CENTREAU



L'approche de CentrEau consiste à renforcer la gouvernance de l'eau en étudiant les interactions entre les usages et la disponibilité de la ressource. En effet, on utilise l'eau pour de multiples usages et on en modifie en conséquence sa qualité et/ou sa disponibilité. Ces deux facettes du problème de gouvernance de l'eau sont souvent reliées, mais rarement intégrées dans une planification globale. Dans le contexte des changements climatiques et de pressions anthropiques croissantes, une réserve d'eau de qualité en quantité suffisante n'est pas toujours assurée. La disponibilité et la qualité de l'eau dépendent de multiples facteurs interreliés qui doivent être étudiés ensemble pour concevoir des solutions durables pour la gouvernance de l'eau. Ainsi, les outils de gouvernance qui seront développés sous le leadership de CentrEau permettront d'augmenter la résilience et la sécurité hydrique des sociétés. La programmation scientifique, ambitieuse mais à long terme, repose sur les deux axes fondamentaux des usages et de la disponibilité qui sont croisés par l'axe transversal de la gouvernance. Chaque axe comporte trois thématiques.

## Axe Gouvernance et gestion de l'eau

Cet axe est interdisciplinaire et transversal, puisqu'il fédère les autres axes autour d'une vision commune de la saine gouvernance de l'eau. L'eau étant présente dans tous les écosystèmes et secteurs clés des sociétés, sa gouvernance doit en effet être bien planifiée. Or, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a récemment conclu que les systèmes actuels de gouvernance de l'eau n'étaient pas en mesure de faire face aux défis liés aux changements climatiques. À cela s'ajoute le fait que l'eau est au cœur d'importants changements sociaux (démographiques, politiques publiques, urbanisation, etc.) auxquels les communautés sont exposées. S'articulant autour des notions d'usages de l'eau, de disponibilité, de vulnérabilité, d'incertitude et de résilience, cet axe alimente la réflexion sur les règles, politiques publiques et pratiques entourant la prise de décision dans un contexte d'interdépendance en mettant en commun les résultats et les expertises scientifiques complémentaires du réseau.

### Thématique G.1 : Comprendre les interactions entre usages et disponibilité

Une gestion plus efficace de l'eau exige une bonne compréhension non seulement des interactions entre usages et disponibilité (qui se retrouvent aux interfaces entre eau, alimentation, énergie et milieux naturels), mais également des contextes socio-économiques et des disparités régionales en ce qui concerne la disponibilité, l'adaptation aux changements

brusques et progressifs et les transferts interrégionaux possibles. Il n'existe pas un mode d'allocation optimal capable de s'adapter à tous les changements possibles. La prévention de la rareté de l'eau et de sa contamination doit être planifiée selon les particularités écologiques, économiques et sociales des régions en question et doit se fonder sur une vue globale du bassin versant. Face aux aléas climatiques (par exemple sécheresse et inondations), les analystes de l'eau repenseront les interactions entre usages et disponibilité, par exemple en ce qui regarde la production d'hydroélectricité ou alimentaire, en gardant en tête les objectifs de développement durable (ODD) de l'ONU, par exemple les ODD 2 *Faim « zéro »* et 6 *Eau propre et assainissement*.

### **Thématique G.2 Comprendre les risques et les perturbateurs principaux de la gouvernance à différentes échelles**

Les liens entre l'eau, les changements globaux et la vulnérabilité des populations sont très étroits. La disponibilité et la qualité de l'eau dépendent de multiples facteurs empreints d'incertitudes qui doivent être étudiés simultanément en vue de concevoir des solutions durables pour la gouvernance de l'eau. Sur le plan de la disponibilité, les trois principaux perturbateurs sont la pollution environnementale, le manque d'eau et les inondations. De leur côté, les facteurs pouvant compromettre la qualité de l'eau comprennent les aléas climatiques liés au réchauffement global, l'intensification des activités économiques, l'urbanisation accélérée, et les institutions défaillantes ou inexistantes. Cette thématique vise donc à mieux comprendre ces incertitudes et vulnérabilités à différentes échelles pour mieux comprendre leurs impacts sur la ressource et mieux les gérer.

### **Thématique G.3 Identifier les lieux et modèles de gouvernance pour réduire les risques et les vulnérabilités**

Puisque l'eau est présente dans tous les milieux (naturels, urbains, industriels, agricoles, etc.) et qu'elle intéresse tous les niveaux institutionnels et une vaste gamme d'acteurs, sa gouvernance fait intervenir des modèles à paliers multiples. La diversité de ses usages et des territoires, les risques de conflits et la complexité inhérente du cycle hydrologique posent des défis de gouvernance. Cet axe vise une meilleure compréhension des espaces et des outils de gouvernance susceptibles de réduire les risques et les vulnérabilités des communautés et des écosystèmes. La gouvernance adaptative et participative est mise de l'avant puisqu'elle favorise une gestion équitable, une responsabilité partagée et la préservation des ressources en eau. L'analyse des modèles de gouvernance qui sont à l'œuvre mettra en évidence le cadre et les limites des politiques publiques en ce qui concerne la coordination des niveaux multiples et la répartition équitable d'une ressource parfois rare et soumise à des risques diffus.

## **Axe Usages de l'eau**

Cet axe place la qualité de vie collective au centre de la recherche sur la gestion de l'eau. L'eau a une utilité essentielle, tant pour les humains que pour les milieux naturels. Les villes, villages et collectivités éloignés utilisent l'eau à divers usages, mais sur des échelles différentes. En revanche, les secteurs économiques primaire et secondaire ont besoin d'eau pour produire et satisfaire aux besoins de la société et assurer un développement économique en accord avec le développement durable et une économie bleue. L'ensemble de ces usages modifie la qualité et la disponibilité de nos ressources en eau. Afin de promouvoir la gestion intégrée et complète de cette ressource essentielle, cet axe a comme objectif principal de développer un observatoire sur les usages de

l'eau et examiner leurs impacts. Ainsi, des stratégies seront identifiées et évaluées afin de favoriser l'amélioration de la qualité de la ressource et la réduction de la consommation d'eau. Ceci sera fait dans une perspective d'économie circulaire, dans un contexte de changements climatiques, en accord avec la *Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030* et visant l'atteinte des ODD, en particulier l'ODD 6 d'accès à l'eau et l'assainissement, mais aussi les ODD 1 (pauvreté), 2 (zéro faim), 3 (santé) et 11 (villes), 14 (vie aquatique) et 15 (vie terrestre).

### **Thématique U.1 : Qualifier, quantifier et optimiser les besoins et usages de l'eau des villes et des petites collectivités**

Les villes sont confrontées à des défis de taille quant à la gestion de la ressource eau. Les principaux enjeux qui les préoccupent incluent : assurer une eau de consommation sécuritaire pour la population et un assainissement efficient, réduire les risques d'événements climatiques majeurs et s'y adapter, mettre à niveau et aux normes des infrastructures vieillissantes d'approvisionnement d'eau et d'assainissement, et bonifier les infrastructures vertes en les harmonisant avec l'aménagement urbain. Il sera donc primordial de s'attarder à la protection des sources d'eau en lien avec l'occupation du territoire, à la production et la distribution d'eau potable (quantité, qualité), au transport et à la gestion des eaux sanitaires et pluviales (infrastructures vertes, salubrité, récupération des ressources), à l'accès à l'eau pour la population (sensibilisation, valorisation et participation citoyenne, activités récréotouristiques) et à la mise en place de « communautés intelligentes », c'est-à-dire des villes, villages et collectivités résilientes et aquaresponsables. Par l'acquisition de nouvelles données, la modélisation et le développement d'outils d'aide à la décision, cette thématique vise à qualifier et quantifier les besoins et les usages de l'eau des villes et des petites collectivités, incluant celles des Premières Nations et des pays en voie de développement. Elle cherche aussi à identifier des solutions durables pour que ces besoins satisfassent un rapport coût/bénéfice optimal.

### **Thématique U.2 Quantifier et optimiser les usages de l'eau pour la production primaire en tenant compte des services écologiques offerts dans divers secteurs**

Cette thématique vise à améliorer les connaissances sur les usages de l'eau dans divers secteurs tels que l'agriculture, les exploitations minière et forestière, la pisciculture et la production d'énergie. Les activités agricoles sont en compétition constante avec les villes pour l'utilisation des eaux douces et accaparent environ 70 % de cette ressource à l'échelle planétaire (au niveau québécois, la proportion est plus basse puisque c'est l'hydroélectricité qui accapare environ 50 % de la demande en eau). De plus, ces activités représentent encore des sources de pollution importantes pour les eaux de surface et souterraines. Une agriculture intelligente caractérisée par une gestion optimale de l'irrigation, du ruissellement et de l'utilisation des fertilisants et des pesticides est essentielle pour une saine gouvernance de l'eau en milieu rural. L'exploitation des mines et des piscicultures en eau douce, des secteurs économiques en croissance au Québec, au Canada et ailleurs, entraîne également son lot de problématiques liées à la qualité des ressources en eau. La production hydroélectrique et l'exploitation forestière posent aussi des inquiétudes quant à la quantité d'eau utilisée, mais aussi sur les répercussions sur la qualité de l'environnement. Tous ces secteurs de production primaire peuvent perturber les services écologiques rendus par les milieux naturels. Cette thématique vise principalement à améliorer les connaissances sur l'impact des pratiques en production primaire sur la qualité et la quantité de la ressource eau, et à identifier des stratégies et des moyens pour concilier ces usages avec les capacités des milieux naturels.

### **Thématique U.3 Quantifier et optimiser l'usage de l'eau en production secondaire**

Le secteur économique secondaire (industries agroalimentaire, chimique, pharmaceutique et manufacturière) requiert une quantité d'eau conséquente pour les besoins de production ou de transformation des matières premières. Les activités du secteur engendrent presque inévitablement le rejet d'effluents chargés en polluants dits conventionnels (matière organique, nutriments, métaux toxiques, etc.), ainsi que de nouveaux types de contaminants issus de procédés de production industrielle (perturbateurs endocriniens, composés chimiques réfractaires, micro- et nanoplastiques, nanoparticules, etc.). Ce thème de recherche vise à améliorer notre compréhension sur l'impact de ce secteur sur la qualité des milieux récepteurs et optimiser l'usage de l'eau et réduire les risques de pollution par le développement de nouveaux procédés et filières de traitement. La mise au point de nouvelles stratégies de réduction à la source, de recyclage ou de réutilisation (interne) des effluents industriels traités sera aussi étudiée. Les développements technologiques anticipés visent les procédés physiques, chimiques, électrochimiques, thermiques et biologiques.

### **Axe Disponibilité de l'eau**

Avant de s'intéresser aux différents usages de l'eau, qu'ils soient anthropiques ou écosystémiques, il est primordial de connaître les volumes disponibles localement. Ceux-ci sont tributaires d'interactions complexes entre le climat, les caractéristiques biophysiques du territoire et l'occupation de celui-ci. Les volumes disponibles évoluent au fil des jours, des saisons et des années, livrés aux soubresauts climatiques et à la pression anthropique qui s'accroît. Ils varient d'un bassin versant à l'autre et même localement au sein d'un même bassin. La caractérisation fine de la ressource en eau requiert une compréhension approfondie des processus en jeu et leur modélisation. Cet axe, qui s'inscrit entre autres dans le 13<sup>e</sup> ODD (lutte contre les changements climatiques), vise à améliorer notre connaissance du cheminement de l'eau et à développer des outils hydrologiques et hydrométéorologiques pour prévoir sa disponibilité à court et à long termes en soutien à la gouvernance de l'eau.

#### **Thématique D.1 : Quantifier la variabilité spatiotemporelle des flux et états hydrologiques**

L'observation du cheminement de l'eau dans les milieux naturels et aménagés se déploie à une multiplicité d'échelles temporelles et spatiales. La mesure des divers flux (précipitation, évapotranspiration, infiltration, ruissellement, écoulements souterrains) et états hydrologiques (teneur en eau du sol, manteau neigeux, aquifères) nous permet non seulement d'améliorer notre compréhension fondamentale des processus, mais également de confronter nos modèles du cheminement de l'eau à la réalité sur le terrain. Une fois validés, ceux-ci nous permettent d'estimer la quantité et la qualité de l'eau sur un territoire en fonction de conditions hydroclimatiques données, rendant ainsi possible un nombre important d'interventions touchant à la ressource hydrique, telles que la conception d'ouvrages hydrauliques, la planification de l'irrigation agricole, la simulation de la propagation de contaminants dans les eaux souterraines.

#### **Thématique D.2 Prévoir le régime hydrométéorologique à long terme et les adaptations nécessaires à la gouvernance de l'eau**

Les aléas météorologiques représentent un défi important en hydrologie tant pour la conception d'ouvrages que pour divers enjeux de sécurité publique. Il est donc primordial de développer des

approches afin de mieux évaluer les risques et les probabilités d'occurrence de ces aléas dans un contexte de changements climatiques. L'objectif de ce thème est de développer des projections des régimes hydrométéorologiques, ainsi que de proposer et analyser diverses mesures d'adaptation qui permettront une gouvernance pérenne de la ressource eau. Les plus récentes simulations climatiques et réanalyses météorologiques seront utilisées pour la modélisation de l'hydrologie aux échelles spatiales et temporelles requises pour la gestion de la ressource hydrique. Ces travaux serviront à identifier et analyser les mesures d'adaptations les plus appropriées assurant une gouvernance de l'eau optimale en climat non stationnaire.

### **Thématique D.3 Prévoir les débits et les niveaux d'eau à court terme à l'aide d'une chaîne de modèles combinant l'atmosphère, le bassin versant et la rivière**

Le Québec a connu au cours des récentes décennies des inondations majeures ainsi que des épisodes de sécheresse estivale notables qui ont mis à l'avant-plan l'importance des prévisions hydrologiques à court terme. En effet, dans un contexte de gestion de crise et d'élaboration de plan d'intervention, il est primordial de pouvoir anticiper les apports en eau au réseau hydrographique. Ce thème entend répondre à cette préoccupation à travers le couplage de divers modèles combinant prévisions météorologiques, simulation hydrologique des bassins versants et hydraulique des réseaux et des ouvrages hydriques. Ultimement, ces outils permettront de prévoir les débits et niveaux d'eau des rivières et plans d'eau à court terme dans un contexte de gestion en temps réel de la plaine inondable, des bassins et des ouvrages hydrauliques tels que les barrages. Diverses approches de quantification des incertitudes, comme l'assimilation probabiliste de données, seront également mises en place.