

INRS-EAU

30 ANS D'HISTOIRE



Par cette publication, nous avons d'abord et avant tout voulu rendre hommage aux chercheurs et aux chercheuses qui ont rêvé l'INRS-Eau et qui ont, par leur engagement et leur détermination, assuré la reconnaissance du Québec comme intervenant majeur dans le domaine des sciences de l'eau. Nous leur avons demandé de nous faire part des étapes de leur formation, de leur investissement dans l'organisation du centre, de leurs motivations premières et de leur conception de l'engagement du chercheur face aux exigences de la recherche spécialisée. Des années 70 à nos jours, ils ont notamment contribué à une meilleure compréhension de phénomènes naturels parfois extrêmes, ils ont permis une plus grande sensibilisation de l'État et du public à la vulnérabilité de cette ressource et ont collaboré à des échanges et projets internationaux. Aujourd'hui, ces pionniers s'activent à former une relève qui devra faire face à une réalité toujours plus complexe.



INRS-EAU

30 ANS
D'HISTOIRE

TABLE DES MATIÈRES

1	Prologue
3	<i>INRS-Eau, 30 ans d'histoire</i>
	Une série d'entrevues avec
16	Jean-Pierre Villeneuve
28	Michel Slivitzky
42	Peter Campbell
60	Michel Leclerc
78	Bernard Bobée
96	Monique Bernier
112	Jean-Pierre Fortin et Guy Morin
131	Quelques graphiques et tableaux



PROLOGUE

La belle aventure humaine et scientifique du centre INRS-Eau et les succès qui l'ont accompagné ne peuvent disparaître avec ce vocable sans que l'on prenne un moment pour noter dans le temps ce qu'ils ont été. Pour nous, pionniers et bâtisseurs de l'INRS-Eau, il apparaît nécessaire de transmettre à ceux qui nous suivent quelques faits importants de cette belle aventure qui pourront les inspirer et nourrir leur réflexion.

Relater les faits tels qu'ils ont été vécus par ceux qui en ont été les principaux acteurs permet aussi de les fixer dans le temps, ce qui les met à l'abri des légendes et de l'appropriation par autrui. Nous voulons donc, par ce document, faire connaître ce qu'a été l'INRS-Eau, ce qu'a été le vécu de la science, de l'enseignement et du financement de la recherche. On constatera que la vie et l'évolution du centre ont fortement été influencées par les aléas du financement des infrastructures, des opérations et de la recherche.

Nous étions bien embarrassés, scientifiques que nous sommes, de réaliser ce portrait de nos trente ans d'existence en tant que membres du centre INRS-Eau. Nous avons donc fait appel à une personne externe à notre milieu pour qu'elle jette un regard impartial sur notre centre et en réalise l'histoire. À la lecture du texte, vous verrez qu'elle a su tirer de nous un maximum d'information. Mais avant que vous commenciez votre lecture, laissez-moi vous faire part de mes sentiments par rapport aux trente ans que j'ai passés au Centre INRS-Eau.

Quelle chance nous avons eue! Il nous fut permis de poursuivre une carrière de professeur en recherche à l'INRS, et plus particulièrement en sciences de l'eau. Nous nous sommes retrouvés là au tout début d'une organisation où tout était à faire, le développement de la recherche, le développement de l'enseignement et la mise en place des opérations. Inquiétante et enthousiasmante à la fois que cette opportunité qui nous était donnée de mettre en place et de faire valoir ce nouveau centre de recherche en sciences de l'eau : CEQUEAU.

Heureusement nous avons notre océan bleu, une thématique très précise et bien centrée, une approche pluridisciplinaire avec des chercheurs regroupés dans une même unité administrative et des professeurs d'horizons diversifiés liés par l'exclusivité de service. Ces trois éléments réunis ne se retrouvaient dans aucune autre université ou organisme en 1970 et constituaient, on l'a bien vu, une formule gagnante.

L'INRS venait de naître, le terrain était vierge, nous nous retrouvions bien loin des structures traditionnelles sclérosées par l'habitude et la peur du changement. Nous pouvions respirer l'air frais qui oxygénait les cellules créatives et entreprenantes de nos cerveaux sans crainte de représailles ou d'empêchements. Non seulement nous donnait-on tout l'espace de nos rêves scientifiques, mais en plus on les accompagnait d'encouragements qui ne se tarissaient jamais.

Tout en développant nos activités scientifiques, nous avons tous et chacun contribué à façonner ce centre un peu à notre image et hors des sentiers battus. Son succès et l'essor qu'il a pris, et ce, souvent dans l'adversité, démontrent sans équivoque le courage et la volonté de réussir de ceux qui ont bâti le centre et aussi de ceux qui, par la suite, ont contribué à son essor. Ce sont autant les succès que les difficultés qui ont contribué à former une équipe dynamique où la créativité et l'entrepreneuriat n'avaient d'égal que la volonté de réussir. C'est ainsi que la réputation scientifique des chercheurs et la renommée du centre ont fait le tour du monde.

Ce fut trente ans d'une belle aventure scientifique qui, je l'espère, devrait se poursuivre dans un contexte différent qu'est le centre ETE. Il est à espérer que ceux qui prennent la relève des pionniers du centre EAU aient le même goût de l'aventure et qu'ils ne s'engourdissent pas dans une structure sclérosante où il est plus facile d'accepter le fait accompli que d'inventer l'avenir et créer le renouveau.

Il est à souhaiter que le centre ait toujours le souci de la diversité des ressources humaines et la préoccupation constante du mélange des disciplines. Il serait trop facile que la discipline devienne l'objectif de la recherche, ce qui rendrait le centre à l'image des universités traditionnelles. Le milieu de la recherche a beaucoup évolué au cours de ces années et on retrouve beaucoup de similitude avec notre centre dans d'autres institutions. Il est plus que temps de rétablir la différence et de se donner un nouvel océan bleu.

On doit les succès de l'INRS-Eau aux pionniers qui ont bâti ce centre et à ceux qui les ont appuyés par la suite. Les lignes qui suivent se veulent un hommage à tous ceux qui ont participé à cette belle aventure.

Jean-Pierre Villeneuve

L'INRS-EAU, 30 ANS D'HISTOIRE

Lisanne Nadeau

L'eau est sans doute la seule ressource naturelle qui influe sur tous les aspects de la civilisation humaine, du développement agricole et industriel aux valeurs culturelles et religieuses les plus fondamentales de nos sociétés. La vie sur terre a commencé avec l'eau et elle lui demeure liée. Le besoin et la demande d'eau ont d'ailleurs été un ressort essentiel du développement social, économique et culturel tout au long de l'histoire de l'humanité.

Koïchiro Matsuura, directeur général de l'UNESCO



Tsunami, guerre du Nil, cyanobactéries..., l'or bleu est devenu un personnage des récits de notre actualité quotidienne. En raison du sentiment d'urgence lié à la question de l'eau, celle-ci capte l'attention d'un public toujours plus large. Cela dit, l'intérêt qu'elle suscite n'est pas nouveau. Quatre décennies se sont en effet écoulées depuis l'émergence d'une véritable pensée scientifique qui fera de cette ressource essentielle son premier objet d'étude. Les sciences de l'eau ont déjà leur histoire au Québec. Et cette histoire, c'est notamment celle de l'INRS-Eau.

Le projet de dresser le portrait des développements qu'a connus l'INRS-Eau depuis sa fondation s'inscrit dans le contexte de changements notables et fructueux survenus récemment à l'Institut national de la recherche scientifique du Québec (INRS), et notamment de la fusion, en 2001, de l'INRS-Eau et de l'INRS-Géoressources.

Par cette publication, nous avons d'abord et avant tout voulu rendre hommage aux chercheurs et aux chercheuses qui ont rêvé l'INRS-Eau et qui ont, par leur engagement et leur détermination, assuré la reconnaissance du Québec comme intervenant majeur dans le domaine des sciences de l'eau. Nous leur avons demandé de nous faire part des étapes de leur formation, de leur investissement dans l'organisation du centre, de leurs motivations premières et de leur conception de l'engagement du chercheur face aux exigences de la recherche spécialisée. Des années 70 à nos jours, ils ont notamment contribué à une meilleure compréhension de phénomènes naturels parfois extrêmes, ils ont permis une plus grande sensibilisation de l'État et du public à la vulnérabilité de cette ressource et ont collaboré à des échanges et projets internationaux. Aujourd'hui, ces pionniers s'activent à former une relève qui devra faire face à une réalité toujours plus complexe.

Revoir l'histoire de l'INRS-Eau a ainsi pris la forme d'une suite de rencontres qui, dans leur ensemble, présentent une vision incarnée et vivante de la recherche scientifique au Québec. Retracer le parcours de l'un des centres de recherche les plus importants sur la scène canadienne et internationale nous permet d'entrevoir véritablement la naissance d'un vaste domaine de recherche.

Si la question de l'eau est sur toutes les lèvres, le travail colossal de l'INRS-Eau au cours des dernières décennies, sa réputation internationale, de même que les conséquences directes des recherches qui y ont été initiées sont encore trop peu connus. Afin de mieux saisir l'impact qu'aura eu la fondation de l'INRS et de l'INRS-Eau sur l'évolution de nos actions et de nos connaissances sur l'eau, il importe de rappeler quelques jalons historiques. C'est donc ce que nous vous proposons d'entrée de jeu.

Alors que l'INRS-Eau et l'INRS-Géoressources sont aujourd'hui fusionnés pour former l'INRS-ETE, le parcours de l'histoire du centre permettra de mieux saisir les bases sur lesquelles se construit l'avenir. L'INRS, dans ce contexte, aura certainement un rôle capital et singulier à jouer dans la compréhension de ces nouveaux enjeux.



Complexe INRS-Eau
1972

Au moment de la fondation de l'INRS, en 1969, la société québécoise est en plein essor et la gestion des ressources hydroélectriques accompagne le processus d'affirmation nationale. On assiste tout d'abord à une volonté de gestion quantitative d'une ressource apparemment inépuisable et inaltérable. Les développements de la baie James sont ainsi teintés d'un discours sur l'abondance et la profusion, la richesse et le progrès. Le respect des écosystèmes est alors à un stade embryonnaire et l'utilisation du mot « environnement » commence à peine à révéler un éveil des consciences.

La naissance et le développement de l'INRS-Eau témoignent du passage d'une gestion de la quantité à des interrogations qualitatives. La fondation de l'INRS-Eau concorde avec l'émergence du mouvement environnementaliste, de débats plus structurés sur la pollution et la naissance de l'écologie en tant que science reconnue. Une conscience plus affinée des problèmes environnementaux mènera à la conception et au développement d'outils qui permettront de mieux saisir des enjeux de plus en plus criants. Il nous faudra donc revoir ce contexte d'émergence.

En 1966, soit quelques années avant la fondation de l'INRS-Eau, le Conseil canadien des ministères des Ressources naturelles organise à Montréal un colloque national intitulé « La pollution et notre milieu ». Sur la scène québécoise, on peut dater l'apparition d'un intérêt véritable de l'État pour cette question au cours des années 50. En effet, une première loi sur la pollution des eaux est adoptée en 1955. Il est intéressant de constater que cette dernière a été ratifiée par le ministère de la Santé (fondé en 1930). La qualité des eaux a donc reçu l'attention du gouvernement dès la fin du XIX^e siècle, mais par le biais d'une préoccupation pour l'hygiène. On parle alors d'insalubrité et la notion d'environnement n'est pas encore débattue. Les années 60 voient l'amorce d'un changement de cap décisif. C'est en 1961 qu'est mise sur pied la Régie d'épuration des eaux du Québec qui deviendra, en 1965, la Régie des eaux du Québec. Les débats tiennent compte désormais de la question environnementale et on perçoit une approche proactive de la part de l'État québécois.

Certes, un des faits marquants de cette période précédant la fondation de l'INRS-Eau est la création, en 1968, de la Commission d'étude des problèmes juridiques de l'eau. Dans leur premier rapport, les membres de la Commission font explicitement le constat de la quasi-absence de connaissances scientifiques dans ce domaine. Un an plus tard, le Conseil québécois de l'environnement sera créé et, en 1970, un an après la fondation de l'INRS-Eau, on nommera pour la toute première fois un ministre délégué responsable de l'environnement.

Le Québec est alors au diapason d'un mouvement plus vaste. En effet, on se rappellera que, en 1965, l'UNESCO inaugurait la Décennie hydrologique.

Dès la fin des années 60, on récolte donc les fruits d'un processus de conscientisation généralisé. En 1969, le ministre des Richesses naturelles, Daniel Johnson, demande la mise sur pied d'un centre de recherche sur les sciences de l'eau. Parallèlement, un groupe interuniversitaire envisage également la création d'un tel organisme. Autant du point de vue de l'État que de celui du réseau de l'enseignement universitaire, la nécessité de mieux structurer les actions dans ce domaine devient une évidence. Un comité formé de membres des milieux gouvernementaux et universitaires sera alors formé. On propose une suite d'axes de recherche qui, bien que redéfinis, se retrouveront dans les lettres patentes de l'INRS. Déjà, l'approche multidisciplinaire est souhaitée.

Alors que ce grand mouvement de réflexion avait mis à contribution un comité interuniversitaire, c'est à l'Université du Québec, alors naissante, que sera finalement rattaché le nouvel institut. Cet état de fait nous permet de mieux comprendre la nécessité à laquelle dut se soumettre l'INRS-Eau, au cours des premières années, de justifier son existence et les budgets qui lui sont alloués.

C'est donc sur cette trame qu'est fondé CEQUEAU, le Centre québécois des sciences de l'eau. Celui-ci deviendra bientôt l'INRS-Eau, première constituante de l'INRS. Sur une dizaine de centres de recherche multidisciplinaire sur l'eau mis sur pied au Canada à cette période, deux vont survivre : l'INRS-Eau et le Westwater Research Unit, fondé en 1971 et intégré à l'Institute for Resources and Environment de l'Université de la Colombie-Britannique. Lors de sa fondation, l'INRS-Eau occupe divers bureaux en banlieue de Québec et utilise les laboratoires d'Agriculture Canada à Sainte-Foy. En 1971, il s'installera au Complexe scientifique de Sainte-Foy où des laboratoires seront aménagés. Ces installations permettent des recherches sur la qualité chimique et biologique de l'eau. La mise en commun des appareils acquis par les chercheurs à l'occasion de projets de recherche permet de constituer alors l'un des plus importants laboratoires de recherche en sciences de l'eau au Canada.

L'INRS-Eau deviendra bientôt un pionnier dans le domaine des sciences de l'eau, autant sur le plan de la recherche que sur celui de l'enseignement. Et c'est tout d'abord par l'adoption d'une approche non seulement multidisciplinaire, mais surtout interdisciplinaire, que le centre innove. C'est en effet sous l'impulsion de son premier directeur, Michel Slivitzky, que le centre regroupera des chercheurs de diverses disciplines partageant un même intérêt pour les sciences de l'eau.



Une rencontre entre
étudiants et professeurs
1972

Quatre champs de recherche sont alors définis : l'hydrologie, la biologie, la chimie et l'assainissement. Alors que la plupart des membres de la toute première équipe sont en fait des chercheurs spécialisés dans leurs domaines respectifs, ils mettront tous la main à la pâte pour travailler en synergie. Il s'agira de relever le défi d'un langage nouveau, nourri de la culture scientifique de chacun. L'INRS-Eau et son directeur deviendront les catalyseurs d'une toute nouvelle approche des sciences de l'eau, de laquelle naîtront des collaborations fructueuses.

Les premiers chercheurs qui auront à rêver et à inventer le nouveau centre proviennent donc de milieux divers. Cinq d'entre eux sont issus du ministère des Richesses naturelles. D'autres proviennent du milieu universitaire. Ils sont ingénieurs, biologistes, chimistes, météorologues... ils deviendront statisticiens, hydrologues, spécialistes en télédétection... Tous sont conscients qu'ils auront à apprendre sur le terrain les bases d'une nouvelle approche de travail.

Dès la fondation du centre, on valorise ouvertement l'esprit d'entreprise et les initiatives de l'équipe en place, notamment par un mode de fonctionnement particulier où chaque chercheur est responsable du financement de ses projets et de l'équipe qui l'entoure. Un fort sentiment d'appartenance et une cohésion certaine résulteront de la participation active de tous les chercheurs au devenir du centre.

La transmission du savoir constitue un autre fer de lance de l'INRS-Eau. Le centre offre à ses chercheurs un contexte idéal d'enseignement : on s'y consacre exclusivement à l'enseignement de deuxième et troisième cycles. À cet égard, on notera que le premier programme de maîtrise est instauré en 1971; huit étudiants y sont inscrits, provenant de l'Université de Montréal et des universités McGill, Laval et Sherbrooke. Le recrutement se fait alors auprès d'étudiants en génie, en agronomie, en biologie, en chimie, en géologie, en mathématiques, en physique et en foresterie. À cette liste s'ajouteront bientôt la géographie et l'économie. Il est important de rappeler que l'enseignement des sciences de l'eau se faisait auparavant dans le contexte d'études en génie chimique et en génie civil.

Dès 1974, l'INRS-Eau affirme explicitement sa volonté que l'étudiant inscrit au programme de deuxième cycle contribue, au contact des équipes de recherche en place, à l'avancement de travaux de groupes multidisciplinaires. En 1975, cette exigence est clairement exprimée dans le rapport annuel. On y fait mention non seulement de multidisciplinarité, mais d'interdisciplinarité : « Compte tenu de la nature interdisciplinaire du programme de maîtrise et du travail d'équipe qu'il exige, un comité de sélection choisit, après entrevue parmi les candidats

admissibles, ceux qui formeront un groupe interdisciplinaire propice au travail d'équipe.» Ce type de formation est alors unique au Québec. Approuvé en 1973, le programme de doctorat sera mis sur pied en 1979 après quelques modifications visant une adaptation aux exigences du marché du travail et aux ressources du centre. L'objectif premier de ce programme est de former des spécialistes dans le domaine de l'eau qui seront capables de répondre aux besoins scientifiques et socio-économiques qui se manifestent dans ce secteur.

Au cours de l'année 1993-1994, trois étudiants sont inscrits au nouveau programme de maîtrise sans mémoire. Ce dernier vise plusieurs objectifs, dont celui de former des professionnels qui interviendront dans la réalisation et la gestion de projets en sciences de l'eau. Il souhaite, en outre, répondre aux besoins de formation continue des intervenants en sciences de l'eau qui doivent faire face à des problèmes environnementaux de plus en plus complexes. Cette maîtrise s'adresse donc autant aux diplômés en sciences naturelles et génie qu'aux professionnels des secteurs privé ou gouvernemental.

Dès le début des années 70, le nombre d'étudiants inscrits à chacun des cycles offerts sera en progression, passant de 8 à 15 au cours des deux premières années; la taille des cohortes demeurera stable dans les années 80, jusqu'à ce que l'introduction du troisième cycle permette une augmentation sensible et continue du nombre d'inscriptions. Des cohortes d'une trentaine d'étudiants, de 1982 à 1986, puis d'une quarantaine, de 1986 à 1988, seront suivies par d'autres de plus de 80 étudiants dans les années 90. Cette moyenne sera maintenue jusqu'en 2001, date de la fusion avec l'INRS-Géoressources. Les étudiants de l'INRS-Eau représentent 30 % des diplômés de l'Institut national de la recherche scientifique. À la suite de leurs études, ils sont appelés à travailler pour des entreprises de consultants en environnement, des ministères, des municipalités, des centres de recherche universitaires, des grandes industries ou des sociétés d'État tel Hydro-Québec.

Au fil des ans, le corps professoral subit peu de changements, à l'exception de la période suivant les débats entourant la syndicalisation des professeurs de l'INRS, soit de 1976 à 1982. La situation financière, pour sa part, est marquée par davantage de fluctuations. À la fin des années 70, le centre connaît une première crise financière. Peter Campbell, alors directeur, s'y attaque en cherchant à diversifier les sources de financement, notamment pour assurer un meilleur soutien à la recherche fondamentale. Parmi les organisations ayant contribué au financement des activités du centre, signalons plus particulièrement le Programme de formation de chercheurs et action concertée (FCAC), le Conseil de recherches en sciences



Les débuts de l'acquisition informatisée des données dans les années 70

naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et le ministère de l'Environnement. Si les subventions de base connaissent un accroissement constant jusqu'au début des années 80, ce seront, par la suite, les subventions à la recherche ainsi que les revenus contractuels qui expliqueront en grande partie la hausse des revenus constatée jusqu'en 1993.

En analysant les fluctuations budgétaires du centre, on remarque que le financement de base de l'INRS-Eau baisse dès 1993. Cette situation marque également l'ensemble du réseau des universités du Québec. Or, les activités de recherche ne seront que faiblement affectées par cette diminution. En effet, un nouveau mode de financement fournira de véritables occasions de développement et permettra d'assurer la survie du centre : il s'agit des appels publics à l'épargne (APE) mis sur pied par Jean-Pierre Villeneuve, directeur du centre. Ce mode de financement sera opératoire pendant trois ans, de 1992 à 1995, et rapportera plus de 11 millions de dollars. Le succès de cette initiative sera accompagné d'une augmentation remarquable du personnel de recherche au cours de ces années. Les effets de cette vague importante de financement se font sentir encore aujourd'hui. Le centre connaîtra cependant une autre période difficile : de 1995 à 2000, la situation financière se dégrade de nouveau et la réflexion doit être reprise en vue d'une plus grande autonomie de financement. C'est à ce moment qu'un comité d'étude formé de représentants du ministère de l'Éducation, de l'administration de l'INRS et du directeur du centre INRS-Eau se penche sur une question essentielle : « Qu'est-ce que la recherche et quelle est la problématique du financement? » À la suite des délibérations du comité, on stipule que le centre sera désormais financé sur la base d'« unités professorales », soit d'unités de recherche sous la direction d'un professeur. Le financement est donc désormais directement lié au dynamisme du corps professoral. Cette solution illustre bien la capacité de l'INRS-Eau d'innover au niveau de la structure organisationnelle, capacité qui constitue l'un des traits essentiels et constants du centre. Il est important de souligner que les chercheurs de l'INRS sont soumis à une clause d'exclusivité de services.

Alors que la transmission du savoir et la recherche fondamentale constituent deux volets importants des activités du centre, l'INRS-Eau consacre une bonne part de son énergie à des contrats qui répondent aux besoins de la collectivité. Si le financement provenant de contrats était, au cours des années 80, inférieur à celui obtenu par des subventions, on assiste à un renversement de ce rapport à partir des années 1992-1993. L'importante hausse du financement contractuel est une conséquence directe des changements notables mentionnés plus haut.

Au cours de son histoire, les priorités de recherche de l'INRS-Eau vont évoluer au même rythme que les besoins de la société québécoise. Dès son premier rapport annuel, l'INRS-Eau exprime son souhait de travailler dans les domaines de la recherche fondamentale et appliquée dans des disciplines portant sur la connaissance, la conservation, l'aménagement et la gestion de la ressource. L'orientation interdisciplinaire est affirmée d'entrée de jeu, de même que la nécessité de tenir compte du contexte singulier du territoire québécois. Cet ancrage au sein de la collectivité, cet engagement à répondre aux besoins spécifiques du Québec est constant tout au long des trente années d'existence du centre.

Les premiers rapports annuels témoignent du développement fulgurant qu'a connu le centre au cours des premières années. À la définition des objectifs et axes de recherche s'ajoute rapidement la mention de participations diverses à des stages, colloques, comités consultatifs et associations professionnelles. Les chercheurs de l'INRS-Eau sont d'abord actifs sur la scène québécoise et canadienne. La participation à des comités ministériels permet au centre de répondre aux besoins de la collectivité en mettant son expertise au service de l'élaboration de politiques nationales. Soulignons également la participation des chercheurs du centre aux activités de l'Association canadienne pour l'avancement des sciences (ACFAS) et de l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE). On assiste, en outre, à des travaux mettant à profit le réseau de l'Université du Québec. Ainsi, l'INRS-Eau collabore avec l'Université du Québec à Chicoutimi à des recherches en hydrologie statistique dans le cadre de la Commission scientifique en réseau mise sur pied en 1982-1983. En 1989, Michel Leclerc et Yves Surprenant signent, au nom de l'INRS, une entente de collaboration scientifique avec le Centre Saint-Laurent, créé par Environnement Canada, en vertu de laquelle le centre effectuera des recherches hydrodynamiques sur le fleuve Saint-Laurent. La création, sous la direction de Peter Campbell, d'un réseau de recherche sur les métaux dans l'environnement (MITE-RN, Metals In The Environment Research Network) en 1998, est une autre belle réussite. Ce réseau, regroupant des scientifiques d'universités et de centres de toxicologie canadiens, se consacrera notamment au développement d'outils permettant d'évaluer l'origine de métaux présents sous forme de traces dans l'environnement et leur impact sur les écosystèmes.

L'ancrage au cœur de la collectivité est complémentaire à une diffusion et à une reconnaissance internationale du centre. L'envoi de spécialistes à l'étranger est stipulé dès l'exercice 1971-1972. Les chercheurs de l'INRS participent à des stages, conférences, colloques à l'étranger qui non seulement contribuent à la visibilité du centre, mais constituent des contextes d'émulation fructueux.

Des équipements modernes pour l'époque, un spectromètre à absorption atomique 1980





Premier laboratoire
mobile d'analyse;
étude de la qualité
de l'eau des rivières
1975

Ils participeront entre autres, dès l'origine, aux travaux de la Décennie hydrologique internationale de l'UNESCO, puis aux activités entourant la Conférence de Stockholm, « On the Human Environment », en 1972. Si les chercheurs de l'INRS-Eau contribuent à définir des modes de gestion et d'aménagement des ressources hydriques au Québec, ils prennent également part à des projets d'échange sur la scène internationale. De premiers échanges sont entrepris avec la France dès 1971, notamment avec l'Institut de recherche agronomique (INRA) et le Centre d'informatique géologique de l'École des mines de Fontainebleau. Les chercheurs de l'INRS travaillent ensuite en collaboration avec des scientifiques de l'Université de Genève à partir de 1978. En 1980, ils établissent des partenariats avec l'Université Stanford en Californie. En 1983, des chercheurs participent à une Commission internationale sur les pluies acides regroupant des experts américains, mexicains et canadiens. Par ailleurs, le centre organisera au cours de son histoire de nombreux colloques d'envergure internationale. Il coordonne ainsi, en 1981, un symposium international sur l'écologie et la gestion des réservoirs. En 1988, Peter Campbell et Michel Slivitzky organisent à Québec un symposium international en toxicologie. En 1996, Michel Leclerc organise le deuxième Symposium international sur l'hydraulique et les habitats. La même année, événement important pour le Québec, Jean-Pierre Villeneuve, directeur du centre, sera mandaté par le gouvernement provincial afin d'organiser le Symposium sur l'eau auquel participeront de nombreux chercheurs du Canada, des États-Unis et de la France. Cet événement servira de préambule à la mise sur pied de la politique québécoise sur l'eau.

Le rayonnement international de l'INRS-Eau se traduit également par l'obtention de contrats à l'étranger qui lui permettent de partager son expertise. Parmi de nombreuses activités contractuelles sur la scène internationale, signalons une étude menée en 1989 en collaboration avec l'École nationale des ingénieurs du Mali sur l'hydrogéologie de la nappe souterraine de Bamako. En 2000, l'INRS-Eau recevait également le mandat d'analyser le débit du fleuve Parana en Argentine. Il est à noter, enfin, que l'INRS-Eau accueille régulièrement des chercheurs provenant des plus prestigieux centres de recherche, et suscite ainsi des rencontres qui ouvrent la voie à des collaborations ultérieures.

L'hydrologie occupe une place importante au sein des activités de l'INRS-Eau, et ce, dès les années 70. La statistique et la modélisation sont deux importants volets de recherche qui seront développés au cours de cette période. On élabore alors des méthodes visant à mesurer les débits, simuler l'écoulement des eaux, colliger des informations sur ce que l'on nomme les « bassins versants ».



Aux nouveaux modes de calcul et de simulation s'ajoute ainsi un vocabulaire mieux adapté à une compréhension globale de la circulation des eaux et de ses effets sur l'environnement. Les axes de recherche demeureront les mêmes jusqu'au milieu des années 70 : l'étude des écoulements, celle de l'utilisation de la ressource, et enfin, la gestion régionale de la qualité des eaux.

Une chaloupe naviguant sur un tas de fumier, la débrouillardise au service des besoins d'échantillonnage 1980

Durant cette période, un premier contrat important, signé avec le ministère fédéral de l'Environnement et le ministère des Richesses naturelles du Québec, sous la direction de Jean-Pierre Villeneuve, sera déterminant pour le centre. Il s'agira de la rationalisation du réseau d'observation hydrologique du Québec. On rappellera qu'à cette époque, il y a peu de recherche subventionnée et la recherche appliquée occupe une place de premier plan. En 1971, les modèles hydrologiques SIM et AYERS sont développés et présentés à Varsovie au Symposium de l'Association internationale des sciences hydrologiques. Le modèle CEQUEAU sera développé à la même époque et présenté, quant à lui, en 1972 dans le cadre du Symposium international sur les techniques des modèles mathématiques appliqués aux systèmes de ressources en eau. Il permettra, entre autres, le développement d'un modèle de simulation des crues maximales de la rivière La Grande pour la Société d'énergie de la baie James au début des années 70, une réalisation importante de l'INRS-Eau. Ce modèle a connu une vaste diffusion internationale.

C'est également à cette époque, déjà, que se développe un intérêt pour l'étude de l'utilisation de l'eau en milieu urbain. Il est ici question de consommation, de perte, de distribution. Il est intéressant de constater que dès 1971, on explore également le développement d'une méthodologie pour la gestion régionale de la qualité des eaux tenant compte des aspects chimiques, physiques et biologiques de la pollution. Ces études visent aussi le contrôle des effluents industriels et municipaux. Bref, la pollution, la toxicologie, l'étude des phénomènes urbains sont déjà présents dans la liste des objectifs fixés par la toute première équipe interdisciplinaire de l'INRS-Eau. Des collaborations précieuses avec les municipalités naîtront de ces projets de recherche. On pense, notamment, au programme d'information sur l'arrosage des pelouses conçu par l'INRS-Eau en collaboration avec l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE). Les villes de Sainte-Foy, Charlesbourg, Longueuil, Laval et Saint-Eustache adopteront ce programme, l'un des premiers du genre, et une vingtaine de municipalités leur emboîteront le pas deux ans plus tard. D'autres travaux sont initiés à la fin des années 70 touchant de nouveaux champs de recherche tels que le rejet des eaux usées et le traitement des eaux de ruissellement provenant de la fonte des neiges.



Pierre Brassard
Culture d'algues
en continu
1981

Dans la même veine, dès les premières années, les chercheurs de l'INRS-Eau, notamment Jean-Louis Sasseville et Michel Leclerc, s'intéressent à l'acidité des eaux de pluie et mettent sur pied le premier réseau de mesures de la qualité des précipitations. En parallèle, on étudie la nature des stress subis par les organismes vivants dans les écosystèmes aquatiques lors de l'implantation d'industries en bordure du fleuve Saint-Laurent.

Au cours de l'année 1978-1979, le centre participe aux travaux de l'Unité d'intervention des Services de protection de l'environnement du Québec (SPEQ), travaux qui donneront lieu, en mars 1979, à la mise sur pied du programme d'assainissement des eaux du Québec, qui vise le traitement des eaux usées municipales. Le centre met alors sur pied un programme de recherche, en collaboration avec Pêches et Environnement Canada, en vue d'élaborer des méthodes d'évaluation des répercussions environnementales (MERE).

Au cours des années 80, les chercheurs de l'INRS-Eau se consacreront plus spécifiquement à l'étude des conséquences de l'aménagement sur la qualité du milieu aquatique. On commence alors à parler d'«écotoxicologie» et de «biogéochimie». L'INRS-Eau se consacre à l'étude des contaminants naturels ou industriels, qu'il s'agisse de travaux de recherche sur la valorisation des boues d'épuration ou sur le comportement géochimique de l'aluminium dans les eaux courantes de la Côte-Nord. La situation de certains lacs en région minière fait l'objet d'autres études. Grâce à une entente avec la Direction des réserves écologiques et sites naturels du Québec, les chercheurs peuvent faire la preuve de l'acidification avancée du lac Tantaré dans la réserve écologique du même nom. En 1982, l'INRS-Eau procède à une étude sur la qualité de 225 lacs répartis sur tout le territoire du Québec afin de délimiter les zones territoriales les plus affectées par l'acidité des précipitations. Une étude sur la nature et l'étendue de l'acidification des lacs, à partir de 256 lacs du Québec, sera réalisée en collaboration avec le ministère de l'Environnement. Les chercheurs Bernard Bobée, Marius Lachance et André Tessier seront tout particulièrement engagés dans ce dossier. Enfin, en 1997, une équipe de chercheurs, dont Jean-Pierre Villeneuve et Alain Mailhot, en collaboration avec cinq municipalités et le ministère des Affaires municipales, développe des outils pour l'évaluation des infrastructures urbaines. Ces exemples démontrent à quel point les activités de recherche de l'INRS-Eau touchent directement les besoins des collectivités québécoises et contribuent à l'amélioration de l'environnement.

En 1988-1989, on reconnaît de plus en plus l'effet de l'activité humaine sur les nappes souterraines; cette prise de conscience donne lieu à une volonté de concevoir de meilleures méthodes d'évaluation du cheminement des pesticides vers les nappes phréatiques. Une équipe de l'INRS-Eau développera le modèle Agri-Flux afin de cerner le phénomène en milieu agricole. Tout au long de cette période seront également développés des modèles numériques et statistiques de plus en plus performants grâce à l'essor des nouvelles technologies. À partir de l'ordinateur à carte jusqu'au portable, tout un pan de la recherche sera favorisé et profitera de l'accélération fantastique des outils mis à la disposition des chercheurs.

Le groupe de recherche en hydrologie urbaine, sous la direction de Jean-Pierre Villeneuve, sera créé en 1983. Il se penchera, notamment, sur le bassin versant de la rivière Saint-Charles, principale source en eau potable de la ville de Québec. Les débordements en période d'orages font également partie des préoccupations immédiates des chercheurs.

Les années 90 seront, quant à elles, marquées par une conscience accrue de l'importance de la gestion intégrée. Ainsi sera créée une équipe de recherche qui conduira à la conception du logiciel GIBSI. On assiste, en outre, à la création de nouveaux logiciels de modélisation : MODELEUR et HYDROSIM, toujours en hydrologie. Le modèle hydrologique HYDROTEL allie pour sa part les possibilités de la télédétection à celles de la prévision météorologique afin d'étudier le débit des rivières. Ainsi, en plus de s'adapter à l'évolution rapide des outils informatiques, les chercheurs travaillent eux-mêmes à la conception de logiciels dont l'application dépasse largement le territoire québécois.

La mise sur pied, en 1993, de la Chaire industrielle en hydrologie statistique, la seule dans le domaine au Canada, représente un autre fait marquant. Sous la direction de Bernard Bobée, elle profite d'un soutien financier d'Hydro-Québec et du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). L'ALCAN deviendra un partenaire important de la chaire en 1998. L'équipe s'intéresse à la prévision des écoulements des eaux des rivières, à l'estimation des événements extrêmes et à l'identification des risques inhérents à certains aménagements hydrauliques. Des collaborateurs étrangers s'associent régulièrement aux activités de la chaire.





Passe migratoire à saumon
sur la rivière Matamek
dans les années 70

Les crues extrêmes observées au Saguenay en 1996 constituent un événement marquant pour l'INRS-Eau. Non seulement plusieurs de ses spécialistes seront-ils appelés à se prononcer sur les circonstances du drame, mais on adaptera les outils de recherche à l'étude et à l'analyse des situations de risque. Aux objectifs ciblés depuis la décennie précédente s'ajoutent de nouvelles avenues de recherche. Les travaux qui portent sur la décontamination, sur l'extraction de métaux des boues d'épuration et des résidus ainsi que sur la réalisation de modèles relatifs au transport des polluants dans les rivières, occupent près de la moitié des ressources humaines du centre.

Enfin, il est important de souligner que les activités d'édition ont largement contribué au rayonnement du centre. Plus de 3 000 documents ont en effet été publiés tout au long de son histoire, qu'il s'agisse de rapports de recherche, d'articles, de comptes rendus de collaborations diverses ou de conférences. En 1988, la *Revue internationale des sciences de l'eau*, publication québécoise fondée par Bernard Bobée en 1985, fusionne avec *Sciences de l'eau*, revue publiée à Paris par le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) des sciences de l'eau. C'est ainsi que la *Revue des sciences de l'eau* voit le jour. En 1996, une autre étape est franchie alors que la revue *Hydrologie continentale*, publiée par l'Institut français de recherche scientifique, fusionne à son tour. Durant la dernière décennie, la *Revue des sciences de l'eau* a donc pris un grand essor. Il s'agit d'une publication rigoureuse qui, en plus de constituer une précieuse ressource pour les chercheurs de l'INRS-Eau, témoigne du dynamisme et des retombées positives des activités du centre. Aujourd'hui, l'INRS-Eau coordonne cet outil de diffusion majeur en collaboration avec le GIS.

L'INRS-Eau travaille activement à conserver en mémoire l'ensemble de ses activités de recherche, de collaboration et de développement. Son histoire, marquée d'une formidable vitalité et de résultats probants, est celle d'une synergie fantastique entre des individus habités par une même passion et une même volonté d'aborder la question de l'eau dans toute sa complexité. À cet égard, on notera que la fusion de l'INRS-Eau et de l'INRS-Géoressources témoigne d'une volonté de rationaliser les activités du centre et de mieux les coordonner, en cohérence avec l'approche multidisciplinaire qui est à l'origine même de sa fondation. Hydrologistes, géographes, chimistes, géologues, physiciens, agronomes, ingénieurs, biologistes, statisticiens et autres chercheurs d'horizons scientifiques variés travaillent ainsi ensemble afin de mieux répondre aux besoins de demain.



ENTREVUE

AVEC JEAN-PIERRE VILLENEUVE



JEAN-PIERRE VILLENEUVE

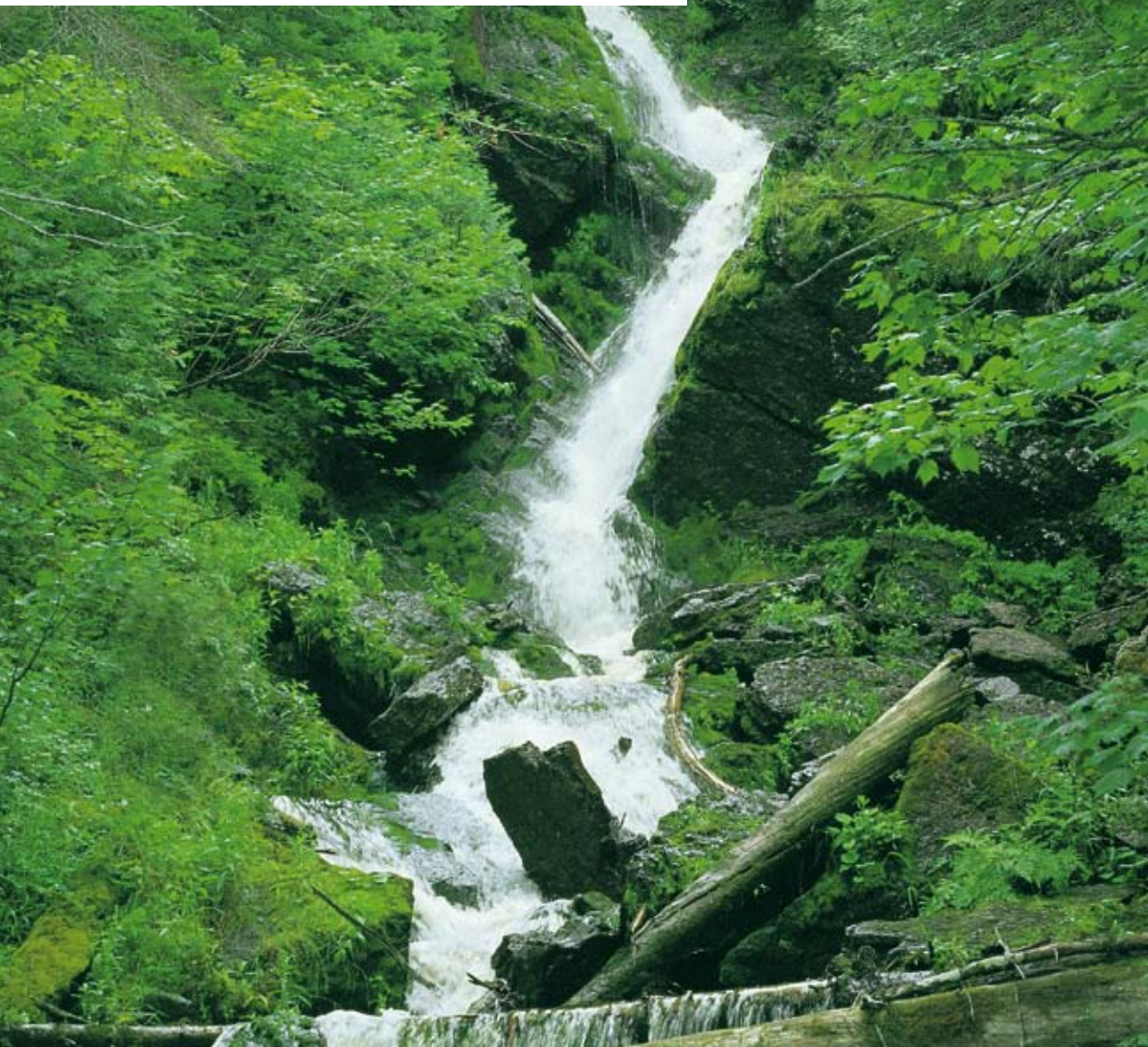
JEAN-PIERRE VILLENEUVE EST PROFESSEUR À L'INRS DEPUIS 1970. APRÈS AVOIR ÉTÉ À LA TÊTE DE L'INRS-EAU DE 1990 À 2001, IL DEVIENT DIRECTEUR DU CENTRE EAU, TERRE ET ENVIRONNEMENT, ISSU DU REGROUPEMENT DES CENTRES INRS-EAU ET INRS-GÉORESSOURCES.

Dans cette entrevue, Jean-Pierre Villeneuve souligne l'importance de l'approche multidisciplinaire à l'INRS-Eau et la singularité de son fonctionnement. Il témoigne aussi de son parcours personnel, de ses études d'ingénieur civil à l'Université Laval à sa carrière professorale, en passant par des études spécialisées en hydrodynamique, en aérodynamique et en hydraulique souterraine à l'Université de Toulouse. Chercheur, enseignant, gestionnaire, il sera activement engagé dans son milieu, notamment en tant que président du Syndicat des professeurs du centre et membre du conseil d'administration de l'INRS. Il fut également directeur scientifique et président du comité directeur de la *Revue des Sciences de l'Eau*.

Au cours de sa carrière, Jean-Pierre Villeneuve a participé à de nombreuses activités de recherche et d'enseignement portant sur la modélisation mathématique appliquée aux écoulements de l'eau et à l'évolution de leur qualité. Plus récemment, il a réalisé des travaux importants sur l'évolution et l'état des infrastructures d'eau au Québec dont il nous entretient aujourd'hui. En tant qu'enseignant, il a surtout œuvré en hydrologie des bassins versants, en hydrologie urbaine, en hydraulique souterraine et en analyse de systèmes de ressources en eau.

En reconnaissance de son engagement dans la coopération scientifique universitaire entre la France et le Canada, il a été nommé, le 10 avril 1998, Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'Honneur par le Président de la République française. En 2002, il recevait le prix Adrien-Pouliot de l'ACFAS.

« NOUS AVONS CRÉÉ
UNE ORGANISATION
ENVERS LAQUELLE
LES CHERCHEURS
SONT DÉVOUÉS, CAR
GLOBALEMENT, ELLE
LEUR RESSEMBLE. »



LISANNE NADEAU :

Monsieur Villeneuve, vous faites partie de l'équipe de l'Institut national de recherche scientifique depuis ses débuts. Dès 1989, vous avez assumé la direction de l'INRS-Eau, puis celle du secteur Eau, terre et environnement de l'INRS, jusqu'en 2007. Vous êtes donc la personne toute désignée pour nous dresser un portrait de l'évolution de l'organisme. Mais j'aimerais tout d'abord vous demander ce qui vous a motivé, en 1970, alors que vous étiez enseignant en génie civil, à accepter l'invitation du centre de recherche à vous joindre à son équipe.

JEAN-PIERRE VILLENEUVE :

Je vais vous répondre très franchement. Je suis un bagarreur. Lorsque j'étais à l'Université Laval, je trouvais que l'institution était sclérosée. Je connaissais Michel Slivitzky, c'était un bâtisseur, quelqu'un de positif, et c'est lui qui est venu me chercher. J'aimerais mentionner deux éléments qui ont influencé ma décision. Tout d'abord, c'était une nouvelle organisation et il n'y avait rien de bâti, pas de système en place. Il y avait donc un défi organisationnel. Deuxièmement, l'INRS venait d'obtenir un contrat important et Michel Slivitzky m'en a offert la gestion et la réalisation. Le budget était beaucoup plus substantiel que ce à quoi j'étais habitué et m'offrait des possibilités que je n'avais pas eues auparavant. En tant que jeune professeur, j'ai vu là une occasion extraordinaire. Il s'agissait en fait du premier contrat de l'INRS avec le ministère des Richesses naturelles et Environnement Canada en vue de la rationalisation du réseau hydrométrique du Québec. Je savais ce qu'était un réseau hydrométrique, mais je ne connaissais pas la problématique ou la façon de l'aborder. C'était donc, là aussi, un véritable défi.

LN Les sciences de l'eau constituaient à cette époque un nouveau domaine et plusieurs d'entre vous ont dû développer une expertise sur le terrain...

JPV L'idée d'un institut des sciences de l'eau était de réunir des individus qui avaient des formations différentes et qui pouvaient ainsi aborder un problème dans son entier. Au départ, ce n'est pas ce qui m'a attiré car j'étais ingénieur civil. À cette époque, je ne m'intéressais pas à la biologie ni à la chimie. Mais l'idée de la multidisciplinarité, des approches concertées, des manières de résoudre des problèmes en tenant compte d'autres aspects que la construction, cela m'intéressait.

LN **Vous avez souvent souligné que l'INRS repose sur un concept unique, que la multidisciplinarité constitue la richesse même de cette organisation.**

JPV En effet. Au départ, aucune structure formelle n'existait, ni vécu, ni histoire. Nous avons donc construit cette institution nous-mêmes, à partir des individus qui étaient là et des discussions que nous avons eues. Il s'agissait de personnes qui n'avaient pas reçu la même formation, mais qui pouvaient discuter d'un problème de gestion, ou d'organisation, d'une manière parfois surprenante pour leurs collègues. Ce n'est pas la science en soi qui faisait l'intérêt de l'organisation de l'INRS, mais les différentes façons dont les chercheurs abordaient les concepts, selon leur formation.

LN **On parle ici de culture.**

JPV Oui, tout à fait. Moi, j'ai une culture d'ingénieur, d'autres ont une culture de biologiste. Ces individus, lorsqu'ils se parlent entre eux, n'ont pas le même langage, les mêmes mots ou les mêmes façons de voir les choses. Travailler avec le vivant ou travailler sur le béton, ce n'est vraiment pas la même chose.

LN **Et c'est ainsi qu'un nouveau langage se crée...**

JPV ... et des compromis dans l'organisation, des discussions et même des frictions. Nous avons créé une organisation envers laquelle les chercheurs sont dévoués car, globalement, elle leur ressemble. Nous l'avons créée de toutes pièces. Et comme nous n'étions pas des gestionnaires de formation, nous l'avons bâtie différemment. D'autre part, les professeurs de l'INRS sont les seuls, dans le monde universitaire, à s'engager en faveur d'une exclusivité de services, c'est-à-dire qu'ils ne travaillent que pour l'INRS. S'ils travaillent en dehors de l'Institut, c'est toujours au profit de l'INRS. Si, par exemple, j'ai un contrat à l'extérieur, ou une consultation, l'argent revient à l'INRS pour ma recherche, pour mes étudiants, etc.



Peter Campbell et
Jean-Pierre Villeneuve
1984

LN On en vient à cet aspect du financement qui demande une grande initiative de la part des chercheurs et des professeurs.

JPV Dès le début, ceux qui voulaient développer leur activité de recherche devaient la financer eux-mêmes, c'est-à-dire s'autofinancer. Si on veut la collaboration d'un étudiant, il faut payer sa bourse, si on veut un assistant de recherche, il faut payer l'assistant de recherche, si on veut un service de secrétariat, il faut également le payer. Ce fut la philosophie de notre centre dès le début. Les chercheurs ont donc développé un esprit d'entreprise, nous les avons incités à le faire et les avons accompagnés dans ce processus. C'est ce qui a fait le succès de notre organisation.

LN Monsieur Villeneuve, dans un tout autre ordre d'idées, j'aimerais que nous signalions tout le travail que vous avez entrepris dans les années 70 pour la syndicalisation des chercheurs de l'INRS-Eau.

JPV Ce fut un processus relativement long qui a duré plus de deux ans. Et ce ne fut pas sans conséquences. Il y a eu, pendant ce temps, un ralentissement des activités scientifiques, car les professeurs ont exercé des moyens de pression en diminuant l'obtention des contrats. Cela a pris trois à quatre ans avant que nous nous en remettions. Certains professeurs sont alors partis. Nous sommes passés de vingt à quatorze professeurs et les postes n'ont pas été comblés. On peut peut-être aussi noter qu'il y a eu un procès à cette époque. Il y avait cette volonté d'unir tout le monde dans le même syndicat, la CSN. Or, les professeurs ont refusé. Ils souhaitaient intégrer la CEQ. J'ai été président du syndicat de 1972 à 1979, puis de 1984 à 1990. J'aimerais souligner que nous avons une convention très adaptée à notre milieu, une convention différente des autres universités. Elle est davantage axée sur des relations de travail harmonieuses et sur le respect que sur une volonté politico-socialisante. Elle repose sur des principes de collégialité et de liberté académique. Je vous rappelle qu'à l'INRS, chacun est responsable de l'avancement de ses projets de recherche et doit aller chercher son financement.

LN Parlons justement du financement de l'INRS. Cela n'a pas toujours été facile?

JPV Le financement de base est toujours difficile. Jusqu'à récemment, l'INRS s'est battu, au siège social de l'Université du Québec, pour obtenir un financement plus adéquat, ce qui a eu des répercussions directes sur l'INRS-Eau. En 1990, l'INRS-Eau a accusé un déficit. Les professeurs ont constaté qu'il fallait aller chercher plus d'argent. En 1991-1992, un événement important a permis d'accélérer le développement de certains secteurs de recherche : l'appel public à l'épargne (APE). Il s'agissait de monter des projets et de racheter les propriétés intellectuelles avec un crédit d'impôt. On s'autofinçait de la sorte. Cette pratique a duré trois ans et toutes les universités ont profité des APE. Nous avons eu de 12 à 13 millions en contrats dans le cadre des APE. On voit donc, en 1992-1993, une hausse de personnel. Parmi les secteurs de recherche qui ont été soutenus grâce à ce mode de financement, je pense à la technologie de valorisation de résidus, c'est-à-dire le traitement des boues d'égout. Je pense aussi à l'hydrodynamique, à l'éco-hydraulique et au secteur de l'hydrologie. Cela a permis une certaine stabilisation et a donné une crédibilité aux équipes de recherche. Nous avons alors atteint l'équilibre financier du centre.

Un autre moment important est la dégradation des ressources financières des centres depuis 1995. Cette dégradation a conduit l'INRS dans une situation critique en 2000 et explique la diminution des ressources humaines au cours de cette période. À l'initiative de Martin Desmeules, ancien directeur administratif de l'INRS, qui considérait que l'INRS était mal financé, un comité (appelé *comité sans nom*) a été mis sur pied. Il était constitué de quatre représentants du ministère de l'Éducation et de quatre représentants de l'INRS. J'ai siégé à ce comité. Pendant quatre mois, nous nous sommes réunis pour poser les questions suivantes : « Qu'est-ce que la recherche et quelles sont les problématiques de financement de la recherche? » À la suite de ce travail de réflexion, le financement a été repensé sur une nouvelle base, celle de l'« unité professorale »; c'est une expression que j'ai proposée en 1990. Il s'agit donc d'une unité de recherche où il y a un professeur. Selon moi, si ce changement n'avait pas eu lieu, nous nous serions retrouvés en crise. La première année (2001) nous avions 130 unités professorales, la deuxième, 140 et la troisième, 150. Cet événement est important pour l'avenir.

Auparavant, l'argent provenait du siège social. L'administration centrale prenait une somme en fonction de ses besoins puis distribuait le reste aux centres. Toutes les universités sont financées selon le nombre d'étudiants. Dans notre cas, c'est impossible. Nous n'en avons pas suffisamment puisque nous n'avons pas de premier cycle. Avec ce mode de financement, les coupures sont plus difficiles à gérer et il était très difficile de compenser en augmentant sensiblement le recrutement d'étudiants.

LN Monsieur Villeneuve, l'INRS a été fréquemment remis en question au fil de son histoire.

JPV À tort ou à raison, notre autonomie dérangeait. On voulait toujours rattacher l'un de nos secteurs à une université ou à une constituante de l'Université du Québec. Nous étions reconnus comme performants en raison de notre statut de professeurs-chercheurs et cela pouvait remettre en question les systèmes universitaires traditionnels. Au début, l'INRS devait être le lieu de concentration de la science au Québec. Cela n'a pas plu aux autres universités. Même à l'interne, certains souhaitaient qu'on appartienne à une institution plus importante pour atteindre un financement plus stable. Or, des centres comme Centreau ont fermé, ce n'était donc pas une idée fiable! En 1997-1998, même Pierre Lucier, président de l'Université du Québec, remettait en question l'utilité de maintenir l'INRS tel qu'il se présentait. Il émettait l'hypothèse de l'intégrer à diverses constituantes de l'Université du Québec.

LN J'aimerais, Monsieur Villeneuve, aborder un autre aspect de cette question. À l'origine même de la création de l'INRS, et même dans les années qui ont précédé, il y a eu ce débat sur la dichotomie entre la science fondamentale et la science appliquée. On pense, entre autres, au Rapport Parent. Comment vous situez-vous et comment l'INRS s'est-il situé dans ce débat?

JPV C'est un faux débat. Un ingénieur qui mesure le débit d'eau dans une rivière fait de la recherche appliquée, un biologiste qui étudie l'évolution des insectes en laboratoire fait de la recherche fondamentale... J'ai toujours trouvé que c'était un faux débat. Je pense qu'il y a deux types de recherche. La recherche à long terme dont on ne sait pas quelle sera exactement la réponse ni le résultat; moi j'appelle ça de la *recherche spéculative*. Et il existe un deuxième type de recherche que j'appelle la *recherche adaptative*, dans laquelle on cherche un moyen de résoudre un problème et on met à profit toutes ses connaissances afin de le résoudre.

LN Une recherche adaptée à la situation...

JPV Oui. Et à l'INRS, au sein de notre mission, les problèmes qui nous intéressent, ce sont les problèmes du Québec : dans quel contexte vivons-nous, quels sont les aspects, autour de nous, qui nous préoccupent et auxquels nous devrions consacrer des énergies et des efforts. Je vous dirais que 95 % des problématiques sur lesquelles nous travaillons sont, à l'origine, québécoises. Cela ne veut pas dire qu'on ne retrouve pas les mêmes problématiques en France ou aux États-Unis ou que les solutions que l'on trouve ici ne s'appliquent pas ailleurs. Mais, *a priori*, lorsque je me pose une question, lorsque je veux entreprendre un développement scientifique, je me demande sur quel aspect je pourrais travailler ici au Québec.

LN Il semble que l'on puisse établir un parallèle entre la prise de conscience progressive à l'égard de cette ressource importante qu'est l'eau, au Québec, et l'évolution de l'INRS, de ses axes de recherche.

JPV Je pense que ce serait prétentieux de dire cela. Nous étions parmi les premiers à penser eau et problématiques de l'eau, au Québec, mais il s'agissait d'un courant international. La prise de conscience de l'utilisation de la ressource et des dangers de contamination a commencé à la même époque sur la scène internationale, en Californie, en France, dans des pays où les problèmes étaient plus sévères que chez nous. Au Québec, nous n'avons pas eu de problèmes d'eau car c'était l'abondance.

LN Et cette abondance est liée à notre identité.

JPV Nous n'étions pas confrontés à un manque d'eau, alors que des pays qui subissaient effectivement une pénurie d'eau, ou des pays où la qualité de l'eau était mauvaise, avaient déjà des préoccupations en ce sens. Tranquillement, au cours des années 60 et 70, on a assisté à une prise de conscience des problèmes environnementaux. Nous sommes devenus plus conscients qu'il fallait protéger cette ressource, que si l'on contaminait une nappe souterraine, par exemple, cela pouvait prendre 10 000 ans avant de pouvoir la décontaminer. Il existe toutes sortes de problèmes qui ont été mis en lumière, des gestes qui présentaient des risques pour l'environnement. Les gens en ont pris conscience avec le temps.

LN Si on observe l'histoire de l'INRS et l'évolution des questions qui ont préoccupé les chercheurs, une tendance s'en dégage-t-elle selon vous?

JPV En tant que chercheur, il faut toujours aller de l'avant. Si nos activités consistent à faire des constats, à analyser des conséquences observées, on est ingénieur-conseil; si on se place « en avant », dans le domaine de la prévision ou de la prospection, on fait de la recherche. Permettez-moi de vous donner un exemple : en 1975, j'ai fait une petite étude pour le ministère des Richesses naturelles dans laquelle je mentionnais déjà qu'un bassin versant devait être traité de manière intégrée. On discutait, on se battait pour avoir des contrats, des projets. J'ai finalement travaillé à un premier projet sur cette question en 1992. Il a donc fallu attendre 17 ans avant qu'on arrive à sensibiliser le Ministère à l'importance de la gestion intégrée. Or, tout le monde, maintenant, en 2005-2006, parle de gestion intégrée par bassin versant.

LN Le rôle de l'INRS consiste donc aussi à sensibiliser l'opinion publique et le pouvoir en place.

JPV ... à être des précurseurs, à conscientiser et à cerner les problèmes en avance. En 1972-1973, on parlait déjà de pluies acides et de leur impact. Cette question a été étudiée dans les années 1985-1990. Si on ne fait pas de recherche prospective, on n'est pas chercheur. Il faut voir non seulement les problèmes actuels, mais ceux qui vont survenir, afin de faire du développement. C'est comme pour la contamination par les résidus miniers. Nous travaillons là-dessus depuis longtemps. Aujourd'hui, tout le monde est conscient de ce problème. Nous avons apporté une contribution dans la mesure de nos recherches.

LN Parlons maintenant de la consommation. Aujourd'hui, le sujet fait l'objet de beaucoup de discussions alors qu'auparavant, on croyait que la ressource était abondante et infinie. Comment l'INRS a-t-il pris position par rapport à cet aspect?

JPV Le premier projet sur la consommation de l'eau potable date de 1972. C'est un projet que nous avons réalisé avec une équipe de recherche que je dirigeais et nous avons analysé la consommation dans les résidences de la Ville de Sainte-Foy. Nous avons fait des échantillonnages de parterres et créé un modèle pour l'évaluation de la quantité d'eau nécessaire pour entretenir les

pelouses. Tous les soirs, à 16 h, à la radio, nous disions aux gens : vous n'avez pas besoin d'arroser avant trois ou quatre jours parce qu'il y a suffisamment d'eau dans le sol pour vos pelouses. Nous faisons ça en 1972! Cet été-là, la Ville de Sainte-Foy a diminué la consommation d'eau potable de 33 %.

LN Monsieur Villeneuve, ce sujet nous amène à parler de votre rapport au public. On parle beaucoup du rayonnement international de l'INRS, des liens avec des chercheurs étrangers, mais ce qui est intéressant d'évaluer, c'est votre rayonnement auprès du public, l'impact de l'INRS dans une communauté plus large. Ces actions qui ont eu lieu dans les années 70 en constituent un très bon exemple. Auriez-vous d'autres exemples de sensibilisation?

JPV La consommation des cruches d'eau. J'ai déclaré en 1972-1974 qu'il ne fallait pas acheter les cruches d'eau, que ça ne donnait rien, que cette eau était davantage contaminée que l'eau potable. Et j'ai fait une autre déclaration, il y a environ un an à ce sujet. Les gens m'envoyaient des courriels pour me remercier et dire qu'ils avaient changé leurs habitudes. Et une entreprise m'a même informé qu'elle avait enlevé toutes les cruches d'eau dans ses bureaux. Nous faisons parfois des gestes qui sont plus discrets; personnellement, je fais souvent des interventions. En ce moment, nous en faisons à propos de la contamination de nappes.

LN Et tissez-vous encore des liens avec les municipalités?

JPV Nous avons fait, par exemple, l'étude des débordements des réseaux d'égout unitaires. Les réseaux unitaires transportent à la fois les eaux d'égout et les eaux de pluie. Lorsque les pluies sont abondantes, ces réseaux n'ont pas la capacité de transporter toute cette eau. Le surplus est donc déversé, ici à Québec, soit dans le fleuve Saint-Laurent, soit dans la rivière Saint-Charles. Dans l'étude que nous avons réalisée, nous avons démontré que nous pouvions gérer en temps réel les réseaux d'égout en accumulant les surplus dans des réservoirs de stockage et en les dirigeant vers les usines de traitement lorsque la capacité des réseaux et des usines le permettait. Cette façon de procéder réduisait au minimum les débordements au fleuve et à la rivière Saint-Charles. Nous avons profité de la capacité de traitement des usines, qui est d'environ quatre fois et demie le débit des égouts de temps sec, pour traiter ces surplus avant de les rejeter au fleuve. On a travaillé là-dessus de 1984 à 1992, et maintenant, la Ville de Québec a installé ce système de gestion des

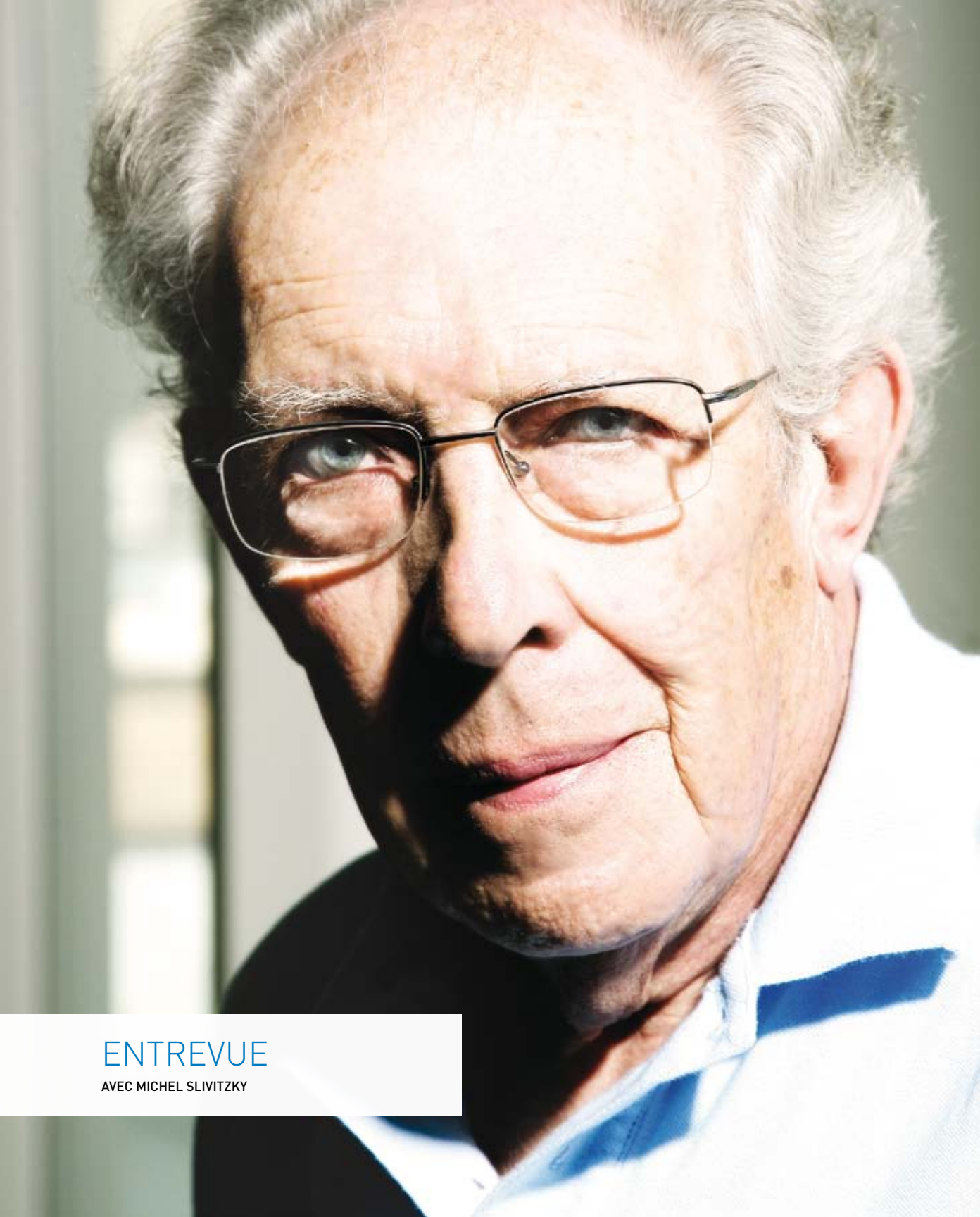
débordements des égouts en temps de pluie avec des réservoirs de stockage. Vous avez dû voir ça dans les journaux, on parle de réservoirs de stockage. En quoi est-ce que cela consiste? Lorsqu'il pleut, les égouts se remplissent, le surplus s'en va dans des réservoirs et lorsque la pluie cesse, on les envoie graduellement vers l'usine.

LN Nous avons souligné précédemment que le chercheur se doit d'être visionnaire. Or, quels sont, selon vous, les enjeux actuels? Quelles sont les questions qui passionnent actuellement les chercheurs et qui constituent probablement les grandes questions de demain?

JPV Sur le plan de l'eau, c'est l'impact des changements climatiques. C'est un enjeu extrêmement important. Nous sommes très présents dans ce domaine. Actuellement, nous nous questionnons sur les impacts dans le Grand Nord, sur les problèmes d'eau potable, sur ce qui va arriver en milieu urbain aussi. Si les températures grimpent, il y aura un impact sur l'eau, des impacts sociologiques aussi. Si les températures augmentent de sept ou huit degrés l'été en moyenne, cela va être très problématique. On travaille là-dessus, nous ne sommes absolument pas en retard, au contraire.

LN En 2001, une fusion a eu lieu entre l'INRS-Eau et l'INRS-Géoressources. Pouvez-vous nous expliquer ce qui a provoqué cette fusion et quels sont les aspects positifs de ce changement de cap?

JPV Le premier point positif : une plus grande concertation. Les chercheurs de Géoressources avaient des activités similaires aux nôtres; même s'ils s'étaient positionnés plus tard, ils avaient développé notamment l'hydrogéologie. Cependant, il n'y avait pas beaucoup de concertation. Maintenant, il existe une plus grande unité d'action. Je constate une meilleure synergie entre les chercheurs. Je pensais qu'il y aurait une diminution temporaire des activités et, au contraire, c'est plus actif qu'avant sur le plan de la recherche et des activités, du financement de la recherche, du nombre d'étudiants aussi. Il y a eu un regain de vie. Nous avons engagé onze nouveaux professeurs en 2002, d'excellents professeurs. L'avenir s'annonce bien.



ENTREVUE

AVEC MICHEL SLIVITZKY



MICHEL SLIVITZKY

ACTUELLEMENT PROFESSEUR ÉMÉRITE AU CENTRE EAU, TERRE ET ENVIRONNEMENT, MICHEL SLIVITZKY FUT, EN 1970, LE PREMIER DIRECTEUR DU CENTRE DE RECHERCHE DE L'INRS-EAU. APRÈS UN RETOUR À LA FONCTION PUBLIQUE, DANS LE DOMAINE DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE, IL EN ASSUMERA DE NOUVEAU LA DIRECTION DE 1982 À 1991.

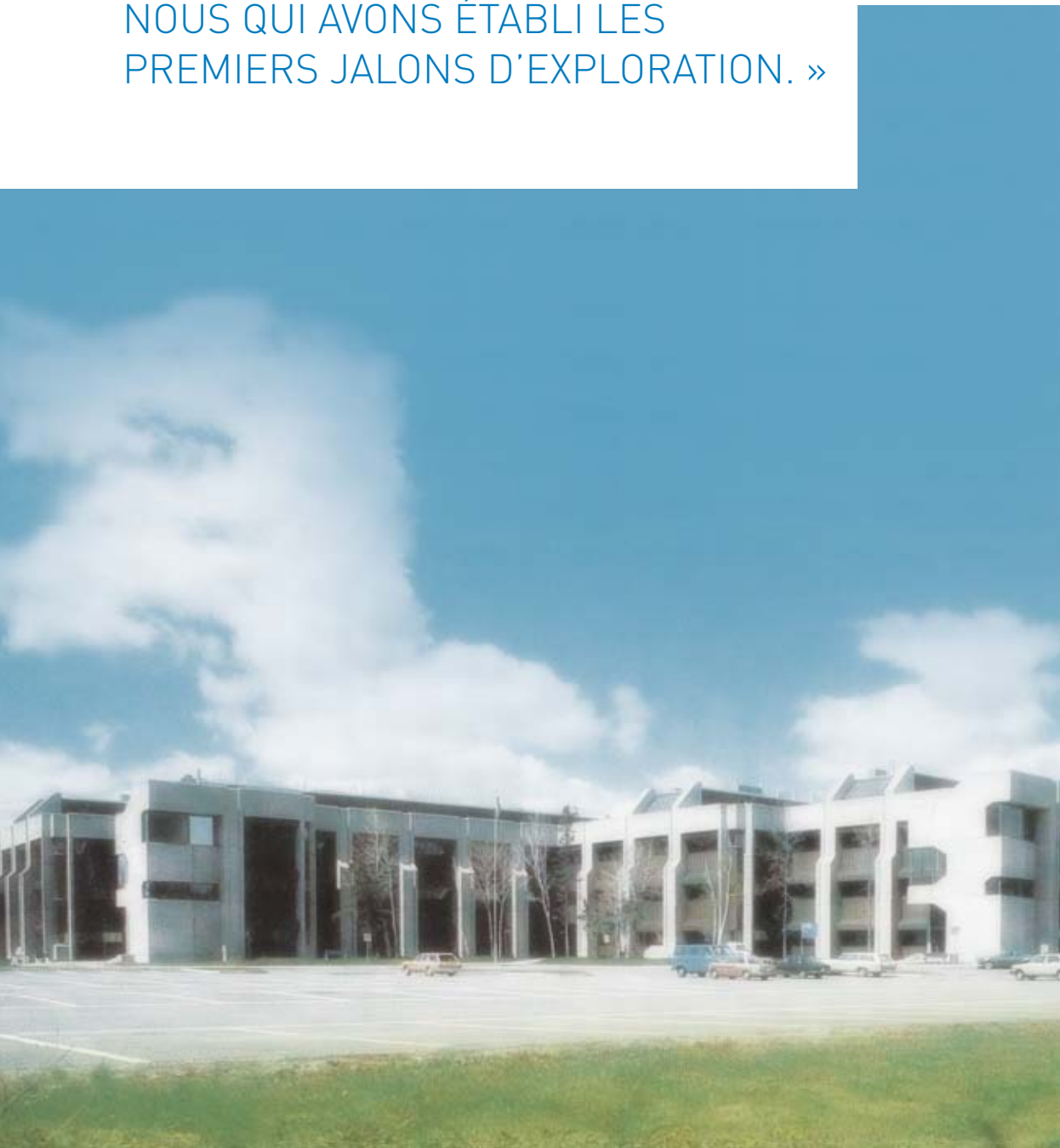
Après avoir fréquenté l'Université de Paris de 1949 à 1951, puis décroché un diplôme de l'Université McGill en génie civil en 1954, Michel Slivitzky poursuit des études de deuxième cycle au Massachusetts Institute of Technology en hydraulique et en hydrologie, une science alors à l'état embryonnaire. Il se joint en 1961 au ministère des Richesses naturelles du Québec où il occupe successivement les postes de directeur des services hydrologiques et de directeur général des eaux. C'est dans le cadre de ces fonctions qu'il sera appelé à relever le défi de fonder un centre multidisciplinaire dans le domaine des sciences de l'eau. Il nous parle ici du contexte qui a vu germer l'idée de la création du centre. Il évoque la tâche qui fut la sienne de constituer une première équipe de chercheurs et de donner à l'INRS-Eau ses couleurs et son orientation première.

Depuis 2000, Michel Slivitzky collabore avec l'équipe Simulations climatiques d'Ouranos. Il est par ailleurs membre du Centre pour l'étude et la simulation du climat à l'échelle régionale (ESCER) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) depuis 2003. Au cours des dernières années, il a assumé différentes responsabilités à l'échelle nationale, que ce soit à titre de membre du Comité interministériel du Québec sur les changements climatiques, de membre du Conseil scientifique des Grands Lacs de la Commission mixte internationale ou de coprésident de la Commission d'évaluation environnementale du canal de Lachine.

Notons que Michel Slivitzky a été membre de nombreuses organisations scientifiques internationales. Il fut notamment, de 1975 à 1977, président du Conseil intergouvernemental pour le Programme hydrologique international de l'UNESCO.

Toujours aussi actif, il terminait en 2007 un mandat de trois ans comme membre du conseil d'administration de la Corporation d'aménagement et de protection de la Sainte-Anne (CAPSA).

« DES ÉQUIPES D'ÉTUDIANTS
PARTAIENT EN RECONNAISSANCE
DU BOUT DE LA LIGNE, À L'ÉPOQUE,
JUSQU'À LA BAIE JAMES, ET C'EST
NOUS QUI AVONS ÉTABLI LES
PREMIERS JALONS D'EXPLORATION. »



Complexe scientifique à Sainte-Foy où l'INRS-Eau a séjourné pendant 28 ans [1972-2000]

LISANNE NADEAU :

Monsieur Slivitzky, en regardant vos années de formation, dans les années 40, on observe un parcours marqué tout d'abord par un intérêt pour les sciences pures, puis pour la géographie. Est-ce à dire que, dès les tous débuts, la question de l'environnement vous intéressait?

MICHEL SLIVITZKY :

Non, disons qu'à ce moment-là, en France, pour entreprendre des études universitaires, il fallait passer une propédeutique. J'étais fort en mathématiques et c'était normal que je me tourne vers ce domaine. Mais j'ai été rapidement découragé par l'aspect abstrait, théorique. C'était l'après-guerre, nous nous retrouvions dans des amphithéâtres remplis d'anciens militaires qui devaient se qualifier pour l'enseignement... et l'assistant écrivait des équations au tableau. Nous, les jeunes, nous ne savions pas où tout cela nous conduisait. Puis j'ai décidé de prendre une deuxième propédeutique mathématiques-physique-chimie qui m'aurait mené à l'enseignement. J'ai encore décroché. Or, nous avions un ami de la famille qui travaillait en géologie, au Sahara. Je suis finalement allé en géologie, ce qui m'a donné une bonne formation générale.

LN Nous ne parlons pas encore environnement, nous sommes vingt ans trop tôt.

MS Exactement. Il faut comprendre que mon père était ingénieur. C'était l'après-guerre français, il y avait des besoins en énergie, c'était le temps des colonies. Il était parti travailler en mission aux Antilles et même à Saint-Pierre-et-Miquelon, en prospection, pour des aménagements hydroélectriques potentiels et j'observais tout ça. Puis j'ai fait des études dans un pensionnat qui préparait aux grandes écoles, notamment les écoles de génie. C'est là, dans mes correspondances avec mon père, que j'ai pris conscience des problèmes en hydrologie. C'était l'abc à l'époque. On était à un stade expérimental où, au moment de concevoir des projets hydroélectriques, on n'avait pas de données, on n'avait rien. Mon père est mort et ma mère, mon frère et moi sommes venus au Canada.

LN Ce sont donc des circonstances très personnelles, plus que des raisons liées à votre parcours de recherche, qui vous ont amené ici.

MS Oui, tout à fait. Je suis allé à McGill en génie. J'avais vingt-cinq ans et je voulais finir mes études le plus rapidement possible. À McGill, il n'y avait pas grand-chose en hydraulique. Pour ma maîtrise, je voulais étudier en hydrologie, qui était une science à peine naissante à ce moment-là. Je m'intéressais aux défis qu'il y avait dans ce domaine sans avoir toutefois une idée exacte de ce que c'était. Les ponts, les barrages, je ne voulais pas travailler là-dedans. J'ai obtenu une bourse et j'ai choisi d'aller au MIT (Massachusetts Institute of Technology).

LN Quel type d'enseignement y avez-vous reçu?

MS L'hydraulique était très développée, mais l'hydrologie était enseignée par un praticien, un ingénieur du secteur privé qui était en fait un cas exceptionnel au MIT à ce moment-là. Il nous transmettait une série de recettes, d'applications. Les livres sur le sujet n'existaient pas, on retrouvait ça et là un chapitre sur la question. C'était en général très descriptif et très appliqué.

LN Qu'avez-vous fait de cette formation? Car je devine que vous aviez des frustrations, des désirs; vous aviez aussi une vision... vous êtes une personne très intuitive.

MS Bien, je savais déjà un peu où je voulais aller. Pendant mes études à McGill, j'avais travaillé comme étudiant à la Commission des eaux courantes. Le premier été, mon travail portait sur la rivière Kénogami.

LN Vous aviez déjà été en contact avec de vrais problèmes.

MS C'était, comme étudiant, un travail d'arpentage et la Commission voulait vérifier le potentiel d'aménagement.

LN À cette époque, l'État se concentre sur l'exploitation de la ressource; on parle d'hydroélectricité.

MS Oui, c'était essentiellement ça. L'État voulait avoir la possibilité de créer des réservoirs pour améliorer la rentabilité. Cela fait déjà cinquante ans... Le projet fut par la suite repris par un bureau de consultants de Montréal et, à ma sortie du MIT, j'ai travaillé pour eux. Le travail au sein de ce bureau m'a permis de me

familiariser avec les dossiers d'aménagement hydroélectrique, d'inondation, etc. Nous sommes en 1955, Duplessis est au pouvoir et on décide d'exploiter le Grand Nord du Québec. On était en période de reconnaissance. Le bureau avec lequel je travaillais s'occupait de la baie James et on ne connaissait rien du potentiel hydroélectrique de ces rivières. Les cartes n'existaient pas. Des équipes d'étudiants portaient en reconnaissance du bout de la ligne, à l'époque, jusqu'à la baie James, et c'est nous qui avons établi les premiers jalons d'exploration. J'avais la responsabilité d'organiser et de préparer le travail de cent cinquante personnes sur le terrain, un terrain inconnu, les canots, les hélicoptères et le reste. Nous avons commencé les études de débit. À cette époque, j'avais critiqué le gouvernement et m'étais fait remarquer. Lorsque Jean Lesage et le Parti libéral sont arrivés au pouvoir, ils sont venus me chercher. Je devais poursuivre le travail au sein de l'État. Je suis finalement devenu directeur général des eaux en 1965, à trente et un ans.

LN Comment a germé cette idée de l'INRS quelques années plus tard?

MS Au ministère des Richesses naturelles, nous nous occupions des licences sur les barrages, de la gestion de la quantité, de l'exploitation, de la surveillance, des travaux en rivière, du contrôle d'inondation, etc. Uniquement, donc, de l'aspect hydraulique. La réflexion sur la qualité de l'eau est née à ce moment-là, par le biais de la pollution, et cet aspect était géré par la Régie des eaux du Québec, rattachée aux Affaires municipales.

LN Et vous observiez cette situation...

MS Oui, je me rendais compte que nous nous posions des questions sur la qualité de l'eau mais que nous n'étions pas là où ça se discutait. J'ai donc créé une première petite équipe de chercheurs au Ministère dont faisaient partie Jean-Pierre Fortin, Daniel Cluis, Guy Morin, Raymond Charbonneau et Henri Saint-Martin. Le sous-ministre était d'accord et on s'est dit qu'on allait commencer sur cette base. L'Union nationale revient au pouvoir et Daniel Johnson père devient premier ministre et garde le ministère des Richesses naturelles. Il y avait, dans la direction des mines, un centre de recherche minérale; il nous a demandé d'envisager la possibilité de mettre sur pied un centre équivalent pour les eaux. J'ai commencé à analyser toutes les implications que cela pouvait avoir et là, déjà, je me disais que tant qu'à créer un centre, il serait intéressant de briser cette dichotomie entre la qualité et la quantité. Est-ce

que cela devait être un institut au sein du Ministère ou uniquement en milieu universitaire? La première préoccupation était de faire accepter, au sein des ministères, l'idée qu'il y aurait un institut de recherche qui couvrirait tout. On ne connaissait pas encore la forme que cela prendrait. On tissait des alliances, on tentait de répartir les responsabilités, la représentation au sein du conseil d'administration. Je voyais aussi la nécessité de former des étudiants. La clé pour un institut de recherche, ce ne sont pas les professeurs, ce sont les étudiants, les gens que l'on forme. Dès que l'Université Laval a su que l'on travaillait à ce dossier, ils se sont montrés intéressés. Or, on savait que tout ce qui touche à la recherche fondamentale était là, mais que tout ce qui touchait à la recherche appliquée se faisait par contrat, par des professeurs qui agissaient à titre de consultants. Quelqu'un, à ce stade, m'a suggéré de rencontrer Pierre Martin, un fonctionnaire du ministère de l'Éducation. Je n'oublierai jamais cette rencontre au cours de laquelle j'ai expliqué ma vision. Je ne savais pas ce qu'il faisait, mais j'ai su par la suite qu'il travaillait à la planification de l'Université du Québec. Je voyais, au fil des discussions, se préciser ce que je cherchais, un institut universitaire où il n'y aurait pas de premier cycle, mais qui serait très proche du secteur appliqué.

LN Qu'est-ce qui vous permettait de voir, dans ce projet de l'Université du Québec, quelque chose de plus positif que les autres options qui avaient été envisagées?

MS Il s'agissait d'une institution nouvelle.

LN Vous pouviez tout de suite jouer cartes sur table.

MS Oui, en effet. Par exemple, l'exclusivité de services à l'INRS, c'est de là que ça vient. Si on te paie des consultations, ton salaire vient de l'institution; tu n'as pas de deuxième revenu. C'était une période d'incubation. Quand l'Université du Québec a été créée dans ses premiers locaux, j'ai été détaché du Ministère et rattaché à l'université. J'avais pour mandat de rallier les ministères et de garder la cohésion des intervenants. L'idée était que si l'université devait assumer un rôle de recherche, les gestionnaires seraient bien trop occupés avec la gestion de la formation de premier cycle des campus et que la mise sur pied d'instituts de recherche en parallèle serait utile. À l'époque, on parlait encore de plusieurs instituts de recherche distincts et certains souhaitaient qu'ils relèvent des différentes constituantes de l'Université du Québec.

Quinze ans plus tard, on voit encore des traces de ces débats. Mais au moment où sortent les lettres patentes de l'INRS, on constate que, probablement à la suite de négociations de dernière minute, on a décidé de créer un seul institut. On annonce un centre de recherche sur l'eau faisant partie de l'INRS et le Ministère perd alors le contrôle sur cette entité.

Mon rôle a été de mettre tout ça en marche, d'engager les premiers professeurs. L'entente était d'engager le noyau des gens qui étaient au Ministère, quelle que soit leur formation, puis on a commencé à recruter.

LN Vous m'avez signalé qu'au MIT, l'hydrologie était une science embryonnaire. Mais, au moment de la création de l'INRS, vous aviez des outils en main. À cette époque, quels sont les besoins que vous cerniez, quelles étaient les questions à poser et qui allaient donner sa « couleur » à l'Institut?

MS La couleur vient essentiellement des gens qu'on a recrutés. Du côté de l'hydrologie, il y en avait quelques-uns qui étaient là, comme Jean-Pierre Villeneuve qui enseignait à l'Université Laval et qui semblait intéressé à se joindre à nous. Mais il fallait chercher dans d'autres domaines que je souhaitais développer, telles les sciences chimiques et biologiques. Nous voulions attirer des chercheurs ayant un doctorat, mais la question de notre statut, de notre financement était constamment remise en question par les organismes subventionnaires. Il fallait être reconnu comme une université pour avoir accès aux subventions. Bref, cela a pris un certain temps avant que nous puissions engager de nouveaux professeurs. Je me rappelle qu'en entrevue, la question était : « Êtes-vous intéressé à travailler sur les problèmes de l'eau? » S'ils étaient intéressés, on les engageait, mais la plupart ne connaissaient rien à ce domaine. Ceux qui venaient du Ministère n'avaient pas de doctorat; cela dit, plusieurs ont fait des études de troisième cycle par la suite.

Nous sommes en 1970, la biologie est encore très descriptive. Les étudiants allaient étudier les lacs et rivières durant trois mois l'été, on faisait de l'observation, des sciences naturelles quoi, mais on ne connaissait pas ce qui se passait les neuf autres mois de l'année.

LN Vous êtes en train de me dire que l'étude de la ressource en conditions hivernales n'était pas développée?

MS C'est cela. Nous n'avions ni les outils, ni les connaissances.

LN Au cours de ces années, on assiste à la prise de conscience de l'environnement, de l'écologie et de la pollution. Aviez-vous constamment en tête l'idée de mettre l'INRS sur cette voie?

MS Je laissais cela entre les mains des jeunes professeurs. Certains sont allés en Europe chercher l'expertise et apprendre comment aborder les problèmes. Je pense notamment à André Caillé qui est devenu président-directeur général d'Hydro-Québec par la suite. Ce sont eux qui ont appris. J'ai décroché des contrats de recherche, mais ce sont eux qui les ont réalisés.

LN Mais, dans vos choix d'embauche, vous aviez cette vision?

MS Je cherchais quelqu'un qui avait une bonne formation, titulaire d'un doctorat, mais qui ne considérait pas que son doctorat était une fin en soi, ce sur quoi il allait travailler toute sa vie, comme beaucoup de chercheurs. Je cherchais quelqu'un qui était conscient des problèmes environnementaux. Quelqu'un qui voulait s'ouvrir. Pierre Campbell, par exemple, qui arrivait d'un postdoctorat en Australie, m'avait fortement impressionné en entrevue... Je misais sur les personnes.

LN Et après 1973, vous êtes retourné au gouvernement du Québec. Pourquoi?

MS Pour des questions de financement. Nous avions par ailleurs déposé notre candidature pour un programme de doctorat et le programme nous avait été refusé parce que je n'avais pas de doctorat. Dans leur vision, c'était une faille, mais je ne m'occupais pas d'enseignement, j'étais un responsable administratif du programme.

LN Vous êtes resté au gouvernement du Québec pendant une dizaine d'années. Cela vous a permis d'acquérir une vue d'ensemble de la situation. Vous reviendrez finalement à l'INRS en 1982. Comment ces années de travail dans la fonction publique ont-elles modifié votre vision de l'INRS?

MS Peu de gens reviennent sur une partie du cheminement qu'ils ont entrepris. Beaucoup m'ont critiqué. Mais il est difficile d'être fonctionnaire lorsqu'on est chercheur. L'INRS-Eau était en crise à ce moment-là et on est venu me chercher. Je voulais me rapprocher du contenu.

LN Si l'on pose la question des liens de l'INRS avec l'État, est-ce que vous sentez que vous jouez un rôle dans l'évolution des choses, est-ce qu'on vous écoute?

MS Au fil de mon cheminement, je me suis engagé tant au niveau national qu'au niveau international dans divers comités, et j'ai très vite réalisé que ce n'est pas parce que des comités siègent que les problèmes se règlent. On fait un point sur un sujet, le rapport est là, mais il faut que quelqu'un le reprenne, parfois cinq ou six ans plus tard, afin de faire avancer les choses. Et les choses bougent par le biais des étudiants, la force d'une institution. Les gens sortis de l'INRS avec une maîtrise, où se trouvent-ils actuellement? Les réseaux qu'ils ont développés, ce qu'ils ont appris ou ce qu'ils n'ont pas appris, c'est cela qui fait la différence. Et même s'ils n'occupent pas un poste de responsabilité, les gestes qu'ils font au jour le jour, même les gestes techniques, ont des conséquences. Ce n'est pas un cadre, qui n'a jamais été confronté à ces choses-là, qui aura une influence. Par contre, un jeune qui a été formé ici voit arriver une nouvelle idée, garde contact avec des professeurs; tout ça est un réseautage. C'est là que réside la force de l'INRS.

LN En 2000, plusieurs personnes avaient justement des craintes par rapport à la relève. Il semble que le vent ait tourné.

MS J'avais des craintes moi aussi. Il y a eu périodiquement des remises en question de l'INRS; il arrive que des institutions meurent après le départ d'une première vague de professeurs. J'avais peur de cela. Je n'étais plus là, en fait j'étais là comme spectateur, et j'ai dit bravo à Jean-Pierre Villeneuve. En 2000, je ne savais pas où on s'en allait, il y avait des problèmes, la formule de financement n'était pas là et Jean-Pierre Villeneuve a pris cela en main.

LN Parlez-nous de ces problèmes de financement.

MS Il s'agissait d'évaluer la part de budget qui revenait à l'INRS et celle qui, par conséquent, revenait à l'INRS-Eau. Tout cela est intimement lié; si l'INRS a plus de ressources, il est capable d'assurer un renouvellement. Sinon, dès qu'un chercheur part, on ferme le poste. J'ai l'impression que dans le domaine de l'eau, on a fait bien plus que de maintenir le nombre de professeurs en place. Jean-Pierre Villeneuve s'est engagé dans les comités de gestion interne, là où se jouent les négociations entre les directeurs de centres.

LN Nous parlons de monsieur Villeneuve. Les questions de multidisciplinarité et d'interdisciplinarité sont très importantes pour lui. J'aimerais vous entendre parler de ces aspects.

MS C'est essentiellement une question de sémantique. Il existe de multiples définitions, multi, inter, vous pouvez être d'accord ou non. La question est de savoir comment vous interprétez les termes. Je pense qu'il est irréaliste de penser qu'un domaine qui est à cheval sur deux disciplines va se développer comme une génération spontanée. Comment s'ouvre-t-on à la multidisciplinarité ou à l'interdisciplinarité? C'est certainement en donnant la chance à de bons chercheurs de côtoyer d'autres chercheurs et de changer leur mode habituel de travail. Et ce n'est peut-être pas le professeur qui a développé son champ de recherche qui saura le faire. C'est peut-être davantage l'étudiant qui aura deux directeurs de thèse, par exemple, et qui pourra sortir des sentiers battus pour développer une vision plus large. Il n'y a rien de pire, dans une institution comme la nôtre, que cette relation père-fils entre professeur et étudiant : j'excelle dans un domaine, mon étudiant deviendra une main-d'œuvre et on lui demandera de répéter ce que j'ai fait. Je pense que l'INRS est bien placé pour travailler dans le sens de l'ouverture. On pourrait évoquer ici, par exemple, cette demande que l'on fait aux étudiants au doctorat de rédiger un court projet différent du sujet de la thèse. Les professeurs sont là, mais l'avancement de la recherche, le transfert de la connaissance se fait par les étudiants.

LN Monsieur Slivitzky, vous vous êtes intéressé à la responsabilité scientifique. Dans les années 1980, vous étiez membre du Conseil des sciences du Canada où vous vous êtes intéressé plus particulièrement au rôle de la science dans la gestion des ressources en eaux douces. Comment voyez-vous ce rôle de la science, de l'homme de science, par rapport à un certain nombre de problèmes qui lui sont contemporains, cette question de l'engagement de l'homme de science et le rôle de l'INRS?

MS Je reviens à la question de l'engagement des individus. Le professeur qui est ici et qui ne sort jamais de son laboratoire, je dirais qu'il n'a pas sa place à l'INRS. Évidemment, cela demande beaucoup. Dans le processus d'évaluation des enseignants, il y a des cotes qui sont données concernant l'engagement dans le milieu. Il peut s'agir de contacts avec une ONG par exemple. C'est très bon, il faut que les chercheurs soient concernés, cela leur ouvre des horizons et les fait évoluer. Évidemment, il faut faire les bons choix. Il y a beaucoup d'associations scientifiques. Je pense à l'un des derniers comités auxquels j'ai siégé qui fut également l'une des expériences les plus stimulantes pour moi. En 1993, Environnement Canada et Santé Canada ont mis sur pied un programme de recherche sur les problèmes environnement/santé. Quarante millions de budget. Parmi la vingtaine de spécialistes engagés dans le projet, j'étais le seul à n'avoir aucune connaissance dans le domaine de la santé. Il fallait développer dans un domaine qui m'était inconnu, la toxicologie. Nous devons nous poser la question : « Si tel ou tel programme est adopté, qu'est-ce que cela apportera de nouveau? » C'était très stimulant. On a des choix à faire, mais comment choisir? Bien évidemment, on choisit en premier lieu les programmes qui sont bons, mais, par la suite, il faut faire des choix de société. Et les conséquences sont immédiates.

LN Monsieur Slivitzky, vous avez quitté l'INRS en 1992, et vous êtes maintenant professeur émérite. Quels sont les dossiers qui vous ont tout particulièrement occupé au cours des dernières années?

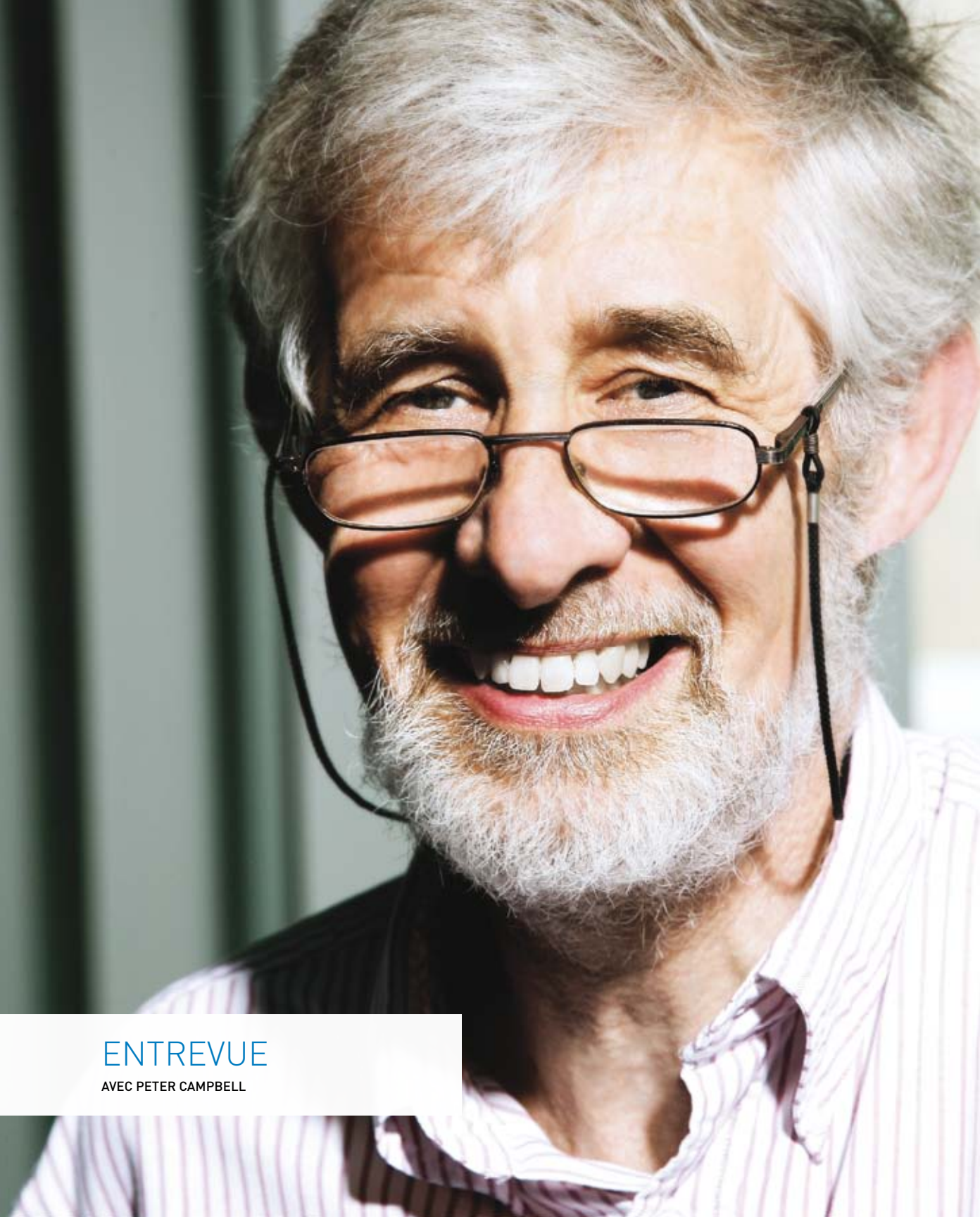
MS Je me suis beaucoup investi dans un dossier qui m'a longtemps intéressé : les changements climatiques. Quelques personnes travaillent avec moi, dont une que je trouve brillante, Anne-Catherine Favre. Elle est arrivée de Suisse il y a trois ans, elle enseigne ici. Dans le domaine des mathématiques et des statistiques, c'est peut-être l'étudiante la plus brillante que j'aie rencontrée. Je l'intègre dans certains contrats et ses connaissances dans le domaine des changements climatiques se développent. Elle a une bonne équipe derrière elle, mais dans des domaines plus appliqués. Disons qu'avec mon vécu en hydrologie au cours des cinquante dernières années, je pense que je peux apporter quelque chose. Aujourd'hui, je reviens à l'hydrologie. Or je constate que ce qui a le plus manqué au Québec, c'est l'hydrologie vue comme une science physique et non comme une science mathématique. C'est un débat qui dépasse l'INRS, on le voit aux États-Unis, et qui est loin d'être résolu : l'hydrologie vue comme une science de la terre et non pas seulement comme une science de l'ingénieur. Autrement dit, est-ce que vous voyez l'hydrologie comme partie de l'environnement? Voir l'eau dans son cycle de circulation, comme l'atmosphère par exemple, ou voir uniquement l'hydrologie comme une série de données statistiques et les analyser pour sortir des résultats d'application pratique.

LN Vous parlez de la nécessité d'avoir une pensée, une réflexion?

MS D'en faire une science à part entière, une science qui repose sur des prémisses physiques; certains chercheurs, notamment aux États-Unis, ont basculé du côté du traitement des données. On a actuellement des ordinateurs super puissants... le plus de données on y met, le mieux c'est, mais on perd le contact avec la réalité. Je dis souvent aux chercheurs avec lesquels je travaille : «N'oubliez pas que ce que l'on a, ce ne sont que des données d'observation. Est-ce que vous avez absorbé cela, au-delà des statistiques?» L'hydrologie est une science de la terre, ce n'est pas qu'une science d'ingénieur. Si j'ai besoin de calculer le débit d'une crue, j'ai trente-six méthodes que je peux raffiner à l'extrême pour arriver à trouver des réponses. C'est l'approche de l'ingénieur qui a besoin de données pour concevoir des ouvrages. Elle permet de répondre à une question spécifique, mais non de comprendre le problème.

Or, on peut utiliser les mêmes modèles, non pas pour prévoir, mais pour comprendre ce qui se passe et pourquoi. C'est la différence. Quand j'étais au MIT, j'avais un collègue, Peter Eagleson, qui terminait à ce moment-là son doctorat en hydrologie. Il a évolué dans les hautes sphères de l'hydrologie aux États-Unis et c'est de lui que proviennent la réflexion et l'analyse théorique les plus poussées dans le domaine. Au lieu de trouver une formule magique pour répondre à toutes les questions, il faut comprendre ce qui se cache derrière un phénomène, se demander si on est capable de l'expliquer et, par conséquent, de le modéliser. Peter Eagleson a tenté de décrire le cycle complet des processus de l'eau, ce cycle qui forme un tout physiquement cohérent.

Ici, à l'INRS, Alain Rousseau est celui qui se rapproche le plus de cette vision. Il travaille sur la rivière Chaudière et se demande, par exemple, dans quelle mesure les animaux qui vont s'abreuver dans une rivière vont la polluer. Il existe donc des modèles théoriques pour analyser le processus et comprendre son évolution. Toute science passe par ces étapes, description, compréhension, modélisation, mais il faut passer à l'étape suivante, poser les bonnes questions. Derrière un problème d'inondation, par exemple, on peut faire des calculs et trouver les solutions pour la construction de réservoirs, mais on doit penser à l'occupation du territoire, aux gens qui habitent la plaine d'inondation. Les outils, on se les donne, mais les problèmes sont beaucoup plus complexes et il faut éviter d'ajuster les problèmes aux outils dont nous disposons.



ENTREVUE

AVEC PETER CAMPBELL



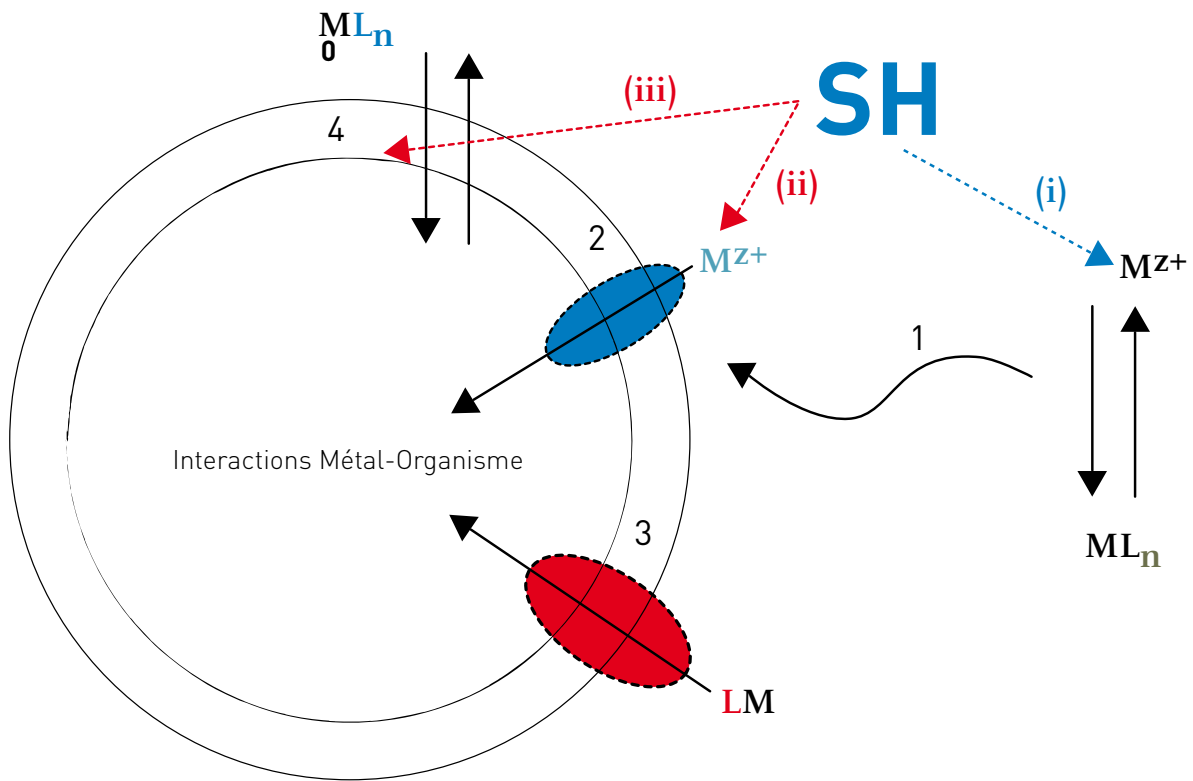
PETER CAMPBELL

PETER CAMPBELL FUT DIRECTEUR DE L'INRS-EAU DE 1978 À 1982. APRÈS AVOIR TERMINÉ SES ÉTUDES EN CHIMIE À L'UNIVERSITÉ BISHOP'S DE LENNOXVILLE ET À L'UNIVERSITÉ QUEEN'S DE KINGSTON, IL ENTREPREND UN STAGE POSTDOCTORAL EN AUSTRALIE, À L'UNIVERSITÉ MONASH DE MELBOURNE. IL SERA ALORS INVITÉ PAR MICHEL SLIVITZKY, PREMIER DIRECTEUR DE L'INRS, À JOINDRE LA TOUTE PREMIÈRE ÉQUIPE DE CHERCHEURS DU CENTRE EN 1970.

Non seulement nous dresse-t-il ici un portrait des premières années de l'INRS-Eau, mais il témoigne aussi des développements d'une chimie de l'environnement. Très tôt, en effet, Peter Campbell démontrera un intérêt pour les questions environnementales, notamment l'impact de la qualité de l'eau et de la présence des métaux sur la faune, de même que l'importante question de la contamination des eaux souterraines. Au cours de cette entrevue, il nous parle de son intérêt pour l'approche multidisciplinaire et les projets liés à des préoccupations sociétales. Toujours professeur à l'INRS, il évoque en outre sa passion pour l'enseignement et la collaboration avec une nouvelle génération de chercheurs.

Ses travaux en biogéochimie et en écotoxicologie des métaux dans le milieu aquatique lui ont valu une reconnaissance au Québec et au Canada. Il fut, entre autres, directeur du réseau pancanadien de recherche MITE (Metals in the Environment Research Network), de 1998 à 2004, et détient actuellement une Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux. Peter Campbell a été élu à l'Académie des sciences de la Société royale du Canada en 2002.

« DANS LE CAS DES PLUIES ACIDES, LES PLUIES QUI TOMBENT DANS UN BASSIN VERSANT ONT TENDANCE À ACIDIFIER LA SOLUTION DANS LE SOL ET, EN L'ACIDIFIANT, MOBILISENT CERTAINS ÉLÉMENTS, NOTAMMENT L'ALUMINIUM.... »



1. Contrôle diffusif 2. Transport facilité M^{Z+} 3. Transport facilité L-M 4. Transport passive ML_n

M = un métal; SH = substances humiques; L = un ligand

LISANNE NADEAU :

Monsieur Campbell, à la lecture de votre *curriculum vitae*, j'ai tout d'abord noté une passion pour la chimie.

PETER CAMPBELL :

Oui, j'ai en effet été attiré d'abord par la chimie plutôt que par la physique ou la biologie. Cela est en partie dû à mes professeurs. L'un d'entre eux m'a tout particulièrement inspiré lors de mes études en chimie à l'Université Bishop's de Lennoxville. Il était un excellent pédagogue. À cette époque, j'ai un peu rejeté la biologie, à laquelle je suis toutefois revenu par la suite.

LN Vos deux champs de spécialisation actuels sont la biogéochimie et l'écotoxicologie.

PC Ma formation est tout à fait classique. J'ai fait un doctorat en chimie organique à l'Université Queen's. Durant ces études, toutes mes recherches se faisaient en laboratoire. Je manipulais des éprouvettes, des fioles, et il fallait à tout prix éviter le contact des substances avec l'eau! Quelle ironie! Je suis ensuite parti en Australie pour un postdoctorat de deux ans en chimie organique. Là encore, j'avais la même contrainte concernant l'eau. Il aurait alors été impossible de prédire que je travaillerais un jour sur les eaux naturelles au Centre CEQUEAU! À l'époque, on ne formait pas de chimiste de l'environnement. Alors que je cherchais un poste dans une université, j'ai reçu une lettre de M. Michel Slivitzky. Il ne me connaissait aucunement, mais il savait que j'avais fait des recherches sur le mercure dans le cadre de mon doctorat. Or, au début des années 70, le mercure était déjà associé à des problèmes environnementaux importants. J'avais aussi, en Australie, travaillé sur le phosphore, un autre élément qui causait beaucoup d'inquiétude à l'époque; on savait en effet qu'il contribuait, sous la forme de phosphates, à la surfertilisation («eutrophisation») de nos lacs. M. Slivitzky a été attiré par ces deux aspects.

Si on regarde maintenant mes champs d'intérêt depuis une vingtaine d'années, ils sont effectivement associés aux domaines que vous avez mentionnés, axés sur les métaux dans l'environnement. Précisons que lorsqu'on parle de biogéochimie, on parle du comportement des métaux dans l'environnement. On étudie comment les métaux cheminent, en portant un intérêt particulier aux métaux qui proviennent de sources anthropiques, par exemple, des raffineries de métaux de Rouyn-Noranda et de Sudbury, qui sont les deux plus grandes usines de ce genre dans le Nord.

Ces usines sont des sources d'effluents liquides et surtout d'émissions atmosphériques. On parle donc de pollution atmosphérique, de transport dans l'atmosphère et de retombées, un peu comme des pluies acides, mais dans ce cas-ci, il s'agit de pluies contenant des contaminants métalliques. La biogéochimie étudie le comportement de ces métaux une fois qu'ils sont sur la partie terrestre ou dans les lacs et les rivières, ce que l'on appelle le milieu récepteur. Alors que dans le domaine de l'écotoxicologie, on examine la façon dont ces métaux réagissent avec la faune et la flore, après avoir intégré le milieu récepteur, après avoir réagi ou changé de forme dans celui-ci. La biogéochimie est l'étude du parcours et l'écotoxicologie, l'analyse de l'interaction des métaux avec les organismes vivants dans le milieu récepteur.

LN On voit un lien de cohérence, car déjà, au moment de vos études avancées en chimie, vous vous intéressiez au mercure et au phosphore.

PC Le lien a l'air évident maintenant, mais au moment où j'ai fait mes recherches sur le mercure, je m'intéressais à l'élément comme catalyseur et non comme polluant. Par contre, le mercure, parmi tous les métaux, est probablement celui qui, avec le plomb et le cadmium, est le plus problématique. Mon intérêt pour cette question date des années 70, ou même plus tôt. En 1970, au moment de la création de l'INRS-Eau, on avait détecté des concentrations de mercure dans les poissons des Grands Lacs qui étaient de beaucoup supérieures à la limite acceptable pour la consommation. Quant au phosphore, je m'y étais intéressé non pas comme élément nutritif dans un lac, mais bien dans un contexte de synthèse de nouvelles molécules organiques.

LN Comment avez-vous réagi lorsque vous êtes arrivé dans ce domaine que vous n'aviez jamais abordé? Il y a eu une période de formation sur le terrain, d'adaptation...

PC Nous sommes arrivés à l'INRS en 1970 et il n'y avait pas de laboratoire. Pour un chimiste comme moi, c'était me couper de mon quotidien. Nous étions presque une vingtaine de chercheurs et il n'y avait que deux chimistes. Il y avait aussi des biologistes, des ingénieurs et des hydrologues parmi nous. J'étais très jeune, je n'avais pas d'expérience dans le domaine. Heureusement, un ouvrage intitulé *Aquatic Chemistry* est paru cette année-là. Le timing était impeccable. C'est devenu notre bible alors que nous cherchions à faire le saut de la chimie que nous avions apprise à la chimie de l'environnement.

LN Qu'est-ce qui vous a motivé à ce moment, une conscience environnementale, un goût du défi, un intérêt pour la multidisciplinarité?

PC Je pense que nous avons tous une conscience environnementale. Le début de ces préoccupations pour l'environnement avait bien entendu été marqué dans les années 60 par les travaux de Rachel Carson. Et même si j'avais travaillé plutôt dans la chimie non appliquée et non environnementale, j'étais immergé dans un milieu où l'on parlait beaucoup des problèmes posés par les contaminants organiques, par les pesticides notamment. De plus, si vous regardez ce que j'ai fait et ce que je fais depuis vingt ans, vous constaterez un intérêt pour des sujets qui se situaient aux frontières de disciplines connexes. Ainsi, la chimie que je pratiquais et que je pratique toujours est intimement associée à la vie biologique; c'est la chimie des interfaces. Je vous donne un exemple : chez le poisson, les branchies constituent une zone très importante de contact avec le milieu. Elles servent au transfert de l'oxygène, afin que le poisson puisse respirer. Cependant, cette très grande superficie qui permet au poisson de vivre, l'expose en même temps à tous les contaminants qui sont dans l'eau. Je m'intéresse donc à la chimie dans le milieu, mais aussi à la chimie à l'interface même où les substances qui se dissolvent dans l'eau touchent la membrane biologique et passent à l'intérieur de l'organisme.

LN Parlons de transdisciplinarité. Pourrions-nous dire, Monsieur Campbell, qu'à l'époque, l'INRS-Eau était le lieu où se développait cette approche?

PC Tout à fait, nous étions des pionniers, mais nous n'étions pas les seuls. Si, à cette époque, vous aviez fait un survol de toutes les universités au Canada, vous auriez trouvé une quinzaine d'autres centres d'études environnementales ou d'études de l'eau. Cependant, il s'agissait dans presque tous les cas d'un centre virtuel – il y avait un directeur, un secrétaire, un comptable et, associés à eux, des chimistes dans un département de chimie, des biologistes dans un département de biologie, etc. Initialement, ces regroupements virtuels ont bien fonctionné (il y avait un certain enthousiasme, un directeur ou une directrice qui avait un certain charisme...), mais au fil du temps, les personnes qui y travaillaient étaient évaluées non pas par le centre, mais par leur département d'origine. Le fait qu'elles travaillaient dans ces instituts de recherche était toléré, mais jugé secondaire. Progressivement, celles qui avaient fait le saut initial pour travailler dans ces centres ont abandonné et sont retournées à leur département d'attache. Comme résultat, il ne restait, dix ans plus tard

que trois centres, dont l'INRS-Eau. À l'INRS, il n'y avait pas de département de chimie, pas de département de biologie,... Je n'ai pas de filiation ailleurs qu'ici et c'est la même chose pour tous mes collègues. Nous n'avions donc le choix que de devenir un centre multidisciplinaire.

LN Et ce fonctionnement vous attirait, avec cette possibilité d'un engagement personnel?

PC Oui, effectivement. Les interprétations *a posteriori* sont peut-être risquées, mais l'idée de pouvoir travailler avec des gens de différentes disciplines, de faire partie d'une équipe et de continuer à résoudre des problèmes sociétaux m'intéressait vivement. Il y avait là des personnes comme M. Slivitzky, et d'autres – je pense à M. Charles Beaulieu – qui ne manquaient jamais d'insister sur notre mandat, inscrit dans les lettres patentes de l'Institut, c'est-à-dire de nous inciter à faire des recherches au service de la collectivité, d'essayer de résoudre des problèmes environnementaux pour le Québec. C'était par conscience environnementale, mais aussi sociétale.

LN Souhaitez-vous nous parler des grands projets auxquels vous avez pris part au cours des premières années de l'Institut, soit les années 70, et qui vous apparaissent structurants non seulement pour votre carrière, mais également pour l'évolution des sciences de l'eau à l'INRS?

PC Dans les années 70, mes intérêts étaient encore plus variés que maintenant, en ce sens que je m'intéressais à la fois aux métaux et aux substances nutritives. Les «substances nutritives» sont les engrais, les substances qui stimulent la croissance dans un lac ou une rivière. On parle du phosphore et de l'azote. J'étais à cheval sur les deux domaines jusqu'en 1978, lorsque je suis devenu directeur du centre pour une période de quatre ans. À ce moment, j'ai dû abandonner l'un de ces deux champs de recherche et j'ai choisi de laisser tomber l'étude des éléments nutritifs.

LN Comment réussir à assumer les fonctions de directeur tout en continuant à faire de la recherche?

PC Ce n'était pas facile et j'ai beaucoup profité de l'aide de M. André Tessier qui a pris la relève de certains dossiers dont j'avais toujours la responsabilité pendant ces quatre années. Après ce premier mandat, j'ai dû faire un choix :

continuer à la direction ou redevenir chercheur. J'ai choisi de retourner à la recherche. J'ai beaucoup appris sur moi-même durant cette période. Je pense que l'expérience a été utile, mais qu'elle était prématurée : en 1978, je n'avais que trente-cinq ans. Le centre était en pleine crise financière.

LN Ça n'a pas toujours été facile.

PC Nous reviendrons sur ces grands projets par la suite, mais je pourrais souligner à ce sujet un fait important. C'est que lorsque l'INRS a été lancé, il y avait une opposition féroce de la part des universités traditionnelles, Laval, Montréal, McGill, Sherbrooke... Pendant une dizaine d'années, il y avait des rumeurs voulant que l'INRS devait disparaître, que le centre INRS-Eau devait faire partie de l'Université Laval, et ainsi de suite. C'était une période un peu stressante sur ce plan. Cependant, il faut également souligner que, dès les premières années, nous avons bénéficié de contrats de commandites avec de grandes sociétés comme Hydro-Québec et avec le ministère des Richesses naturelles. Rappelons qu'à l'époque, le ministère de l'Environnement n'existait pas. Maintenant, si l'on parle de grands projets, de projets structurants pour le centre et surtout pour les gens qui, comme moi, y ont participé, il y a eu ce projet qui portait sur les rivières Yamaska et Saint-François, une étude qui a duré trois ans.

LN Pourquoi Yamaska et Saint-François?

PC La rivière Yamaska était déjà reconnue comme une des rivières les plus influencées par les activités humaines au Québec, si l'on considère la densité de la population, la densité de l'agriculture, l'industrie. C'est une rivière assez petite. Quant à la Saint-François, elle est plus grande, un peu plus sauvage que la Yamaska; son bassin versant est moins peuplé, et on y retrouve moins d'industries. Ces deux rivières avaient été identifiées par le ministère des Richesses naturelles comme étant des rivières à problèmes. Le projet était de travailler conjointement avec le Ministère, afin de concevoir et de mettre à l'essai une méthode prototype qui nous permettrait de faire un diagnostic de l'état d'une rivière. Ce programme devait être conçu et appliqué dans un premier temps sur les rivières Yamaska et Saint-François et, par la suite, si les résultats étaient probants, le Ministère utiliserait les outils pour évaluer l'état d'autres rivières au Québec.

LN Cela semble assez nouveau comme approche en ce sens que, précédemment, on s'intéressait davantage aux lacs. De plus, le fait de s'intéresser aux rivières n'était-il pas lié à un intérêt à l'égard de l'urbanité et de la pollution en milieu urbain?

PC Oui, c'est un peu ça. Si vous regardez la situation géographique du Québec et de l'Ontario, l'Ontario est assise sur les Grands Lacs. Je vais simplifier à outrance, mais posons-nous la question : « Où aboutissent les eaux usées, en Ontario? » Dans les Grands Lacs. Depuis une quarantaine d'années déjà, les gens en Ontario sont conscients de leurs ressources en eau, les Grands Lacs, qu'ils partagent avec les États-Unis. Il fallait qu'ils protègent ces lacs où les eaux sont plus ou moins stagnantes, alors que dans les rivières, il y a bien sûr une plus grande circulation. Ils ont dû concevoir l'installation d'usines de traitement des eaux résiduaires, c'est-à-dire de traitement primaire, secondaire et même tertiaire, pour protéger les Grands Lacs. Au Québec, dans la partie la plus peuplée de la province, nous avons un fleuve qui passe à très grands débits, avec un très grand pouvoir de dilution. De plus, si vous regardez toutes les villes importantes, vous constaterez qu'elles sont assises sur une rivière. Au Québec, plutôt que d'aboutir dans les Grands Lacs en aval, les eaux usées aboutissent dans le fleuve et sont exportées vers le golfe du Saint-Laurent. Pendant longtemps, on ne voyait pas le besoin ou l'intérêt de traiter les eaux. Ce n'était pas une priorité.

LN On avait l'illusion que tout allait bien, car tout cela circulait.

PC On croyait pouvoir fermer les yeux en aval. On se trompait. Le programme que nous avons conçu était donc un programme pilote pour deux rivières qui devaient servir de modèles pour les autres rivières québécoises. Dix ans plus tard, dans les années 80, le dossier important était celui des pluies acides. Permettez-moi d'ouvrir ici une parenthèse. Je voudrais noter que, dans certains centres comme le nôtre, le financement est très influencé par les sources d'argent disponibles. Si le gouvernement fédéral ou provincial décide que la question des pluies acides est une priorité, et qu'il annonce des programmes d'investissement en recherche dans ce domaine, nous devons réagir à ça. Il était donc relativement facile, pendant les années 80, d'obtenir des subventions pour faire de la recherche sur ce sujet et trouver des solutions.

LN Revenons aux pluies acides.

PC Nous avons travaillé avec le ministère de l'Environnement qui avait été créé en 1979. Je m'intéressais surtout à l'influence des pluies acides sur les métaux déjà présents dans le sol. Il faut mentionner que les métaux sont présents à l'état naturel dans le sol. Il y a une distinction à faire ici entre les chercheurs de l'INRS qui travaillent sur les métaux, comme nous, et ceux qui étudient plutôt la question des contaminants organiques (ex. : pesticides, biphényles polychlorés, hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les métaux ont toujours été là et tout ce que l'homme fait, par ses actions, c'est de changer leur disponibilité ou la vitesse à laquelle ils sont disponibles. Dans le cas des pluies acides, les pluies qui tombent dans un bassin versant ont tendance à acidifier la solution dans le sol et, en l'acidifiant, mobilisent certains éléments, notamment l'aluminium...

LN ... qui est stimulé par les pluies acides...

PC ... stimulé ou mis en solution. Le terme utilisé en biogéochimie est « mobilisé »; l'élément est rendu mobile. Si vous regardez une série de lacs, d'un lac normal près de la neutralité jusqu'à un lac acide, vous allez trouver que la concentration en aluminium augmente. Le lac acide contiendra davantage d'aluminium. Or, des études en laboratoire ont permis de découvrir que l'aluminium est un élément pouvant provoquer la mortalité des poissons. Un des projets réalisés durant cette période portait donc sur ces phénomènes, c'est-à-dire sur la mobilisation de l'aluminium ainsi que sur ses effets sur les poissons, notamment le saumon atlantique. C'était fait en collaboration avec le ministère des Pêches et des Océans, qui se demandait si la diminution du volume des prises, dans le secteur de la pêche au saumon atlantique (diminution qui continuait dans les années 80), n'était pas due au phénomène des pluies acides et à l'influence de l'aluminium sur les jeunes poissons qui doivent vivre un an ou deux en eau douce avant de migrer dans la mer.

LN On voit tout de suite les liens avec l'industrie de la pêche, une réalité des gens de ces régions.

PC Tout à fait. Ces projets ont été initiés parce que les ministères étaient intéressés et qu'ils étaient prêts à donner les fonds, mais ce ne sont pas des projets farfelus, ce sont des projets qui sont liés à des préoccupations sociétales. Cela m'a toujours intéressé.

LN Parlons des eaux souterraines. Vous vous êtes intéressé aussi à ce problème qui, pendant longtemps, a été négligé.

PC Ici, mon rôle, ainsi que celui de M. Villeneuve – je crois qu’il sera d’accord avec moi – était un rôle de catalyseur. On parle du milieu des années 80. Jean-Pierre Villeneuve avait passé son année sabbatique, en 1980, à l’Université Stanford, en Californie. J’y étais aussi allé, en 1982, à la suite de mes quatre années à la direction de l’INRS-Eau. Le groupe de l’Université Stanford avait une expertise reconnue mondialement dans le domaine des eaux souterraines. Nous avons peut-être été tous les deux inconsciemment influencés par cette préoccupation californienne pour les eaux souterraines. Il n’en était pas question ici au Québec à cette époque alors que, là-bas, il y avait déjà un groupe de chercheurs qui se penchait sur la question. À notre retour, nous avons réussi à obtenir une subvention de la Fondation Donner pour lancer des activités dans ce secteur au Québec. Cette subvention de trois ans nous a permis d’engager deux jeunes chercheurs en postdoctorat, qui sont devenus par la suite professeurs ici. Je pense notamment à M. Lafrance qui travaille toujours à l’INRS. Nous avons lancé ce domaine d’activité au centre. Il faut noter que l’INRS-Eau est aujourd’hui fusionné avec l’INRS-Géoressources et qu’il a pu tirer parti de l’expertise de ce dernier dans le domaine des eaux souterraines.

LN C’est donc une question toujours aussi importante aujourd’hui.

PC Oui, elle occupe une partie importante des activités du centre. On a cru trop longtemps que les eaux souterraines étaient complètement protégées par le sol. On pensait que, même si on contaminait l’eau par l’agriculture ou l’industrie, celle-ci était filtrée par le sol et que les nappes d’eau souterraine restaient propres. Cependant, on s’est rendu compte que le sol constitue une protection partielle seulement. Il y a malheureusement des voies par lesquelles les contaminants peuvent migrer de la surface du sol jusqu’à la nappe phréatique.

LN En ce moment, est-ce encore votre principal champ de recherche?

PC Non. J’ai joué un rôle de catalyseur pendant six ou sept ans. Je suis aujourd’hui en périphérie, je regarde ce que mes collègues font. Au cours des dernières années, au sein de notre équipe, on met l’accent sur les métaux et les aspects toxicologiques. Auparavant, on s’intéressait plutôt aux cycles biogéochimiques

des métaux; leur toxicologie était moins importante pour nous. Depuis les années 90, c'est l'écotoxicologie qui est devenue plus importante et c'est notre succès dans ce secteur qui m'a permis de décrocher une Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux.

LN Voulez-vous nous parler de projets de recherche ou d'applications bien concrètes dans ce domaine?

PC Nous avons réussi à monter un réseau pancanadien, le MITE-RN (Metals in the Environment Research Network), dont j'ai été le directeur pendant cinq ans. C'était un grand défi et j'ai beaucoup aimé ce travail de réseautage. Nous étions cofinancés par le CRSNG, encore une fois, et l'industrie minière. Il s'agissait donc d'un partenariat entre le milieu universitaire, l'industrie et une agence du gouvernement fédéral pour une subvention de recherche. Les chercheurs du réseau ont examiné les sources des métaux, leur cheminement dans l'environnement et leur impact sur la faune et la flore, aussi bien en milieu terrestre que dans les eaux superficielles. Nos activités sur le terrain ont été concentrées dans deux régions, soit Sudbury (Ontario) et Rouyn-Noranda (Québec), où l'on trouve des fonderies comme sources de métaux. Des équipes ont même nolisé des avions pour faire des vols dans les panaches des fonderies et récolter des échantillons d'air avec des particules pour évaluer les quantités de métaux aéroportées. Nous étions une trentaine de chercheurs impliqués au Canada, et nous menions trois projets de recherche ici, au centre.

LN Quels ont été les résultats de ce travail en partenariat?

PC Disons qu'en 1983, nous avons identifié Rouyn-Noranda comme une région intéressante. Pourquoi? Parce qu'il y avait une grande cheminée qui était une source de contamination. Les vents dominants venaient de l'ouest et se dirigeaient vers l'est. Le panache était fortement chargé en métaux et il y avait plusieurs lacs en aval. On avait une gradation pour les lacs : très contaminés, modérément, peu, puis, là où on était protégé des cheminées, des lacs plutôt propres. En étudiant les organismes qui vivaient dans ces différents lacs, on pouvait voir comment ils réagissaient aux concentrations faibles, modérées ou élevées de métaux. Un peu comme si on faisait une expérimentation en laboratoire, mais on le faisait sur le terrain, dans des conditions beaucoup plus réalistes.

LN Et à partir de là, qu'est-ce qu'on fait pour que les choses changent?

PC Les choses s'améliorent beaucoup. Nous pouvons le constater parce que nous allons sur le terrain, à Rouyn-Noranda, depuis 1984. Nous avons donc des données qui datent de 1984-1985 jusqu'à aujourd'hui. Ainsi, les concentrations de métaux ont baissé dans ces lacs, même ceux situés tout près de la fonderie. Pourquoi? À cause d'un accord sur la qualité de l'air signé par le Canada et les États-Unis en 1991. Cette entente exigeait que le Canada diminue de beaucoup ses émissions acides. Les fonderies et les usines de raffinage sont non seulement responsables de l'émission de métaux, mais aussi de l'oxyde de soufre qui donne lieu à l'acide sulfurique, lequel contribue largement au phénomène des pluies acides. La décision a été prise de munir de dispositifs antipollution les cheminées des fonderies de Rouyn-Noranda, de Sudbury en Ontario, de Flin Flon au Manitoba et de Trail en Colombie-Britannique. Ces usines étaient responsables d'environ 75 % des émissions totales du SO_2 au Canada. Dans ces fonderies, on prend le minerai qui contient des métaux et des sulfures, et on le chauffe à des températures très élevées. En le brûlant, on fait oxyder le soufre. Aujourd'hui, des systèmes sont installés pour capter le SO_2 et le convertir en acide sulfurique. À Rouyn-Noranda, on a modifié le système antipollution pour éliminer les oxydes de soufre et, en agissant de la sorte, on a réussi à diminuer les émissions en métaux de 95 à 99 %. Pendant trois ou quatre ans, rien n'a changé dans les lacs que nous étudions, parce que le milieu terrestre continuait à fournir des métaux par lessivage, mais depuis à peu près 1995, on constate une nette amélioration de la qualité de plusieurs lacs.

LN Pouvons-nous affirmer que l'état des lacs s'améliore au Québec?

PC Oui. Si vous posiez la question à dix chercheurs, vous auriez peut-être des réponses différentes, mais moi, je suis optimiste. L'état des lacs s'améliore depuis les vingt dernières années et nous pouvons le constater, car nous allons presque tous les étés là-bas. L'état des rivières dans le sud du Québec s'améliore également; le progrès y est peut-être un peu plus subtil, mais le programme d'assainissement du gouvernement du Québec, avec l'installation d'usines de traitement un peu partout, produit de bons résultats. Avant les années 70, les Québécois jetaient tout dans leurs rivières; ce n'est plus le cas. L'état de notre milieu s'est amélioré, mais cela ne signifie pas qu'il n'y ait plus de problèmes.

LN Et pour ce qui est des eaux souterraines, pouvons-nous faire l'analyse d'une évolution?

PC Là, c'est beaucoup plus lent. L'avantage des rivières, c'est que si vous coupez vos apports en contaminants ou en substances nutritives, la situation va s'améliorer tout de suite. On sait aussi que le renouvellement des eaux d'un lac peut parfois prendre une dizaine d'années. Mais les eaux souterraines sont beaucoup plus lentes à se renouveler, à s'autonettoyer. Les eaux souterraines qui sont contaminées risquent donc de l'être pendant longtemps. Parmi les cas les plus frappants, il y a celui de Valcartier, où l'on constate une contamination par des produits organiques. Des chercheurs de l'INRS-ETE travaillent activement sur cette question. Dans certains cas, on peut intervenir en pompant l'eau, en la traitant et en la réinjectant, mais cela coûte extrêmement cher. Bref, il faut à tout prix éviter la contamination des eaux souterraines parce que c'est beaucoup plus difficile de les purifier par la suite.

LN Nous avons parlé de votre parcours... Vous êtes à l'INRS depuis maintenant trente ans. Monsieur Campbell, qu'en est-il de la relève?

PC Ce qui m'intéresse, ce qui me stimule à rester ici, à l'INRS, c'est surtout la présence de jeunes chercheurs autour de moi. Je revis l'expérience que je vivais dans les années 70. C'est drôlement intéressant. Il y a des jeunes qui sont arrivés avec de nouvelles idées, une formation plus appropriée, en chimie de l'environnement, par exemple. Après trente ans, on a sa façon de voir les choses et cela fait du bien de se voir bousculé par des gens qui ont des perceptions et des idées un peu différentes.

LN Est-ce que cela modifie de manière concrète votre façon d'aborder les problèmes très spécifiques sur lesquels vous travaillez?

PC Une des choses qui m'ont frappé est que certains des chercheurs que nous avons recrutés sont arrivés avec de nouveaux outils. Prenons le cas de la biologie moléculaire, qui nous offre une nouvelle façon d'étudier l'influence des substances toxiques sur l'expression des gènes et qui apporte des éclaircissements en ce qui concerne l'adaptation ou l'acclimatation des organismes indigènes à des stress. Dans mon temps, on s'arrêtait au niveau physiologique, alors que maintenant, on est en mesure d'examiner les mécanismes moléculaires impliqués dans la réponse des organismes. Avec ces nouveaux outils, ces nouvelles approches, on a des façons différentes d'observer les phénomènes.

LN Quels sont selon vous, Monsieur Campbell, les défis actuels pour l'INRS? L'Institut a toujours été perçu comme un phare. Dans votre domaine, quelles sont les questions incontournables? On parle beaucoup de changements climatiques; l'INRS s'est positionné par rapport à ces questions.

PC Oui. Heureusement, parmi les jeunes que nous avons recrutés pour former la relève, plusieurs sont sensibilisés à cette question, plusieurs ont même étudié dans ce domaine et possèdent des outils, des idées ou des approches qui peuvent nous aider. On ne peut pas consulter une revue à caractère environnemental sans y trouver des articles qui traitent des impacts des changements climatiques, que ce soient des changements de température ou des changements dans l'intensité des irradiations UV, sur le comportement à la fois des organismes eux-mêmes, mais aussi sur le devenir des substances toxiques. Voici un exemple à ce sujet : considérons une eau naturelle, dans le parc des Laurentides. Vous arrêtez votre voiture et vous vous rendez à une rivière ou à un lac; vous y remplissez un verre et vous constatez que l'eau est colorée; elle est jaune brun. C'est une situation tout à fait naturelle, causée par la présence de substances dites humiques. C'est absolument normal et même bénéfique lorsqu'on considère le comportement des métaux. Les substances humiques ont en effet tendance à se lier aux métaux et à les rendre moins toxiques. Un des problèmes avec les changements climatiques et l'augmentation des radiations UV, c'est que ces phénomènes entraînent la dégradation, l'auto-oxydation des substances humiques. Quels seront alors les effets d'un été plus chaud, avec davantage de soleil, avec davantage d'auto-oxydation, ce que l'on nomme le photo-bleaching? Dans les lacs soumis à des radiations ultraviolettes plus importantes, il y aura moins de matières organiques. L'eau semblera plus claire, moins colorée, mais elle sera moins apte à protéger les organismes qui y vivent.

LN Vous travaillez sur plusieurs projets avec des étudiants, notamment à des codirections avec vos collègues.

PC Pour les décrire, il faudrait employer un vocabulaire très technique. Mais disons que ce sont des études sur les algues. Si un lac devient un peu vert en été, c'est à cause de la présence d'algues microscopiques en suspension. On parle ici du phytoplancton. Souvent, les chercheurs vont prendre des algues et les apporter en laboratoire pour les étudier; elles sont relativement faciles à observer. Elles sont très sensibles aux contaminants parce que ce sont

des organismes unicellulaires et normalement sphériques; leur surface est donc entièrement exposée à l'environnement. Les algues sont des « cobayes » en quelque sorte pour des chercheurs comme moi qui veulent étudier des phénomènes ou des réactions de surface, entre le milieu et les algues en question. Comment le métal peut-il entrer dans une algue, par exemple? Or, en laboratoire, on peut mesurer la vitesse avec laquelle le métal passe de la solution vers l'intérieur de l'algue; on peut le mesurer et on peut le prédire. Si on met un ion comme l'argent dans l'eau, et qu'on ajoute un autre ion qui s'appelle le thiosulfate dans le milieu, la vitesse avec laquelle l'argent entre dans l'algue est de beaucoup augmentée. Nous ne nous attendions pas à ce résultat sans précédent. Grâce à nos recherches, nous avons réussi à expliquer le phénomène. Le thiosulfate est présent dans les effluents des usines qui font le développement de films photographiques. Avec l'arrivée de la photographie numérique, les apports en thiosulfate ont diminué, mais cet élément est également présent dans les étangs de traitement des résidus miniers. Si vous allez dans une mine récente, à Rouyn-Noranda, vous verrez que les effluents y sont recueillis, versés dans un étang pour déposer la matière en suspension, puis dans un deuxième étang où ils peuvent être traités... On peut trouver du thiosulfate dans ces étangs; il résulte de l'oxydation des sulfures présents dans les résidus miniers. Revenons à notre étudiant. Il observe ce phénomène en utilisant un autre métal, à savoir le mercure, qui demeure un élément d'intérêt. Il vérifie si le thiosulfate peut aussi accélérer l'entrée du mercure dans une algue. Pour ses études de terrain, notre étudiant ira dans la région de Portneuf où se trouve un lac qui est naturellement stratifié avec des eaux dites anoxiques, sans oxygène, et où l'on s'attend à trouver du thiosulfate à l'interface entre l'eau en profondeur et l'eau oxygénée en haut. Si tel est le cas, cette eau pourra être utilisée pour des tests en laboratoire. On travaille beaucoup sur les algues parce qu'elles se multiplient facilement en laboratoire, et parce que, dans la nature, elles se trouvent à la base même des chaînes trophiques dans la plupart des milieux aquatiques. On peut donc faire des recherches sur plusieurs générations d'algues sans que cela pose des problèmes éthiques tels que ceux liés aux tests faits sur des animaux.

LN **Et, éventuellement, on peut en arriver à des solutions environnementales.**

PC Oui. Ou tout au moins à une meilleure compréhension des phénomènes. Cela fait trente-six ans que des chercheurs du monde entier travaillent sur le problème du mercure et on ne comprend toujours pas son cycle biogéochimique. Il faut admettre que le mercure est sans doute le métal dont le cycle biogéochimique est le plus compliqué. À titre d'exemple, on ne comprend toujours pas pourquoi, dans certains lacs, il y a beaucoup de mercure dans le poisson, ce qui rend ce dernier impropre à la consommation, alors que dans un autre lac, juste à côté et qui semble identique, les poissons sont relativement propres.

LN **C'est donc la question qui vous obsède actuellement!**

PC (Rires)... Qui obsède beaucoup de chercheurs! Personnellement, je m'intéresse au mercure, mais également au cadmium. Il y a aussi le cas du plomb, que l'on retrouvait autrefois dans la peinture, dans l'essence. Parce que l'homme trouvait des usages pour ces métaux, on allait en chercher davantage et on en rejetait davantage. On a donc perturbé le cycle naturel de métaux. Dans le cas du mercure, ce n'est pas si évident. On a contribué à perturber le cycle du mercure, mais le mercure était déjà un élément plutôt mobile dès le début. Il existe, en effet, des émanations volcaniques très importantes en mercure, des émanations naturelles. Il y a une controverse à savoir jusqu'à quel point l'homme a perturbé le cycle de ce métal et comment.

Toujours sur le plan des interventions de l'homme dans son environnement, j'aimerais, en terminant, vous mentionner que je travaille actuellement avec les Cris. C'est très intéressant. La région de Chibougamau a été développée à partir des années 50 pour l'exploitation des mines de cuivre et d'or, sans respect pour l'environnement ni pour le peuple autochtone. À l'époque, on n'avait pas les mêmes préoccupations que maintenant. Les Cris nous ont demandé d'intervenir dans un dossier de réclamation pour des dommages potentiels sur l'environnement. Nous venons de franchir une étape très importante au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et au ministère des Richesses naturelles et de la Faune : ces ministères ont accepté de financer une étude d'évaluation de risque, ce que nous cherchions à obtenir depuis trois ans. En représentant la communauté crie, je dois tenter de comprendre la conception qu'ont les peuples autochtones des ressources naturelles. Leur culture, leur lien avec la nature, des questions aussi simples que la notion de propriété... C'est une triste histoire...

Les Cris ont été déplacés physiquement, sans aucun choix du lieu où ils vivraient, pour permettre l'exploitation de gisements à valeur commerciale. Ils ont été repoussés un peu partout sur le territoire pendant quarante ans, soit jusque dans les années 90, jusqu'à ce que quelqu'un, un visionnaire au sein de leur communauté, convainque les gouvernements fédéral et provincial de leur céder un terrain et de payer pour la construction d'un village modèle, Oujé-Bougoumou, à environ 50 km de Chibougamau. Ils ont maintenant leur petit village moderne où une partie de la population vit traditionnellement en récoltant, sur le terrain, le poisson et le gibier. La question qu'ils posent est la suivante : « est-ce qu'on peut continuer à faire ça ? Est-ce que l'impact des opérations minières passées et présentes sur la faune et la flore a été important ou non ? » Mon travail de chercheur m'a finalement amené à me pencher sur des questions dont la portée dépasse le cadre strictement scientifique.



ENTREVUE

AVEC MICHEL LECLERC

MICHEL LECLERC

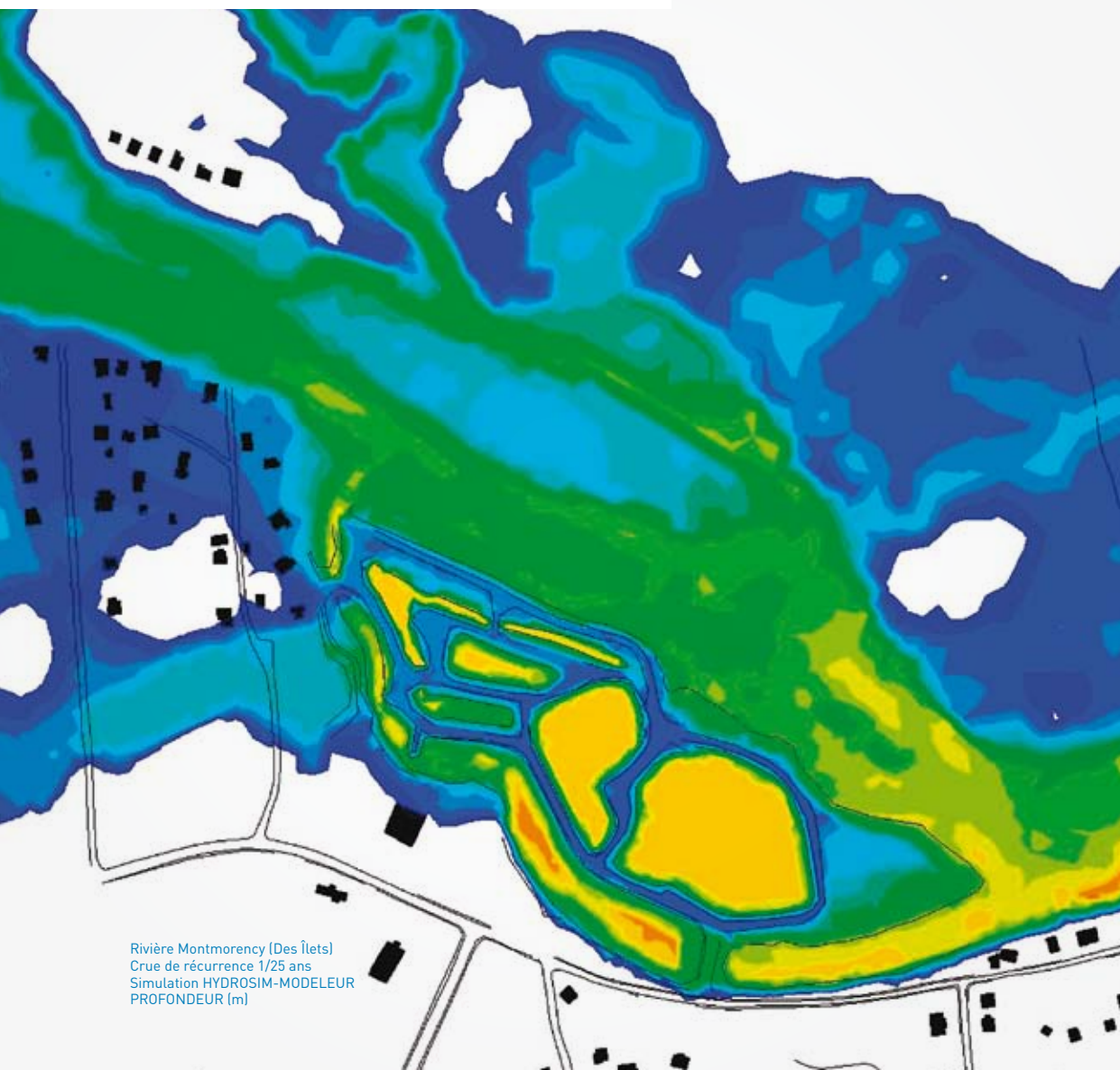
MICHEL LECLERC EST INGÉNIEUR ET PROFESSEUR À L'INRS DEPUIS SA FONDATION EN 1970. APRÈS DES ÉTUDES À L'UNIVERSITÉ LAVAL, IL OBTENAIT EN 1988 UN DIPLÔME DE DOCTORAT EN MODÉLISATION NUMÉRIQUE DE L'UNIVERSITÉ TECHNOLOGIQUE DE COMPIÈGNE (UTC), EN FRANCE. IL EST ACTUELLEMENT PROFESSEUR HONORAIRE AU CENTRE EAU, TERRE ET ENVIRONNEMENT ET AGIT À TITRE DE CONSULTANT.

Au cours de cette entrevue, il nous fait part de l'importance qu'a prise, tout au long de son parcours, l'action citoyenne. Michel Leclerc est notamment président fondateur du Conseil de bassin de la rivière Montmorency et il œuvre, depuis 1999, à la mise en place d'une gestion concertée de l'eau à l'échelle des bassins versants dans le Québec méridional.

Soulignant la mission spécifique de l'INRS, soit la recherche multidisciplinaire axée sur les besoins de la collectivité, il retrace ici son évolution personnelle en tant que scientifique, chercheur et enseignant.

Depuis les crues extrêmes de juillet 1996 au Saguenay, Michel Leclerc s'est activement engagé, en collaboration avec le gouvernement du Québec, Hydro-Québec et plusieurs municipalités, dans la mise en œuvre de politiques et de programmes de prévention et d'atténuation des risques naturels. Il est également à l'origine d'une collaboration avec Environnement Canada pour la modélisation échohydraulique du fleuve Saint-Laurent à des fins de réhabilitation écologique et a participé à l'élaboration d'une politique de maintien de débits réservés écologiques en relation avec le développement hydroélectrique de notre territoire. À son action à l'échelle nationale s'ajoute un rayonnement international. Secrétaire-fondateur de la section Échohydraulique de l'Association internationale de recherche et d'ingénierie hydraulique (AIRH) en 1997, il en sera également président de 1999 à 2002. Faisant équipe avec de nombreux collègues, notamment Yves Secretan, il a participé à la réalisation d'outils hydroinformatiques en hydraulique fluviale, dont l'usage s'est répandu un peu partout au Québec et dans le monde.

« IL EST CERTAIN
QUE LES ÉMOTIONS
ET LA SCIENCE
NE VONT PAS
TOUJOURS DE PAIR. »



Résultat d'analyse numérique du risque d'inondation sur la rivière Montmorency

LISANNE NADEAU :

Monsieur Leclerc, vous avez une formation en génie civil. Parlez-nous, je vous prie, du parcours qui vous a amené à poursuivre une carrière à l'INRS.

MICHEL LECLERC :

J'ai fait mes études en génie civil à l'Université Laval, mais je ne me sentais pas attiré par la perspective d'une carrière traditionnelle en ingénierie. J'ai donc obtenu une maîtrise sur la diffusion des contaminants. À l'époque, nous commençons à peine à prendre conscience des problèmes de pollution. Comme hydraulicien, je voyais de quelle manière les contaminants se propageaient dans les cours d'eau, mais j'étudiais ce phénomène d'un point de vue purement physique. Je n'abordais pas l'aspect chimique du phénomène et encore moins les conséquences biologiques qui en découlaient. C'est au moment de terminer ma thèse que j'ai eu l'idée d'utiliser dans mon introduction le mot « environnement » que je venais tout juste d'apprendre. C'est dire à quel point le cloisonnement des disciplines scientifiques avait un effet réducteur.

LN Nous sommes en 1970.

ML Tout à fait. J'aimerais aussi mentionner, d'entrée de jeu, qu'au cours de ma carrière scientifique, l'engagement politique a toujours été présent. Je me suis même occupé de politique électorale, et j'ai été organisateur d'élections. S'engager politiquement exige une implication citoyenne et la promotion d'un certain nombre de valeurs. Il s'agit de ne pas se contenter d'être un observateur externe, froid, qui ne se préoccupe que de science, de chiffres et de phénomènes...

LN On parle donc d'un intérêt pour le bien commun.

ML Effectivement, on parle d'un intérêt pour la société dans son ensemble ainsi que pour l'environnement. Lorsque j'ai commencé à enseigner, j'étais très jeune et certains de mes étudiants étaient plus vieux que moi. J'ai remarqué que cette génération était inquiète et commençait à se préoccuper des questions environnementales.

LN Donc, dès les années 70, on assiste non seulement à un phénomène de conscience citoyenne, mais également à l'émergence d'un sentiment d'inquiétude.

ML Oui. D'ailleurs, parmi nos premiers étudiants, certains étaient très engagés, de vrais militants. Je pense à André Delisle, par exemple, qui a travaillé pour le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) et qui a consacré toute sa vie aux causes environnementales et sociales. Voilà un véritable précurseur du développement durable. Il était à ce moment intéressé par la gestion intégrée et participative de l'eau, dans une perspective multidisciplinaire. À l'époque, de la documentation alarmiste circulait déjà; je pense entre autres au rapport Blue Print for Survival, qui a été diffusé partout dans le monde et qui sonnait l'alerte par rapport à l'exploitation incontrôlée des ressources, à la dégradation du milieu et à l'étalement urbain... Toutes ces problématiques ont surgi.

LN Si je comprends bien, des études circulaient déjà, mais ce sont plutôt les étudiants qui vous ont sensibilisé.

ML Ils étaient même prêts à faire la grève pour que ça bouge. Car il ne faut pas oublier que lorsque l'INRS a été formé, certains étudiants étaient visionnaires. Ils disaient : « On a beau parler de multidisciplinarité, mais quelles sont les valeurs véhiculées par cette approche? » Il ne faut pas oublier qu'à la première vague d'embauche, des ingénieurs, des chimistes et des biologistes ont été engagés. Le modèle visait à favoriser un climat de collaboration, mais cela ne voulait pas dire que les valeurs de l'Institut étaient centrées sur l'environnement. Les valeurs d'une organisation sont fondamentales. Il s'agit peut-être d'un constat philosophique, mais c'est fondamental au point que parfois on n'en est même pas conscient, tellement elles font partie des assises de l'organisation.

Michel Slivitzky avait établi un bilan complet des préoccupations gouvernementales par rapport à la gestion de l'eau. Il s'est d'abord attardé à la disponibilité des ressources hydriques, car on parlait alors beaucoup d'hydroélectricité. Il fallait évaluer ce potentiel. On commençait aussi à examiner les questions liées à la contamination des eaux de surface et souterraines. En Ontario, depuis une dizaine d'années déjà, on travaillait à l'épuration des eaux alors qu'au Québec, cela n'avait pas encore vraiment commencé.

LN Diriez-vous que ces problèmes n'étaient pas encore abordés en faisant preuve d'une conscience environnementale?

ML Si vous voulez, nous agissions comme des techniciens. On est là, on est froid, on regarde le phénomène, on cherche pour savoir s'il y a effectivement un problème, s'il y a une solution ou pas. Il s'agit donc d'une approche rationnelle. Il est certain que les émotions et la science ne vont pas toujours de pair. On demande au scientifique : « Qu'est-ce qui vous passionne? » Par contre, la passion, ce n'est pas facile à définir. En science, on la perçoit toujours comme quelque chose de suspect. On parle de curiosité, donc de passion pour la découverte scientifique, et de passion pour l'invention. On peut aussi parler de passion pour les valeurs sociales, mais il s'agit d'un tout autre genre de passion. La curiosité est donc dans la nature du scientifique, l'inventivité également.

LN Vous avez donc très tôt pris position par rapport à ces questions.

ML Je viens moi-même d'une famille de militants, qui étaient engagés socialement et qui ont même parfois sacrifié une carrière au nom de certaines valeurs. Ils étaient mes modèles et je ne voyais pas la vie autrement. La multidisciplinarité, c'était donc pour moi un moyen d'élargir mon registre de connaissances et de déborder de mon rôle de technicien. Un super technicien, me direz-vous, avec maîtrise, doctorat, donc quelqu'un qui est censé être un « savant »... Mais cela me laissait sur ma faim. Je ne me sentais pas à l'aise dans ce rôle.

LN Dites-moi, concrètement, dans les divers projets de recherche auxquels vous avez participé, comment votre intérêt pour la multidisciplinarité s'est-il manifesté?

ML En 1970, Michel Slivitzky a réuni toute son équipe de jeunes professeurs et nous a dit : « Il faut opter pour la multidisciplinarité, car on ne peut pas étudier le problème de l'eau, cette ressource si vitale, aussi vitale que l'air ou l'énergie, en se basant sur un seul point de vue. Il faut l'étudier sous tous les angles ». On ne constate pas les mêmes choses si on aborde la problématique de l'eau du point de vue d'un biologiste ou du point de vue d'un chimiste. Chacun a raison, mais a recours à une vue partielle. Michel Slivitzky avait acquis cette conviction du besoin d'élargissement des points de vue; c'est un homme de convictions. Il a véritablement prêché la multidisciplinarité, une vision révolutionnaire à

l'époque des départements d'université monodisciplinaires. Pour ma part, je buvais ses paroles, je trouvais cela formidable. C'était quelqu'un de convaincant. Einstein disait : « Ce n'est pas la connaissance qui compte, c'est la conviction ». Il faut que la connaissance descende dans tes tripes, sinon cela reste des connaissances encyclopédiques. Michel était visionnaire. Et encore aujourd'hui, trente-huit ans plus tard, je constate qu'au sein des organismes de l'État, on fonctionne souvent de manière sectorielle. On commence tout de même à implanter la gestion intégrée et participative de l'eau. Cela devient désormais une réalité grâce à la Politique nationale de l'eau. Je préside le Conseil de bassin de la rivière Montmorency, sur la base d'un engagement citoyen. Ce type d'attitude se retrouve de plus en plus chez mes collègues, surtout chez les plus jeunes. Personnellement, je ne peux pas m'imaginer faire de la science sans penser, notamment, aux préoccupations des gens qui vivent ou subissent les phénomènes.

Pour revenir à la multidisciplinarité, personne ne nous avait toutefois donné sa recette. Cela a eu pour conséquence que certains ont décroché après quelque temps. Des chimistes ont dit : « Nous, on fait de la chimie, point à la ligne », des ingénieurs ont dit faire de l'hydrologie, point à la ligne. On en retrouve plein dans les universités traditionnelles. Pour ma part, j'ai fait le pari d'élargir mon registre. J'ai fait de la limnologie, je me suis intéressé aux lacs, et j'ai travaillé avec des biologistes et des chimistes. Je m'intéressais beaucoup aux recherches d'autrui. J'absorbais comme une éponge, mais, pendant ce temps, je négligeais ma propre formation, ma propre discipline. Cela m'a beaucoup fragilisé sur le plan professionnel, à cause du contexte monodisciplinaire du monde universitaire d'alors.

LN Ce que vous soulignez, c'est le danger d'une mauvaise application de l'approche multidisciplinaire, c'est-à-dire cette plus ou moins grande perméabilité du chercheur vis-à-vis d'un autre domaine de recherche.

ML Oui. On pourrait dire que je me suis graduellement « désincarné » en tant qu'ingénieur. J'ai même fait de la prospective économique... et à trente-cinq ans, cela faisait déjà treize ans que je travaillais de cette manière. Cela pouvait mener à une impasse. Je n'arrivais pas à publier, il y avait très peu ou pas de revues spécialisées pour des gens comme moi. J'ai donc décidé de replonger dans ma discipline en complétant une formation doctorale à Compiègne, en France. Question de survie professionnelle avec toute l'adrénaline que cela

nécessite; j'ai plongé à corps perdu dans cette formation et j'ai déposé ma thèse de doctorat après un an. Elle a tout de même été soutenue deux ans après le début de la recherche; il fallait respecter la forme. C'était urgent!

LN Sur quoi portait ce doctorat?

ML C'était dans le domaine de la mécanique des fluides résolue par des méthodes numériques pures et dures, appliquées à la modélisation des écoulements en lac. J'ai choisi l'avenue la plus difficile. L'informatique commençait à prendre de l'expansion, on commençait à faire de l'hydro-informatique, mais cela ne portait pas encore ce nom-là...

LN On est très loin de l'engagement citoyen.

ML Je ne l'ai jamais mis de côté, mais je devais d'abord survivre comme chercheur. Aujourd'hui, je constate qu'au cours de ces treize années prédoctorales, en tant que scientifique, j'ai élargi mes horizons mais, à court terme, je n'avais pas la bonne recette de la multidisciplinarité. J'avais eu le sentiment de me perdre et j'ai donc beaucoup réfléchi à la question des interactions entre les disciplines. J'ai trouvé des réponses et j'ai rapidement voulu communiquer mon expérience afin d'éviter à d'autres les difficultés que j'avais vécues. J'enseignais la limnologie physique depuis longtemps. À mon retour, dès le premier cours, j'ai dit aux étudiants : « À mon époque, on ne nous donnait pas la recette de la multidisciplinarité, mais je vais tenter de vous proposer mes idées là-dessus. On parlera de limnologie en temps et lieu ».

En multidisciplinarité, on retrouve trois niveaux d'interaction. Au premier niveau, les valeurs entrent en ligne de compte. Lorsqu'un ingénieur rencontre un biologiste, il y a un problème de communication et de perception réciproque. Pourquoi? En raison des valeurs. Le biologiste perçoit l'ingénieur comme un agresseur de l'environnement et l'ingénieur perçoit le biologiste comme un empêchement de tourner en rond. L'ingénieur est un positif chronique. Des problèmes insurmontables, cela n'existe pas, il n'y a pour lui que des difficultés à résoudre. Et s'il y a un problème, il est convaincu qu'une solution existe. Le biologiste, quant à lui, regarde l'environnement et s'attarde d'abord et avant tout à l'observation et à l'impact de l'activité humaine sur notre environnement. Ils sont à l'opposé l'un de l'autre sur le plan des valeurs, de la perception du rôle qu'ils peuvent jouer. Il y a, à ce premier niveau, une barrière psychologique.

À un deuxième niveau d'interaction, il faut recourir à des connaissances communes pour communiquer. Donc, un minimum de connaissances en biologie est nécessaire pour comprendre le biologiste...

LN On parlerait ici de culture?

ML Exactement, c'est le mot que j'emploie, une « culture scientifique », un bagage multidisciplinaire commun. Le troisième niveau, c'est là où les spécialistes s'amusent en entrant dans les détails de la discipline. Lorsque je réalise des simulations numériques d'habitats de poisson, il y a un émerveillement, c'est magnifique et je veux protéger mon territoire. C'est légitime. Par contre, je suis d'abord un ingénieur et lorsque j'interagis avec un biologiste, je lui dis : « J'ai peut-être une certaine culture liée à votre domaine, mais ça reste votre domaine, les connaissances spécialisées, je ne les ai pas, c'est vous qui me les fournissez ». Et si le biologiste fait le même constat, le résultat obtenu dépasse la somme des parties. Tout le monde en ressort gagnant à condition de renoncer à la lutte de pouvoir.

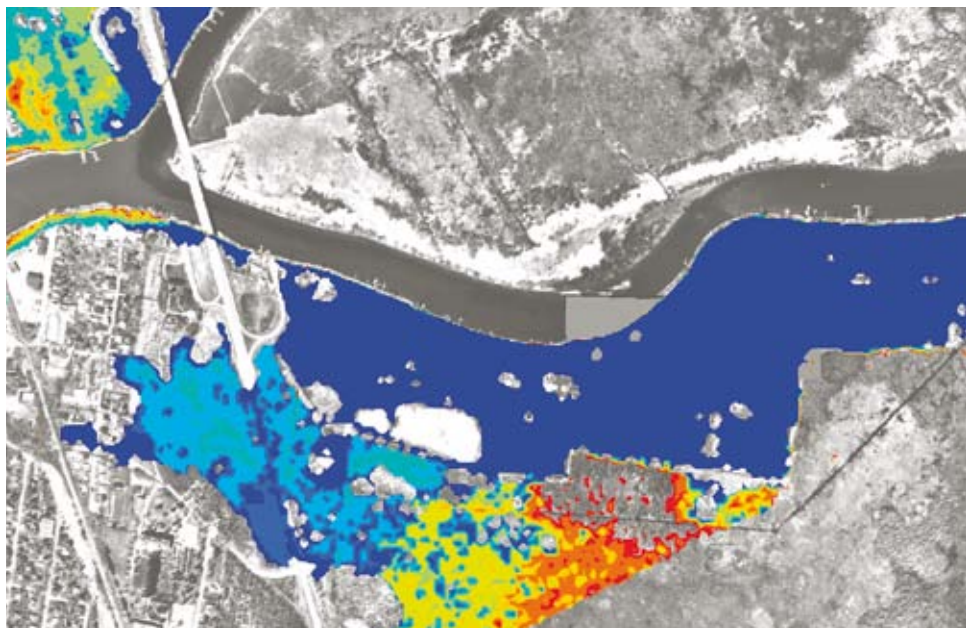
LN Si je comprends bien, il faut faire preuve de maturité pour affirmer : « Je peux être perméable à votre vision des choses dans ce cas-ci mais, dans cet autre cas, je souhaiterais que vous respectiez mon opinion ».

ML Exactement. Et ça se passe à trois niveaux. Je dis donc aux étudiants : « Lorsque vous communiquez avec les intervenants d'autres disciplines, faites réciproquement preuve d'ouverture à l'égard de vos valeurs, respectez les valeurs de l'autre discipline. Deuxièmement, dotez-vous d'une culture commune. Acceptez qu'il faille prendre un certain temps pour assimiler des schémas de connaissance généraux, qui sont importants pour communiquer : par exemple, les équilibres de force pour les écoulements fluviaux, la dynamique des populations en biologie, les équilibres chimiques. Troisièmement, faites confiance à l'autre pour les détails, ce n'est pas à votre portée ».

LN Non seulement avez-vous choisi de venir à l'INRS, d'accepter de changer votre manière de faire, de favoriser la vision multidisciplinaire, mais vous avez décidé de prendre sur vous, en tant que professeur, de nourrir cette réflexion sur la multidisciplinarité et de donner aux étudiants des outils pour que cette façon de travailler se perpétue. Comment est-ce perçu par les étudiants?

ML Lorsque je leur suggère de parler des valeurs dans un cours de limnologie, cela les intrigue, les amuse, les choque parfois, au pire les indiffère. Je leur suggère un certain nombre d'exercices d'approvisionnement réciproque. Quelles sont leurs valeurs propres, quels sont leurs modèles de compréhension? Ils répondent favorablement à ce genre de questionnement.

Ville de Châteauguay :
cartographie du risque
d'inondation à l'eau libre
et par embâcles



LN Si on revient à cette question de l'engagement citoyen professionnel, comment cela s'est-il concrétisé dans votre domaine de recherche?

ML Il y avait tout cet apprentissage culturel qui m'a donné une perspective plus large. Je pouvais désormais parler à des biologistes, à des chimistes, à des sociologues, à des politologues. J'étais un survivant de la multidisciplinarité! Puis, avec mon doctorat, je suis redevenu un spécialiste dans ma discipline, avec un sujet très poussé et d'avenir. Une toute petite fraction des étudiants en génie pouvaient comprendre mon sujet de recherche, car cela nécessitait des notions très poussées en mathématique. Ce n'était pas à la portée de tous. Cela m'a redonné de la confiance et surtout de la crédibilité.

Donc, en 1986, à mon retour, j'ai été sollicité pour développer de nouvelles applications qui étaient et qui sont encore aujourd'hui assez avant-gardistes. Je crois beaucoup à la recherche-action. La recherche de nouvelles connaissances, isolée dans un laboratoire, dans une tour, où on se dit que, peut-être, dans vingt ans, cela aura une quelconque utilité, très peu pour moi. Je ne veux pas dénigrer cette approche, mais ma perception était plutôt liée aux valeurs utilitaires de l'ingénieur que j'étais redevenu. J'en discute souvent avec les étudiants. Un ingénieur qui n'est pas utile, à quoi bon? J'ai commencé à faire des applications environnementales. Nous avons été parmi les premières équipes à développer des applications d'écohydraulique fluviale. Je ne parle pas ici d'ingénierie hydraulique au sens usuel, quand il s'agit de construire un ouvrage (par exemple, un barrage ou un port), c'est-à-dire de le dimensionner et de le planifier. Nous nous posions plutôt la question : « Quelles sont les conséquences de ces ouvrages sur l'environnement, sur l'habitat du poisson, sur l'écosystème? » J'ai commencé à travailler avec les gens en environnement à Hydro-Québec, en relation avec la conception des équipements hydroélectriques. J'étais à la bonne place. J'avais en ma possession ces moyens extrêmement puissants qui pouvaient être mis à la disposition des biologistes pour étudier la rivière et prévenir les impacts écologiques. On pouvait bâtir une vraie synergie. Peu à peu, nous sommes devenus une référence dans ce domaine.

LN **Donnez-nous, je vous prie, des exemples de ces applications.**

ML Je pourrais évoquer ce moment où Hydro-Québec devait faire traverser la sixième ligne de transport d'énergie Radisson/Nicolet/Des Cantons vers la frontière américaine, par-dessus le fleuve Saint-Laurent à Grondines. Je ne parle pas ici de l'impact visuel et des Amis du Saint-Laurent qui militaient contre le projet. D'ailleurs, ces militants ont eu raison; la ligne aérienne a fini par être enlevée et passée sous le fleuve. Nous examinons un autre aspect. Pendant la construction, les ingénieurs d'Hydro-Québec projetaient d'implanter deux digues transversales qui allaient rejoindre le bord de la voie maritime afin d'y poser deux immenses pylônes. Ils barraient ainsi plus d'un kilomètre d'estran, c'est-à-dire la zone des eaux peu profondes qui est soumise au découverture à marée basse. Ce faisant, ils risquaient de compromettre la migration du poulamon atlantique, aussi connu sous le nom de poisson des chenaux. Comme la pêche au poulamon nourrit l'économie de Sainte-Anne-de-la-Pérade en hiver, il fallait résoudre le problème. Ces digues étaient temporaires, mais pendant deux ans, la migration vers les zones de frai risquait d'être compromise. Ils m'ont contacté. Nous avons simulé les courants, les effets sur l'estran, tenu compte du comportement migratoire, donc du potentiel natatoire des poulamons...

LN **Natatoire... qu'est-ce que cela signifie?**

ML Nous avons ici un bon exemple de multidisciplinarité, de partage du vocabulaire! Le potentiel natatoire, c'est le potentiel de nage des poissons durant la migration. La population allait-elle pouvoir franchir les obstacles formés par les jetées en étant forcée de nager dans les forts courants du chenal de navigation? Afin de ne prendre aucun risque, il a été décidé d'aménager des ouvertures dans les jetées durant la saison de migration. C'était une première recommandation utile issue de l'écohydraulique numérique. Et ça a fonctionné. Les pylônes ont été construits temporairement. Par la suite, les contestations liées à l'impact sur le paysage ont abouti à la décision de passer les fils sous le lit du fleuve. Les Amis du Saint-Laurent ont fait des pressions et j'étais, quant à moi, très sympathique à leur point de vue. Les pylônes ont donc fini par être enlevés.

LN Vous avez donc vu des dimensions écologiques, mais, en amont, il y avait eu les revendications des citoyens.

ML Il y avait un enjeu social, économique et environnemental. En recherche-action et en développement durable, on observe souvent ce genre de situation.

LN Donc, vous revenez dans le milieu des années 80 avec ces contrats pour Hydro-Québec et vous réussissez, grâce à votre expertise doctorale et à votre conscience sociale, à vous engager dans des dossiers où ces choses-là se jouent en palimpseste.

ML C'était des mandats dans lesquels j'étais très à l'aise. Au moment où on nous a demandé de mettre en application cette approche de modélisation très technique avec une prise en compte de l'écologie des poissons, les biologistes étaient quant à eux fort intrigués, et sans doute aussi assez méfiants. Un autre exemple qui nous a, cette fois, projetés sur la scène internationale est le projet de la rivière Moisie, sur la Côte-Nord. Il était question de détourner deux de ses tributaires, ou affluents, les rivières Carheil et Aux Pekans, à 200 km au nord de Sept-Îles, vers le complexe Sainte-Marguerite, une rivière voisine. Les conséquences se manifestaient par la réduction du débit de la rivière Moisie sur au moins deux cents kilomètres. Cette situation mettait en danger un habitat réputé de saumons et une grande rivière encore sauvage. Cette zone était considérée comme un patrimoine naturel mondial, un attrait touristique pour les grands de ce monde, et on redoutait d'y toucher.

Hydro-Québec nous a demandé si nous pouvions développer une approche originale pour analyser la situation, tenter de la solutionner en s'inspirant des outils de base utilisés précédemment pour la ligne Radisson/Nicolet/Des Cantons. Il fallait mettre en rapport le débit de la rivière qui allait être diminué, les vitesses de courant, l'écoulement dans la rivière, et l'écologie des populations de poisson qui y vivent. Il s'agissait d'analyser de quelle manière tous ces éléments se rencontrent, se marient dans un nouveau paradigme d'analyse. Nous avons été associés à une firme de consultants en biologie spécialisée dans le saumon (Gilles Shooner et ass.) avec qui nous avons travaillé de concert durant plusieurs années. Nous avons mis au point, en 1988, la première génération de modèles d'habitat basée sur les méthodes hydro-informatiques que nous avons développées. Les résultats ont été publiés six ans après l'application (1994) dans la revue *Transactions of the American Fisheries Society*. Même en 1994,

nous étions encore les seuls à utiliser ce type d'outil, de cette manière, et ce n'est que vers la fin des années 90 que cette approche originale a commencé à devenir une norme à l'échelle internationale. Tout d'un coup, j'ai alors commencé à être invité comme conférencier à des rencontres internationales de biologistes et l'article en question est encore la référence de base pour ce genre d'approche. Aujourd'hui, c'est tout à fait intégré dans la pratique du génie-conseil.

LN C'est ici que l'on voit le lien entre l'écologie et votre intérêt pour la question des nouvelles technologies.

ML Je me suis toujours perçu comme un technicien, au sens où la technique m'intéresse, le comment. Sans oublier le pourquoi aussi. Mais inventer de nouvelles techniques, cela me stimule.

LN Ce projet sur la rivière Moisie vous a donc permis de participer à la protection de l'environnement.

ML L'impact écologique du projet a été jugé acceptable par le BAPE. C'était sur le plan social que le projet était perçu comme inacceptable. Et c'est André Caillé¹, alors P.-D.G. d'Hydro-Québec, qui a dit : « On enterre le projet Moisie, le prix politique à payer est trop élevé ». Il fallait qu'il soit à la fois économiquement rentable, acceptable sur le plan environnemental, et accepté par la population régionale. Mais il y avait trop d'opposition locale, et peut-être aussi dans certains milieux financiers influents pour qui la rivière Moisie, à cause de son saumon, était considérée comme une chasse gardée.

Depuis 1996-1997, les méthodes dont je vous ai parlé font maintenant partie de la pratique courante. J'ai eu pendant longtemps des étudiants en biologie, un entomologiste, un écologiste, même un botaniste, qui ont travaillé avec moi et qui ont contribué à appliquer ces méthodes dans leurs domaines respectifs. Puis, j'ai été invité à évaluer plusieurs projets de ce type. Je continue d'émettre des opinions là-dessus, mais aujourd'hui, ce n'est plus mon principal domaine de recherche. Depuis une dizaine d'années, soit depuis la crue exceptionnelle du Saguenay (1996), j'ai exploré toute une nouvelle dimension de l'application, c'est-à-dire l'analyse et la gestion des risques. Les risques de catastrophes liées aux changements climatiques, les risques d'inondation, d'embâcle, de contamination.

¹ Incidemment, il avait commencé sa carrière comme professeur à l'INRS-ETE dans les années 70.

LN Considérez-vous cette crue du Saguenay comme un événement clé?

ML C'est effectivement un événement clé. J'habite près de la rivière Montmorency.

Je me rappelle que les autorités municipales m'avaient demandé ce qui se serait passé si on avait eu la crue de 1996 sur la Montmorency. L'épicentre de la précipitation abondante s'était localisé sur le versant nord du massif des Laurentides, donc dans les bassins hydrographiques des rivières coulant au Saguenay (rivières aux Sables, Chicoutimi, à Mars, Ha! Ha!, etc.). Mais si le centre du système en question avait été situé cinquante kilomètres plus au sud, nous aurions eu ces crues majeures du côté de Québec. Et là, c'est les rivières Saint-Charles, Montmorency, Jacques-Cartier et Sainte-Anne qui auraient été ravagées. Et cela peut encore arriver demain matin.

En juillet 1996, je regardais donc la rivière passer à travers la petite maison blanche à Chicoutimi et mes proches voyaient naturellement en moi la personne qu'il fallait pour analyser l'événement. Mais je me disais que je ne pourrais arriver à simuler convenablement ce phénomène. À cette époque, mon collègue Yves Secretan, une équipe d'hydro-informaticiens et moi-même travaillions depuis quelques années à mettre en place toute une batterie de nouveaux logiciels et de simulateurs numériques. Il s'agit ici d'une dimension instrumentale très importante et parallèle à la recherche. On ne poursuit pas ces recherches sans les outils adéquats. Nous avons constaté que la boîte à outils utilisée jusque-là était limitée et inadaptée, donc inefficace.

À titre d'exemple, lorsqu'on voulait visualiser nos résultats, on utilisait un programme conçu pour l'industrie automobile, pour la conception assistée par ordinateur (CAO) des pièces mécaniques! On n'utilisait qu'un pour cent du logiciel, cela prenait beaucoup trop de temps et c'était très coûteux. On a donc dû entreprendre la conception de nos propres logiciels. Nous avons ainsi connu une phase quinquennale de développement intensif pour mettre en place toute une batterie d'outils qui allaient nous servir par la suite. Nos logiciels sont devenus très productifs. Lorsqu'on doit produire un modèle numérique de terrain (MNT), par exemple, il ne faut pas que ça prenne trois mois, ça doit plutôt se faire en trois jours, voire en quelques heures. Certes, Hydro-Québec a des moyens énormes, mais ce n'est pas le cas de tous... En réalité, la majorité des problèmes environnementaux doivent être résolus avec des budgets assez limités.

LN On parle donc d'une nouvelle génération d'outils et, conséquemment, d'une autre phase de la recherche.

ML En effet, il s'agit d'une nouvelle génération d'outils intégrés, conçus spécialement pour réaliser des travaux de modèles d'habitat, d'hydraulique fluviale, d'analyse de risque. Cela représentait d'énormes efforts. Entre 1991 et 1996, cinquante années-personnes d'efforts coordonnés ont été nécessaires : des hydro-informaticiens, des ingénieurs logiciels, des stagiaires postdoctoraux, des étudiants diplômés dans divers domaines, des gens de tous les horizons. Je dois ici remercier infiniment mon collègue Yves Secretan, qui partageait mes valeurs environnementales, pour avoir donné le meilleur de lui-même dans cette entreprise.

LN Quels sont ces logiciels?

ML Principalement MODELEUR, HYDROSIM et DISPERSIM. Certains commencent à peine à être utilisés, dix ans après leur développement. On nous demandait de voir loin. J'y ai donc mis tous mes rêves. Nous avons reçu un million et demi de dollars à la suite d'un appel public à l'épargne. D'autres équipes du centre ont eu la même chance. C'était une vague d'investissement instrumental. Il faut ici reconnaître les mérites du directeur Jean-Pierre Villeneuve pour l'obtention et la gestion de ces fonds.

C'est à ce moment que surviennent les événements de 1996. On vient de prototyper ces logiciels, le bébé est chancelant; il n'a pas fait ses premiers pas. Des bogues subsistent. Nous ne sommes pas encore très confiants. Fin du mois d'août, le téléphone sonne, c'est la Commission Nicolet. Les commissaires avaient entendu parler des outils que nous développons et savaient que, vu la complexité de la situation, cette dernière ne pouvait être analysée au moyen d'outils classiques. Ils nous ont demandé de réaliser un rapport en deux mois alors que, selon moi, il nous aurait fallu un an pour résoudre le problème. J'ai convoqué mon équipe, composée d'une vingtaine de personnes; je leur ai exposé le problème. Il fallait que tout le monde embarque, que tout le monde soit prêt à courir un marathon tout en franchissant des obstacles! Ils ont tous accepté. De plus, il fallait caractériser la topographie du terrain, avant et après la crue, commander des survols. Tout ça avec la menace des bogues résiduels. C'était un défi immense, surtout en si peu de temps.

LN Quelles ont été les retombées de tout ça dans votre carrière?

ML Cela a donné lieu à toute une suite d'applications relativement aux risques d'inondation. Ainsi, nous venons de terminer un rapport sur les inondations dans la ville de Châteauguay, étude qu'on peut maintenant assimiler à une analyse coûts-avantages qui prend en compte les multiples dimensions des conséquences de ce type de phénomène naturel et qui recherche une solution optimale, économique, sociale et environnementale. C'est une primeur au Québec.

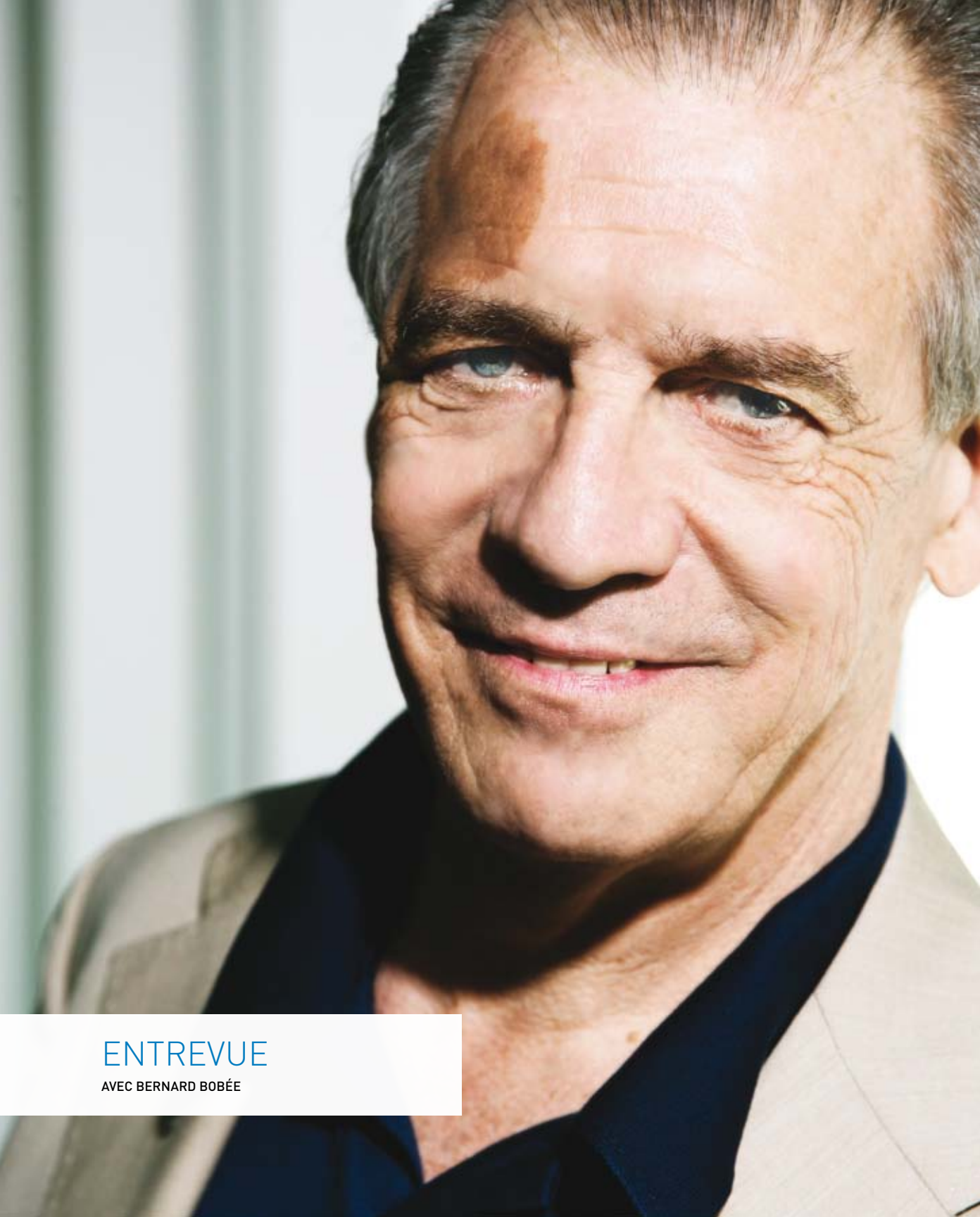
LN Parlez-nous de la singularité de cette approche.

ML C'est une approche qui prend en compte toutes les dimensions du risque. Lorsque l'on est exposé au risque, et qu'une situation fâcheuse devient notoire, archi-connue *via* les médias, les propriétés concernées perdent une bonne partie de leur valeur. Nous avons regardé tout le parc résidentiel à Châteauguay. Le prix moyen d'une maison y est de cent mille dollars environ. En zone inondable, il baisse à soixante mille dollars. On touche ici à l'aspect du risque d'incertitude. C'est très tangible, en premier lieu en ce qui concerne le patrimoine des particuliers. Les revenus fiscaux sont donc aussi réduits parce que l'assiette fiscale des municipalités, et même des commissions scolaires, dépend de la valeur foncière. La compréhension du risque et sa résolution provoquent nécessairement des questions d'équité, c'est-à-dire la distribution des conséquences parmi les parties prenantes.

Donc, lorsqu'on choisit d'appliquer une approche multidisciplinaire, il faut absolument examiner toutes les dimensions importantes du problème. Si l'on a des œillères et qu'on ne fait que de l'hydraulique fluviale, aucun de ces aspects ne peut intervenir dans l'établissement du diagnostic. Cette approche élargie nous a amenés à soumettre des propositions en appliquant des principes d'efficacité, de durabilité, d'équité, etc. Il a, entre autres, été proposé que la berge ne soit plus accaparée par quelques personnes, mais soit restituée à la collectivité, pour des fins liées au bien commun, par exemple, un parc linéaire. Une rivière ne doit pas devenir un handicap pour une ville; elle doit plutôt constituer un atout. Ceci n'est pas nécessairement un discours d'ingénieur, c'est un discours de citoyen, de quelqu'un qui est engagé dans une vision intégrée.

LN Revenons au présent. Comment voyez-vous l'évolution des priorités à l'INRS?

ML Nous sommes toujours sur la lancée des années 70, dans la foulée de la pensée de Michel Slivitzky qui était visionnaire à l'époque. Je vois plus d'expérience et de profondeur, davantage de collaborations interdisciplinaires que jamais auparavant. Aujourd'hui, on veut appliquer une gestion intégrée, et surtout participative de l'eau, à l'échelle du bassin versant. Au début, on parlait de multidisciplinarité. Quelques-uns ont relevé le défi. Jean-Pierre Villeneuve est un de ceux qui ont reconduit cette vision. Personnellement, l'approche me passionne plus que jamais. J'ai d'ailleurs accepté au détour des années 2000 de participer, comme président, au lancement d'un organisme de bassin versant (OBV), celui de la rivière Montmorency. J'envisage la retraite un peu comme Michel Slivitzky, toujours passionné à plus de 70 ans, et le regard posé sur de nouveaux enjeux, notamment la gestion des risques naturels.



ENTREVUE

AVEC BERNARD BOBÉE

A vertical photograph on the left side of the page shows the back and side profile of Bernard Bobée, an older man with grey hair, wearing a light-colored shirt. The background is a bright, out-of-focus outdoor scene.

BERNARD BOBÉE

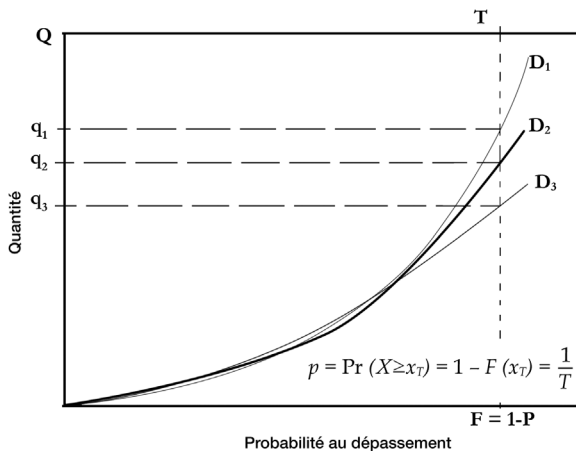
INGÉNIEUR HYDRAULICIEN, BERNARD BOBÉE EST AUJOURD'HUI PROFESSEUR ÉMÉRITE À L'INRS. À LA SUITE DE SON PASSAGE À L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRONIQUE, D'ÉLECTROTECHNIQUE, D'INFORMATIQUE ET D'HYDRAULIQUE DE TOULOUSE (ENSEEIH), DE 1965 À 1968, IL OBTIENT, EN 1968, UNE ATTESTATION D'ÉTUDES APPROFONDIES EN HYDRODYNAMIQUE ET AÉRODYNAMIQUE. CE SONT DES ÉTUDES DE MAÎTRISE QUI L'AMÈNERONT L'ANNÉE SUIVANTE AU QUÉBEC, PLUS SPÉCIFIQUEMENT À L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE. À CETTE LONGUE FEUILLE DE ROUTE S'AJOUTE L'OBTENTION D'UN DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE EN 1976.

Engagé au sein de l'équipe de l'INRS de 1971 à 2005, Bernard Bobée en marquera l'histoire. Il a contribué, sous l'impulsion de Michel Slivitzky, à y développer le secteur de l'hydrologie statistique. Dans cette entrevue, il définit ce domaine de recherche et nous explique de quelle manière l'estimation des crues a occupé une place de premier plan dans son parcours scientifique. Il nous parle également de la création de l'importante Chaire industrielle Hydro-Québec/CRSNG/Alcan dont il fut titulaire de 1993 à 2004.

Bernard Bobée est auteur et coauteur de près de 400 publications ainsi que de nombreux rapports de recherche. Un de ses apports importants est la création, en 1985, de ce qui deviendra la *Revue des Sciences de l'Eau*, dont il sera directeur scientifique, président du comité de direction et, plus récemment, président du conseil scientifique.

Bernard Bobée a participé à la création du syndicat des professeurs de l'INRS et a été membre du conseil d'administration de l'INRS. En reconnaissance de sa participation aux échanges scientifiques et universitaires entre la France et le Québec, il a été successivement nommé Chevalier de l'Ordre national du Mérite, en 1992, et Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'Honneur, en 2001. Bernard Bobée a assuré, au fil des ans, la formation de nombreux étudiants qui sont devenus professeurs à sa suite, tant au Canada qu'à l'étranger.

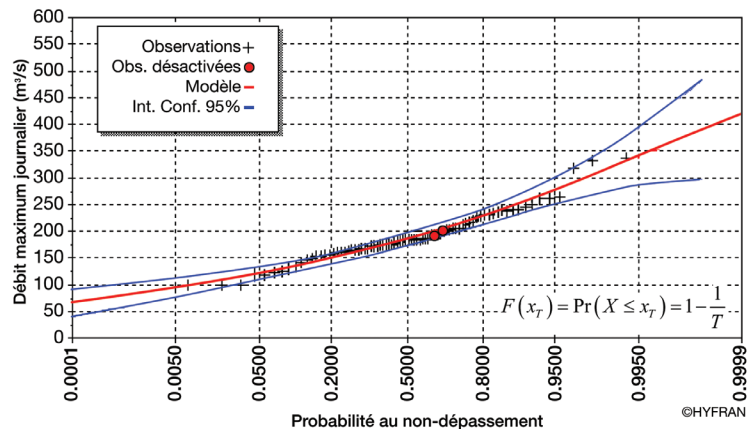
« APRÈS UNE OU DEUX ANNÉES DE CARRIÈRE, CE QUI M'A INTÉRESSÉ LE PLUS ÉTAIT DE DÉVELOPPER DES OUTILS POUR L'ESTIMATION DES CRUES ET, DE MANIÈRE PLUS GÉNÉRALE, POUR L'ESTIMATION DES ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES. »



Les équations

$$F(x_T) = \Pr(X \leq x_T) = 1 - \frac{1}{T}$$

$$x_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}\right)$$



LISANNE NADEAU :

Monsieur Bobée, signalons d'entrée de jeu que vous êtes spécialisé dans le domaine de l'hydrologie statistique.

BERNARD BOBÉE :

Oui, ma formation initiale est en hydraulique. J'ai fait ce que l'on appelle les Grandes Écoles, en France, puis je suis venu au Québec un peu par hasard, grâce à une bourse. J'avais terminé mes études en France en mai 68 et j'avais envie de partir. Mon choix s'est porté sur l'Université de Sherbrooke où j'ai retrouvé des camarades d'études. On m'a offert un poste quelques mois après la création de l'INRS, et j'ai commencé à y travailler en janvier 1971.

LN Quel était l'avancement des recherches en hydrologie à cette époque?

BB Au Québec, l'INRS-Eau venait d'être créé et, dès la première année, l'Institut avait obtenu un important contrat du ministère des Richesses naturelles, ministère d'où venait Michel Slivitzky, notre premier directeur. Ce contrat était de l'ordre de 100 000 \$ ce qui équivaut à un demi-million de dollars aujourd'hui. Tous les chercheurs du centre qui travaillaient en hydrologie ont participé à ce projet. Nous étions six ou sept. C'est comme cela que j'ai vraiment commencé à travailler en hydrologie.

LN Il y avait déjà une tradition dans ce domaine en France, n'est-ce pas?

BB Oui, mais ce n'était pas l'hydrologie telle que nous l'avons connue par la suite. C'était plutôt l'étude de la qualité des eaux... l'hydrologie statistique n'était pas encore très développée. Je l'ai découverte ici, en Amérique du Nord; c'était assez nouveau. Aux États-Unis, on y travaillait un peu déjà, et au Québec aussi. Dans le cadre du contrat que j'ai mentionné tout à l'heure et qui portait sur la «Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec», il y avait une partie d'hydrologie statistique. Au centre, personne ne travaillait directement en statistique. Michel Slivitzky m'a dit : «Toi, tu es bon en maths, tu donneras les cours de statistique». Je n'avais pas beaucoup étudié dans ce domaine et j'ai dû apprendre par moi-même.

LN Donnons, si vous le voulez bien, une définition de l'hydrologie statistique.

BB Eh bien, l'hydrologie statistique est basée sur des réseaux de mesures. Il s'agit de prévoir des débits à partir de mesures. Lorsqu'on veut construire un barrage, par exemple, il faut évaluer « le débit de conception », lequel est basé sur la notion de « période de retour » que je vous expliquerai plus tard. Ce sont ces données qui déterminent le dimensionnement d'un ouvrage. Ainsi, chaque fois qu'on construit un barrage, on doit évaluer le risque de dépassement de la crue. Plus l'ouvrage est important, plus la probabilité de dépassement du débit de conception doit être faible. Ce qui revient à dire que l'on considère alors des crues de conception ayant une période de retour élevée. Toutefois, si on construit un ouvrage trop grand, cela coûte trop cher; il y a donc un *optimum* à trouver. Les outils statistiques nous permettent d'évaluer, pour un ouvrage particulier, le débit sur lequel il faut se baser. Personnellement, je me suis spécialisé dans ce domaine à l'INRS pour répondre à un besoin, particulièrement dans le cadre de ce contrat portant sur la rationalisation du réseau hydrométrique. Jean-Pierre Villeneuve, de l'Université Laval, avait été engagé pour diriger le projet. Quant à moi, ce contrat fut très important dans ma carrière. Souvent, on se retrouve à pratiquer dans un domaine qui n'est pas forcément celui dans lequel on a étudié le plus... C'est grâce à Michel Slivitzky que je me suis orienté vers ce champ de recherche.

LN Comment se fait l'équilibre entre les activités d'enseignement et de recherche?

BB L'avantage, pour un chercheur qui travaille à l'INRS, c'est qu'on n'y dispense qu'une formation aux cycles supérieurs, soit à la maîtrise et au doctorat. À l'époque, les groupes d'étudiants étaient plus petits que maintenant. Le temps que l'on passait à l'enseignement et à l'encadrement des étudiants était donc moins important et on pouvait davantage se consacrer à la recherche. C'est ici, à l'INRS, que ma passion pour la recherche s'est déclarée... Je dirais que j'ai attrapé le « virus »! Pour le contrat d'Hydro-Québec, qui a duré deux ans, j'ai travaillé « jour et nuit »; c'était nouveau, c'était passionnant. C'est ce projet qui a suscité chez moi non seulement le goût de la recherche, mais également l'intérêt pour ce domaine dans lequel je travaille encore aujourd'hui.

LN Quels ont été les résultats concrets de ce projet?

BB Le ministère des Richesses naturelles du Québec disposait d'un réseau de stations de mesure en vue d'estimer les débits. Le but du projet était d'indiquer aux gens du Ministère où installer ces stations pour atteindre leurs objectifs, mesurer tel type de débit et connaître telle variable. Il s'agissait de repenser le réseau, de le restructurer et de faire des propositions en fonction des objectifs fixés.

LN C'était l'époque de la construction des grands barrages...

BB Oui, à peu près. Nous avons été consultés pour déterminer les crues de conception des ouvrages de la baie James. Il y avait très peu de données, ce qui constituait un défi intéressant.

LN Vos travaux ont donc eu des retombées immédiates.

BB Oui, en fait, en hydrologie, il existe deux approches : l'approche *déterministe* et l'approche *statistique*. De manière schématique, on peut dire que, dans le cas de l'approche déterministe, on construit des modèles conceptuels, on simule la réalité : il y a le débit qui entre, l'évaporation, l'infiltration, les précipitations. On simule tous les phénomènes et on calcule le débit qui sort. Ces modèles demandent plus d'information sur beaucoup de variables, mais pendant une durée moins longue. L'approche statistique, quant à elle, permet de dire : «Voilà le débit que nous avons mesuré pendant une période de plusieurs dizaines d'années et, à partir de ces données, voilà l'estimation pour un débit futur correspondant à une *période de retour* donnée». Lorsqu'on adopte l'approche statistique, il faut donc mesurer seulement le débit, mais pendant une durée assez longue. Les deux approches sont complémentaires. Pour la baie James, nous disposions de très peu de données; les modèles hydrologiques déterministes étaient donc plus appropriés parce qu'ils exigent des données sur plusieurs variables, mais pendant une durée limitée.

LN Après cette période, dans les années 80, quels sont les dossiers importants auxquels vous avez collaboré?

BB Pendant les années 80, l'INRS était financé au fédéral par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Cet organisme avait mis sur pied le programme de partenariat université-industrie. Lorsqu'une industrie finançait une partie de la recherche, le CRSNG contribuait pour une somme équivalente. C'était très intéressant. J'ai travaillé dans ce cadre avec Hydro-Québec et Alcan, et j'ai eu accès à plusieurs subventions de ce type, soit près d'une dizaine au cours de ma carrière, totalisant des millions de dollars. Ce programme m'a permis de structurer ma collaboration avec ces deux sociétés et a répondu à leurs besoins. Je voulais développer ce domaine qui me passionnait, qui était théorique tout en ayant des retombées importantes pour la construction des ouvrages hydroélectriques.

LN En quoi les problèmes des années 80 se distinguent-ils de ceux des années 70?

BB Les problèmes des années 80 étaient plus complexes. Nous avons été en mesure de nous y attaquer grâce aux progrès accomplis et aux méthodes plus raffinées dont nous disposions. Ainsi, au début, nous appliquions les méthodes mises au point par d'autres chercheurs alors que, par la suite, nous avons développé de nouvelles méthodes. Après avoir étudié le réseau hydrométrique, je me suis intéressé aux outils de prévision et à l'exploitation des données acquises par le réseau, en particulier à l'analyse hydrologique fréquentielle qui consiste à ajuster des lois statistiques sur des séries de débit maximum annuel afin d'estimer le débit correspondant à une période de retour donnée. Plusieurs modèles théoriques basés sur différentes lois statistiques avaient été proposés dans différents pays à la fin des années 60. Les recherches théoriques que j'ai menées ont porté sur l'une de ces lois (la distribution Log-Pearson Type 3) dont l'utilisation systématique avait été recommandée aux États-Unis en 1967, et par la suite dans d'autres pays. Il s'agissait de remettre en question les méthodes existantes et d'en proposer de nouvelles. C'est dans ce cadre que j'ai apporté une certaine contribution théorique qui a conduit à la publication d'un ouvrage.

LN À quel moment survient votre intérêt pour l'étude des crues?

BB Très tôt. Après une ou deux années de carrière, ce qui m'a intéressé le plus était de développer des outils pour l'estimation des crues et, de manière plus générale, pour l'estimation des événements extrêmes.

LN On parle beaucoup aujourd'hui des changements climatiques. Comment le problème des crues se présentait-il il y a quelques années? On pense évidemment à la crue du Saguenay.

BB L'INRS a, en effet, été impliqué de différentes façons dans ce dossier. Un de nos collègues, le professeur Guy Morin, a d'ailleurs participé à la Commission mise sur pied à la suite de cet événement extrême. Plusieurs professeurs du centre ont été consultés et notre équipe de la Chaire en hydrologie statistique a réalisé un projet pour le compte d'Hydro-Québec. Le principal problème, dans le cas de la crue du Saguenay, était la taille réduite des séries de données compte tenu de la période de retour de l'événement en question.

LN Si je ne me trompe pas, il y avait par contre des données historiques.

BB En effet. Dans le cas où la période de mesure n'est pas assez longue, on peut se référer aux archives. À partir d'un journal de l'époque, par exemple, on peut apprendre qu'il y a cent, cent cinquante ans, une crue a atteint un niveau anormal; l'événement est resté dans la mémoire des gens. On peut donc, à partir de cette information, reconstituer un débit. Il y a une certaine marge d'erreur, mais cela demeure une information importante. C'est ce qu'on appelle les données historiques. On peut aussi les recueillir en utilisant d'autres méthodes; je pense ici aux travaux de quelques chercheurs de l'Université Laval. Si, par exemple, on trouve certaines marques sur des arbres dans le Grand Nord, évidemment, cela permet d'avoir des renseignements importants sur les extrêmes. Ce sont des événements anciens dont on peut se servir pour effectuer une estimation. Dans le cas du Saguenay, nous avons pu retrouver dans les archives des valeurs élevées de débit.

La crue de juillet 1996 est en soi un événement tout de même exceptionnel, dû à plusieurs facteurs : il y a eu un front atmosphérique très important et qui est resté assez longtemps au-dessus de la région; il a plu assez longtemps et le sol était saturé; ainsi, lors de nouvelles précipitations, l'eau, au lieu de s'infiltrer, a ruisselé, ce qui a provoqué le débordement du barrage Kénogami.

LN Pour nous, profanes, ces événements sont apparus comme quelque chose qui arrivait sans prévenir. Mais y a-t-il des cycles observables dans des situations dramatiques comme celles-là?

BB On ne peut pas parler de cycle parce que cela ne se reproduit pas à intervalles réguliers. En hydrologie statistique, on parle de période de retour. Par exemple, une pluie centenaire est une pluie qui se reproduit en moyenne tous les cent ans; cette moyenne est calculée sur un temps très long, un temps infini théoriquement. Une période de retour de cent ans signifie qu'il existe un centième de risque, c'est-à-dire de probabilité, qu'un tel niveau de crue soit atteint ou dépassé chaque année; cela dit, le phénomène pourrait se manifester cette année, la prochaine fois dans dix ans et la suivante, dans trois cents ans.

LN On ne peut donc pas prévoir.

BB Voilà. La seule chose que l'on peut affirmer, lorsqu'on parle de crue centenaire, c'est que le risque, c'est-à-dire la probabilité que ce niveau de crue soit dépassé, est d'un centième. Dans le cas d'une crue millénaire, c'est un millième. Plus la période de retour est grande, plus le risque est faible. C'est pour cela que lorsqu'on construit de grands ouvrages, on base nos calculs sur une période de retour très grande. Et dans le cas de très grands ouvrages, comme ceux de la baie James, on utilise la crue maximale possible (CMP). Il s'agit alors de l'hydrologie déterministe dont nous avons parlé précédemment. De manière simplifiée, nous pouvons dire que l'on maximise tous les facteurs qui causent la crue. On ne peut pas vraiment attribuer une période de retour précise à la CMP, on sait seulement qu'elle est très grande. Comme je l'ai souligné précédemment, l'approche statistique et l'approche déterministe sont complémentaires.

LN Comment, en tant que chercheur, vous situez-vous par rapport à de tels phénomènes? Vous sentez-vous plus utile avant, après... Avez-vous pris sur ce type d'événement?

BB Non, évidemment. Par la suite, dans le cadre des recherches menées par la Chaire en hydrologie statistique, dont nous reparlerons ultérieurement, nous nous sommes penchés sur le fait qu'il y avait eu des dysfonctionnements au moment de l'ouverture des vannes. Nous avons, plus tard, entrepris un projet

pour évaluer de quelle manière ce système pouvait être amélioré. Lorsque l'événement arrive, on est comme tout le monde, on le subit. Dans certains cas, il peut y avoir des systèmes d'alerte, mais c'est plutôt le rôle du Ministère ou d'Hydro-Québec de les mettre sur pied. Là où nous pouvons faire des recommandations, c'est, par exemple, lorsqu'il y a des gens qui construisent dans des zones inondables. On leur dit, par exemple : « La zone dans laquelle vous prévoyez construire est une zone de débit de période de retour de dix ans; vous courez le risque que, tous les dix ans, en moyenne, il se passe quelque chose ». Nous pouvons établir des cartes de zones inondables et c'est par la suite aux municipalités d'établir des règlements. Cependant, les municipalités peuvent se trouver en conflit d'intérêts, à cause des taxes : pour en percevoir davantage, elles décident parfois de permettre la construction dans des zones à risque. Ce fait n'est pas unique au Canada, on l'observe encore plus en France.

LN Vous avez également été impliqué dans le dossier de la rivière Saint-Charles. À quel titre?

BB J'ai agi en tant que commissaire. Le maire Jean-Paul L'Allier avait mis sur pied une commission pour la dépollution et la renaturalisation de la rivière Saint-Charles. Cette rivière était très polluée en raison des débordements des égouts en période de fortes précipitations. Des réservoirs ont été construits pour emmagasiner l'eau et la traiter ultérieurement. Mon collègue Jean-Pierre Villeneuve a beaucoup travaillé à l'élaboration du modèle de gestion des débordements des eaux usées, modèle qui a ensuite été utilisé par la Ville de Québec.

LN Parlons maintenant d'un sujet qui vous tient tout particulièrement à cœur, la Chaire en hydrologie statistique créée en 1993. J'aimerais tout d'abord que vous nous expliquiez ce qui vous a amené à fonder cette chaire.

BB C'est la conjonction de plusieurs événements. J'avais dirigé plusieurs projets de partenariat université-industrie avec Hydro-Québec, Alcan et le CRSNG. Or, le CRSNG avait par la suite favorisé la création de chaires industrielles basées sur le même principe, soit celui d'un financement par l'industrie et d'une contribution substantielle du CRSNG et de l'université d'accueil. Mais plutôt que de viser des projets individuels, ces chaires avaient pour but la réalisation de programmes de recherche. Je suis allé voir les gens d'Hydro-Québec avec qui je collaborais; nos relations étaient excellentes. Je leur ai expliqué que

l'occasion était bonne de présenter un programme de recherche en hydrologie statistique. Nous avons travaillé sur ce dossier pendant deux ans avec nos collaborateurs d'Hydro-Québec. C'est vraiment parti de la base. Nous avons fait une proposition, il a fallu remonter tous les échelons jusqu'au conseil d'administration... Nous avons finalement obtenu qu'Hydro-Québec approuve un accord de financement sur une période de cinq ans. Par la suite, nous avons fait une proposition au CRSNG et nous avons reçu une première subvention quinquennale, de 1993 à 1998, qui fut renouvelée pour une autre période de cinq ans avec la collaboration d'Alcan que nous avons alors convaincu de se joindre à nous. À partir de 2003, je commençais à penser à mon départ... vous savez que je suis à la retraite (rires).

LN **Ah oui?!**

BB ... j'étais titulaire de la chaire, mais c'était piloté sur le plan administratif par l'INRS et le directeur du centre. En contrepartie de ce financement par le CRSNG, l'INRS avait l'obligation de créer deux postes de professeur régulier. Finalement, l'INRS a engagé trois professeurs (mes collègues Taha Ouarda, Anne-Catherine Favre et André Saint-Hilaire) avec qui j'ai soumis une nouvelle proposition de financement de cinq ans à Hydro-Québec pour une troisième phase. Après avoir obtenu ce financement, j'ai quitté la direction de la chaire et ce sont mes trois jeunes collaborateurs qui ont obtenu le financement du CRSNG et pris la relève.

LN **Vous nous avez bien expliqué le fonctionnement de la chaire. Dites-moi maintenant, Monsieur Bobée, pourquoi vous avez voulu créer une chaire. Vous auriez pu continuer à faire de la recherche...**

BB Une chaire, c'est aussi de la recherche, mais définie en fonction des besoins d'un partenaire industriel. L'avantage d'une chaire est de pouvoir bénéficier d'un financement garanti pendant une certaine période. Ainsi, durant la seconde phase, soit de 1998 à 2003, le CRSNG et Hydro-Québec nous ont chacun accordé annuellement 120 000\$. Le budget global de la chaire, avec les autres contrats et subventions, était de l'ordre de 800 000\$ par année. À cela s'ajoutait bien sûr la contribution de l'INRS. Ce financement régulier et garanti était donc très structurant.

LN Est-ce que le travail à la chaire a suscité chez vous des questions différentes, a-t-il entraîné un nouveau mode de fonctionnement?

BB D'une certaine manière, oui. J'étais assez spécialisé et j'ai été obligé, pour répondre aux besoins de nos partenaires et pour encadrer les chercheurs que nous avons engagés, d'élargir le spectre de mes intérêts. Mes tâches sont devenues plus variées. Il arrive très rarement qu'Hydro-Québec finance trois fois de suite une chaire industrielle. Il a fallu démontrer qu'il y avait, à chaque phase, de nouvelles choses à explorer. Pour la troisième phase, nous avons conservé et précisé deux axes de la phase II qui étaient importants pour Hydro-Québec, soit le développement d'outils d'aide à la conception d'ouvrages puis l'analyse et la modélisation des séries chronologiques. Puis deux nouveaux axes ont été proposés : l'hydrologie statistique environnementale et l'hydrologie statistique en milieu nordique¹.

LN On parle ici de 2003, après la période de fusion des centres INRS-Eau et Géoressources qui a conduit à la création de INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE).

BB Oui, mais les nouveaux axes de recherche n'étaient pas liés à la fusion; ils ont été précisés en fonction des besoins du partenaire. Il fallait innover, sans quoi le financement aurait été plus difficile à justifier et à obtenir.

LN À votre avis, de quelle façon le développement de nouveaux outils, notamment des nouvelles technologies, a-t-il influencé vos travaux?

BB C'est fantastique, nous profitons maintenant d'outils incroyables. Nous faisons en effet beaucoup de travaux par simulation. Lorsque j'étais étudiant, au temps des premiers ordinateurs, nous travaillions avec des rubans perforés, puis des cartes; il fallait porter les boîtes de cartes au centre de calcul... Aujourd'hui, les ordinateurs personnels nous procurent une souplesse incroyable. Nous avons développé plusieurs logiciels qui sont maintenant utilisés partout à travers le monde.

¹ Responsables des axes de la phase III de la chaire en hydrologie statistique : 1. développement d'outils d'aide à la conception d'ouvrages (Taha Ouarda); 2. analyse et modélisation des séries chronologiques (Anne-Catherine Favre); 3. hydrologie statistique environnementale (André Saint-Hilaire); 4. hydrologie statistique en milieu nordique (Taha Ouarda).

LN Parlez-nous, je vous prie, de certains logiciels qui ont été créés à l'INRS et qui ont été directement liés à votre travail.

BB Le logiciel qui intègre une grande partie de mes travaux de recherche s'appelle HYFRAN pour *HYdrologic, FRequency ANalysis*. En 1991, en collaboration avec M. Ashkar qui était alors mon associé de recherche, j'avais écrit un ouvrage concernant l'estimation des événements extrêmes à l'aide d'une famille de lois, les lois Gamma. Cet ouvrage comprenait le logiciel HFA (l'ancêtre de HYFRAN). Hydro-Québec nous a alors demandé (ce qui a d'ailleurs fait l'objet d'un de nos projets université-industrie) d'ajouter certaines lois statistiques à ce logiciel pour l'estimation des crues. Ceci répondait bien évidemment aux besoins de la société. J'ai accepté à condition que ce contrat finance également des travaux théoriques sur une autre famille de distribution statistique, les lois de Halphen, travaux que nous poursuivons encore en vue de la publication d'un ouvrage dans les prochaines années. C'est ainsi qu'a été développé HYFRAN. Le logiciel est distribué par une maison d'édition spécialisée dans la diffusion scientifique des sciences de l'eau².

LN On en vient donc à parler de deux choses importantes : la diffusion et le rayonnement international. Si on évoque le domaine de l'hydrologie en particulier, vous avez collaboré avec des chercheurs au Mexique, en Afrique du Nord et en France. Il semble que l'INRS ait beaucoup de contacts avec l'étranger et qu'il jouisse d'une excellente réputation sur la scène internationale.

BB Oui, l'INRS-ETE est sans doute plus connu à l'étranger qu'au Québec! Les quatre centres de l'Institut sont reconnus mondialement, mais on se doit de constater qu'au Québec, ils n'ont pas encore une très grande visibilité. Il est vrai que nous venons à peine de fêter nos trente-cinq ans d'existence, alors que l'Université Laval existe depuis 1852!

² Water Resources Publication, Colorado.

LN Sur la scène internationale, quels sont les points les plus marquants, dans votre domaine?

BB Après avoir mis des outils au point pour le Québec et le Canada, nous avons voulu les appliquer ailleurs. En cherchant à collaborer avec le Mexique ou l'Afrique du Nord, nous voulions d'abord travailler avec des gens ayant des besoins, les guider, les former. Mais nous voulions aussi voir comment ce que nous avons développé dans des conditions nordiques pouvait s'appliquer, par exemple, dans des conditions méditerranéennes, c'est-à-dire en utilisant d'autres types de données.

LN Si je comprends bien, ces collaborations internationales vous permettent de vérifier les limites tout autant que le potentiel de vos méthodes.

BB Oui, de démontrer leur généralité, leur validité. Je pense notamment aux projets sur lesquels nous travaillons avec la Tunisie, le Maroc et le Bénin et qui sont financés par la francophonie, plus précisément par l'Association des universités francophones (AUF). Les chercheurs de ces pays sont intéressés à appliquer nos outils et à effectuer des recherches conjointement avec nous. Notre coopération dure depuis bientôt quinze ans; nous avons reçu cinq subventions jusqu'à maintenant. Nous nous connaissons depuis longtemps, nos liens sont solides et nous travaillons efficacement ensemble; j'ai par exemple été membre du jury de thèse de la responsable tunisienne du projet, il y a près de vingt-cinq ans.

LN Toujours dans cette optique de collaboration, comment vous situez-vous par rapport au concept de multidisciplinarité, alors que vous êtes un chercheur très spécialisé?

BB Le défi de l'INRS-Eau était de former des étudiants issus de plusieurs disciplines et de leur permettre de développer un langage commun en sciences de l'eau. Nos anciens étudiants se retrouvent dans de nombreux ministères et entreprises. Souvent, on nous dit que nos étudiants sont les mieux formés pour travailler avec des gens provenant d'autres disciplines. À l'INRS, il arrive qu'un géologue, un mathématicien et un météorologue aient à travailler ensemble; ils apprennent forcément à communiquer. La formation est très pointue au moment de la thèse, mais la première année, les étudiants

suivent un tronc commun. On les place tous au même niveau, ils dialoguent et c'est très enrichissant pour eux. Ils apprécient beaucoup cette étape de leur formation. La situation des professeurs est semblable. Personnellement, surtout au début de ma carrière, j'ai eu à travailler avec des gens en chimie et en biologie, pour l'analyse de données statistiques.

LN La multidisciplinarité peut aussi être un facteur déstabilisant.

BB Oui, au début, face à l'inconnu, on a moins confiance en soi. D'un autre côté, on apprend à acquérir cette confiance. Si je n'étais pas passé par là, je n'aurais jamais créé la chaire parce que 30 ou 40 % des travaux qui s'y faisaient étaient liés à des thèmes de recherche dont, initialement, je n'étais pas expert. Ce sont mes collaborateurs qui l'étaient. Souvent, je dis à mes étudiants au doctorat : « Vous, vous serez les plus grands spécialistes au monde dans votre petit domaine ». Les étudiants deviennent même meilleurs que nous dans leur champ de recherche très spécialisé. Personnellement, je préfère l'approfondissement, la spécialisation et maintenant que je suis professeur émérite, à la retraite, je restreins mes activités à mon domaine de départ : l'analyse des événements hydrologiques extrêmes. Mais, au cours des douze dernières années, en tant que titulaire de la chaire, j'ai agi comme un chef d'orchestre. J'ai été à l'origine de la formation de chercheurs dans différents secteurs de l'hydrologie statistique qui était éloigné de mon champ de spécialisation, telle l'analyse hydrologique fréquentielle. C'était toujours de l'hydrologie statistique, mais le spectre était plus large.

LN Monsieur Bobée, vous avez été l'un des éditeurs d'un ouvrage intitulé *La pluridisciplinarité dans les problèmes de l'environnement...*

BB Il s'agit d'un numéro spécial de la *Revue des sciences de l'eau*, publié à l'occasion d'un colloque sur ce thème.

LN Il est important de souligner le rôle central que vous avez joué dans l'évolution de ce périodique.

BB Je suis à l'origine de la revue. Initialement, on m'avait proposé de prendre la direction scientifique de la revue *Eau du Québec* qui était financée par l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE) et qui était une publication à la fois technique et scientifique. J'ai posé deux conditions à l'AQTE. D'abord, que la revue soit uniquement dédiée à la publication de travaux scientifiques originaux. Deuxièmement, je voulais avoir la possibilité de publier essentiellement en français et, éventuellement, de publier des travaux en anglais de scientifiques anglophones. C'est ainsi qu'est née, en 1985, la *Revue internationale des sciences de l'eau*. En 1988, nous avons fusionné avec la revue française *Sciences de l'eau*, à l'instigation des autorités de la coopération franco-québécoise et avec leur soutien.

LN Vous vous êtes donc intéressé très tôt à la diffusion.

BB Oui. Bien évidemment, si on veut diffuser nos travaux dans le monde, il faut publier en anglais. Mais je ne trouvais pas normal que l'on ne puisse pas aussi publier en français dans des revues scientifiques de bon niveau. J'avais également siégé au Programme de formation de chercheurs et d'action concertée (FCAC), au Fonds québécois pour la recherche et au sein de comités fédéraux qui se penchaient sur les problèmes du financement des revues scientifiques, et j'avais vu les problèmes liés à la langue de publication.

LN Vous êtes maintenant à la retraite. Cela ne semble pas signifier pour vous un arrêt de travail!

BB Cela signifie travailler différemment, en étant peut-être un peu plus sollicité par d'autres types d'activités. Mais je continue à travailler en recherche avec deux jeunes collaborateurs et, en ce qui concerne la chaire, la relève est assurée. Nous avons eu la chance d'attirer de très bons étudiants du monde entier. Pendant une certaine période, nous étions une trentaine de chercheurs, dont environ dix-huit étudiants à la maîtrise, au doctorat ou au postdoctorat. Une grande source de fierté est d'avoir formé de nombreux chercheurs. Plus de dix d'entre eux sont maintenant professeurs d'université au Canada ou à l'étranger.

LN Si je vous comprends bien, de nombreux étudiants viennent de l'étranger pour profiter de la formation donnée à l'INRS?

BB Oh oui! À un certain moment, nous avions des chercheurs de quatorze nationalités différentes au sein de la chaire, des gens venant de partout dans le monde; ça crée un climat très stimulant. Souvent, on garde contact avec nos camarades d'études et il en résulte des collaborations. Par exemple, un étudiant originaire du Bénin qui a fait des études postdoctorales à l'INRS collabore actuellement au projet financé par l'AUF dont nous avons parlé précédemment.

LN Parlons maintenant d'un problème d'actualité, celui des changements climatiques. Monsieur Bobée, comment situez-vous l'engagement de l'INRS par rapport à cette question?

BB Il faut parler du centre Ouranos³, créé à Montréal en 2002 et financé par le gouvernement du Québec. Nous avons tout d'abord travaillé bénévolement avec le centre Ouranos pour structurer les programmes. Depuis plusieurs années, nous participons à des projets financés par cet organisme. Il faut s'occuper des problèmes liés au réchauffement de la planète. C'est très important et nous n'avons pas le choix. Les gens disaient auparavant que nous n'avions pas de preuves de la réalité des changements climatiques, mais nous voyons de plus en plus que ce ne sont pas uniquement des changements naturels. Il y a peut-être une superposition de changements naturels et d'effets anthropiques, mais nous savons maintenant avec certitude que l'homme a une grande responsabilité dans le processus du réchauffement climatique.

LN Est-ce que cela touche votre recherche actuelle?

NN Oui et non, c'est-à-dire que dans le domaine de l'hydrologie statistique et de l'estimation des crues, il y a une hypothèse de base de l'analyse fréquentielle hydrologique qui est celle de la stationnarité. Selon cette hypothèse, les débits ne changent pas en moyenne, et il n'y a pas de tendance croissante ou décroissante. Si des changements climatiques font que les débits augmentent, cette hypothèse ne tient plus. Il faut donc adapter les méthodes que nous utilisons et cela nécessite de nouvelles recherches théoriques. Dans ce sens-là, les changements climatiques influencent la recherche.

³ Le consortium Ouranos, d'envergure internationale, annoncé le 16 mai 2002, met en commun les savoirs et disciplines d'un ensemble de chercheurs pour l'avancement des connaissances en matière d'enjeux liés aux changements climatiques et d'adaptation à ces derniers, à l'échelle de l'Amérique du Nord. L'INRS est membre du consortium.

LN Lorsque vous considérez votre vaste parcours, Monsieur Bobée, de quelle réalisation êtes-vous le plus fier?

BB De la création de la *Revue des sciences de l'eau* qui a fêté, en mai 2008, son vingtième anniversaire, de la mise sur pied de la Chaire en hydrologie statistique et de toutes mes collaborations... Mais je dirais que je suis surtout heureux de ce que l'INRS est devenu. C'est ma plus grande fierté. Au début, nous étions comme des « canards à tirer ». L'INRS avait été fondé au sein de l'Université du Québec et cela déplaisait à toutes les universités qui auraient souhaité un institut *national* qui n'appartienne pas à une université en particulier. Le problème se situait entre les termes « national » et « Université du Québec ». Le milieu universitaire n'acceptait pas cela. Il y a eu beaucoup de jeux politiques, de compétition. Plusieurs centres concurrents ont été créés. On voulait que l'INRS disparaisse. Bref, l'INRS dérangeait. Et je pense que ma plus grande fierté c'est que nous, l'équipe de départ, ayons réussi à surmonter ces difficultés et à nous imposer. Nous avons réussi à nous faire reconnaître non seulement à l'échelle nationale, mais aussi à l'extérieur du Québec, à l'échelle internationale. C'est à ce moment-là que l'INRS a commencé à être respecté, ici, au Québec. La fierté que j'éprouve n'est pas d'ordre personnel. C'est une fierté collective, celle de voir ce que nous sommes devenus et la relève que nous avons réussi à former et à entraîner derrière nous, qui contribue maintenant au rayonnement de l'INRS-ETE.



ENTREVUE

AVEC MONIQUE BERNIER



MONIQUE BERNIER

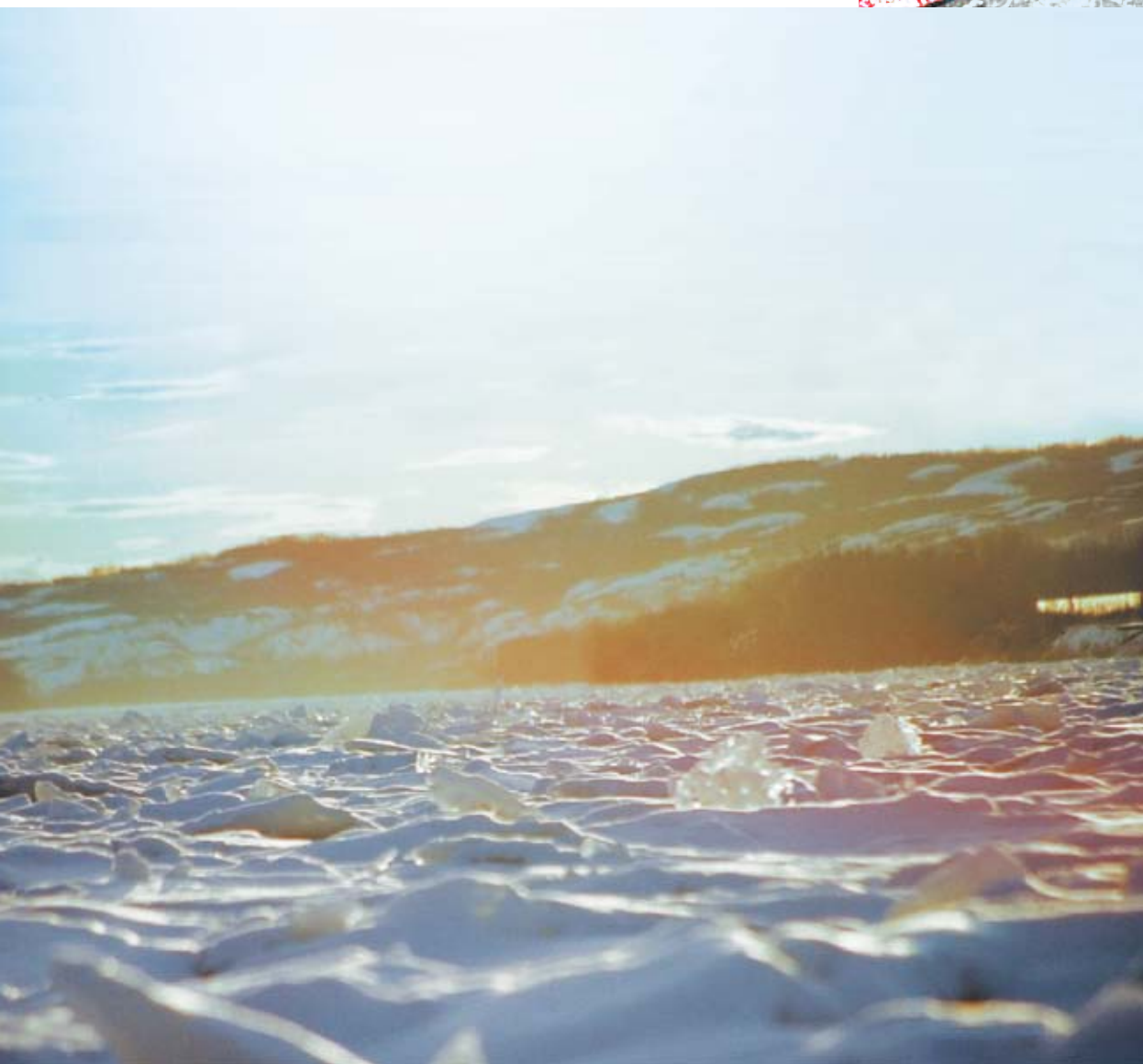
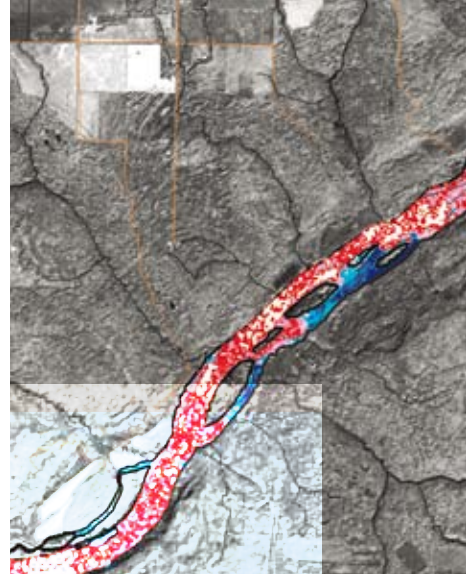
MONIQUE BERNIER A FAIT SES ÉTUDES EN GÉOGRAPHIE PHYSIQUE À L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE. ELLE S'EST SPÉCIALISÉE EN TÉLÉDÉTECTION DURANT SES ÉTUDES DE MAÎTRISE AU DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE SOUS LA DIRECTION DU PROFESSEUR FERDINAND BONN, DIRECTEUR FONDATEUR DU CARTEL.

De 1981 à 1993, elle a œuvré au Centre canadien de télédétection du ministère des Ressources naturelles du Canada. En 1987, elle entreprend un doctorat en sciences de l'eau sous la direction du professeur Jean-Pierre Fortin à l'INRS. Ses recherches doctorales portent sur l'étude du potentiel des capteurs radar pour la cartographie de la neige au sol. En 1993, elle mérite une bourse professeur-chercheur du CRSNG et devient professeur à l'INRS-Eau.

Depuis 1993, elle s'est consacrée au développement des applications de la télédétection pour le suivi de la ressource en eau sous toutes ses formes (glace de rivières, humidité et gel du sol, neige, tourbières) et à la formation de chercheurs dans ce domaine. Son équipe de recherche a développé de nouvelles méthodes d'inventaire des tourbières boréales, de cartographie du gel du sol et de cartographie des vents dans le golfe du Saint-Laurent) à partir d'images RADARSAT. Elle est aussi membre du Centre d'études nordiques (CEN) et a mis en place avec les autorités administratives de Kuujuaq un projet sur le suivi hebdomadaire de la glace sur la rivière locale. Elle est aussi active dans plusieurs réseaux de recherche canadiens, dont CRYSYS, GEOIDE, et tout récemment, WESNet. Elle a plus de 275 publications et communications à son actif.

Pendant 20 ans, elle a été impliquée dans l'Association québécoise de télédétection et en a présidé l'exécutif pendant cinq ans. Elle est actuellement vice-présidente de la Société canadienne de télédétection. Récemment, elle a été nommée représentante de la composante Amérique du Nord du Comité de Réseau Télédétection de l'Association des universités françaises (AUF). Elle a organisé plusieurs colloques nationaux et internationaux en télédétection. Elle a été impliquée dans l'organisation de l'Acfas 2008. Elle a aussi agi comme aviseur scientifique dans un projet international de l'Agence spatiale européenne et dans l'évaluation d'un programme de recherche spatiale finlandais. Elle a été membre du Groupe consultatif Terre et Environnement (GCTE) de l'Agence spatiale canadienne, du Conseil consultatif national du ministre pour les sciences de la Terre (NRCan) et membre du Comité scientifique (RMC) du Réseau d'excellence en géomatique : GEOIDE.

«... J'AI ACTUELLEMENT
QUATRE ÉTUDIANTS AU
DOCTORAT [...], PARMIS EUX,
TROIS SONT DES FEMMES!
C'EST ENCOURAGEANT
POUR L'AVENIR. »



LISANNE NADEAU :

Madame Bernier, nous remarquons dans votre parcours professionnel un intérêt pour la physique et la géographie, de même que des études en environnement.

MONIQUE BERNIER :

Si on regarde les choses qui m'ont influencée... en 1969, on a marché sur la lune. J'ai suivi cet événement de près. La mission Apollo m'a beaucoup marquée même si j'étais toute jeune. Je trouvais extraordinaire que des hommes soient là-bas, mais ce que je trouvais encore plus extraordinaire, c'était de pouvoir les voir, en temps réel, grâce aux télécommunications. Comme adolescente, j'étais attirée par les sciences spatiales; par contre, le génie électronique, ce n'était pas pour moi. Je ne me voyais pas travailler à la NASA, c'était trop loin de ma réalité, je n'avais pas de modèle devant moi, le pas était trop grand. Au collège, j'ai donc opté pour les sciences. C'était le début des années 70 et on commençait à parler d'environnement. C'est comme ça que je me suis retrouvée au département de géographie de l'Université de Sherbrooke.

LN Vous avez entrepris une majeure en géophysique puis une maîtrise en télédétection. Il s'agissait d'une notion nouvelle au moment de votre formation, et même lorsque vous êtes entrée sur le marché du travail.

MB Oui. Je me suis inscrite au département de géographie où enseignait monsieur Ferdinand Bonn, qui est devenu l'un des piliers de la télédétection au Canada. Pionnier de l'application de la télédétection aux études environnementales, il commençait alors à s'intéresser à la question et à travailler dans ce domaine. Après un de ses cours, il nous a raconté qu'il y avait eu, la veille, un survol aéroporté de la région et que des images avaient été prises... Il nous a parlé un peu de ses projets de recherche et cela m'a accrochée. J'ai voulu en savoir plus et, finalement, j'ai entrepris une maîtrise sous sa direction.

LN Vous parlez d'un vol aéroporté...

MB Oui, il faut en effet préciser qu'à l'époque, il n'existait qu'un seul satellite dédié à la télédétection : Landsat. Le satellite Landsat-1 avait été lancé en 1972 par les Américains et son successeur, Landsat-2, en 1975. La résolution des images multispectrales était alors de 80 mètres par pixel. C'est à partir de capteurs aéroportés que se faisait la recherche utilisant des images à plus haute résolution. En fait, même aujourd'hui, on vérifie souvent les capteurs sur des vols aéroportés avant de les installer sur un satellite.

LN Le travail de monsieur Bonn visait quel domaine de recherche?

MB Il a beaucoup travaillé sur l'érosion et l'humidité des sols tout au long de sa carrière. En fait, mon projet de maîtrise consistait à réaliser une cartographie de l'humidité du sol de parcelles agricoles à partir d'images dans la bande thermique (10-12 UM). À l'époque, les images dont nous disposions étaient des images analogiques, pas numériques.

LN Vous vous êtes donc très tôt intéressée à l'environnement et, presque malgré vous, de manière embryonnaire, à la question de l'eau.

MB Oui, tout à fait. Pour ce projet, le professeur Bonn travaillait en collaboration avec le Centre canadien de télédétection qui fait partie du ministère des Ressources naturelles du Canada (NRCan). Il avait demandé à un des chercheurs du Centre d'être le réviseur de mon mémoire de maîtrise. Cela a permis à ce chercheur de connaître mon travail. Or, dans l'année qui a suivi le dépôt de ma maîtrise, un poste s'est ouvert au Centre canadien de télédétection, pour lequel on cherchait un francophone. J'ai été choisie.

LN C'était en 1981, vous n'aviez que vingt-cinq ans!

MB J'étais la petite jeune! Il n'y avait qu'une autre femme. J'ai passé six ans à ce poste, pendant lesquels j'ai eu à m'occuper de projets aux quatre coins du Canada. C'est là que j'ai commencé à faire du traitement d'images numériques, parce que c'était là qu'avait été développé le premier système de traitement d'images au Canada. J'ai commencé à travailler avec des images Landsat-3/4 et SPOT-1, notamment dans le cadre d'un projet en collaboration avec Statistique Canada qui visait à développer une cartographie des superficies de culture de la pomme de terre.

LN Vos travaux étaient donc liés à l'agriculture. Après six ans, vous décidez d'entreprendre un doctorat.

MB Au Centre canadien de télédétection, il y avait en effet beaucoup de projets en agriculture, en foresterie, en géologie, mais il n'y avait rien qui se faisait du côté de l'hydrologie. Or, parallèlement à mon engagement au sein de l'équipe du Centre canadien de télédétection, je m'étais engagée dans la Société canadienne de télédétection et l'Association québécoise de télédétection. Cette dernière organisait des colloques pour permettre à la communauté de chercheurs de se rencontrer. C'est dans le cadre d'un de ces colloques que j'ai rencontré le professeur Fortin, venu présenter ses activités de recherche. Il s'intéressait à la télédétection et souhaitait que je vienne à l'INRS afin de me parler de ce que l'on y faisait. Un jour, je me suis donc rendue à Québec. J'ai ensuite fait un rapport de ce voyage. Un an plus tard, mon patron est entré dans mon bureau, mon rapport sous le bras. Il m'a indiqué que le Centre souhaitait développer des applications en hydrologie, et m'a demandé d'organiser une rencontre avec les chercheurs de l'INRS-Eau. Le Centre canadien de télédétection souhaitait offrir un contrat de recherche à l'INRS pour que l'Institut prenne des mesures de terrain en survol et évalue le potentiel de l'imagerie radar pour la cartographie de la couverture de neige. Nous parlons d'imageries aéroportées radars; les images satellitaires radars n'existaient pas à l'époque. Il faut mentionner le contexte : nous étions en 1987 et le programme canadien RADARSAT démarrait. Le satellite a en fait été lancé en 1995. J'ai dit au professeur Fortin : «C'est un beau projet de doctorat, m'accepteriez-vous comme étudiante?» C'est comme ça que je me suis retrouvée à l'INRS-Eau. J'ai pris deux ans de congé pour études et... je suis restée. En 1991, au moment où je terminais mon doctorat, Jean-Pierre Villeneuve était directeur et il a négocié une entente de prêt de service.

LN C'était donc le premier contrat en télédétection à l'INRS. Mais il semble que le domaine d'études sur la glace et la neige n'était pas encore très développé.

MB Aux débuts de L'INRS-Eau, le professeur Edward J. Langham avait fait des recherches dans ce domaine. Lorsque je suis arrivée, en 1987, le professeur Gerry Jones s'intéressait quant à lui aux aspects physico-chimiques de la neige. Comme il était chimiste, sa recherche était davantage reliée aux impacts de la fonte, voire de l'acidité de l'eau, sur la faune, la flore, dans un contexte d'environnement forestier. Il était le seul professeur qui s'intéressait à ces questions. J'ai donc suivi son cours. Puis, j'ai aussi revu toute la documentation sur la question, à savoir comment on pouvait suivre la neige par télédétection et plus spécifiquement par radar. Comme j'avais une expérience de recherche sur le terrain, j'ai étudié les publications des chercheurs qui travaillaient sur la neige et j'ai tranquillement bâti mon expertise; j'ai appris à faire des relevés, de quels types de données on avait besoin, etc. Par la suite, j'ai développé un algorithme permettant d'extraire la quantité de neige au sol à partir d'images radars. Il s'agissait d'une application répondant aux besoins d'Hydro-Québec qui souhaitait connaître l'équivalent en eau sur les bassins à la fin de l'hiver, à la suite de la fonte de la neige. Ce fut le sujet de ma thèse. À la fin du doctorat, on fait toujours des recommandations pour des travaux futurs, et une de mes recommandations, puisque j'avais encore travaillé avec des données aéroportées, était la suivante : en 1992, les Européens lanceront un satellite radar, ERS-1; il serait intéressant d'étudier le potentiel des premières images prises par ce satellite. Finalement, j'ai eu l'opportunité de continuer mes recherches avec les données d'ERS-1 et, en 1996, le satellite canadien RADARSAT-1 fut mis en opération.

LN Veuillez préciser, Madame Bernier, ce que ce type d'image a de particulier, car il ne s'agit pas des premières images satellitaires.

MB Oui, en effet. Ce qui distingue RADARSAT-1 de ses prédécesseurs est le type de capteurs dont il est doté. Le premier satellite dédié au suivi de l'environnement est le satellite américain Landsat, en 1972. Il était équipé d'un capteur multispectral, c'est-à-dire qui prend des images dans le visible, le proche infrarouge et dans une bande thermique. C'est certainement le satellite le plus connu : si vous allez sur Google, beaucoup des images de fond que vous



verrez sont des images de Landsat. Et depuis trente-cinq ans, les images satellitaires qu'on trouve dans les atlas proviennent souvent de Landsat; le septième de la série, Landsat-7, est toujours en opération en 2007. Mais lorsqu'on parle d'un satellite muni d'un radar, comme RADARSAT-1, ce sont des micro-ondes qui traversent les nuages. L'avantage des capteurs radars est qu'ils permettent d'obtenir des données même par couvert nuageux ou durant la nuit. L'application première de ces satellites est le suivi des océans : estimer la hauteur des vagues, la direction des vents, le déplacement des icebergs, des banquises de l'Arctique et de l'Antarctique... Cela dit, les images radars étaient plus difficiles à interpréter que les autres types d'images. Il a donc fallu graduellement développer des outils pour les exploiter.

LN Et vous avez travaillé à ces traducteurs d'images?

MB Oui, en fait mon programme de recherche principal vise à extraire l'information de ces images. Si je vous montre une image dans le visible et le proche infrarouge, vous pouvez la regarder et y discerner quelque chose en fonction de votre expérience à vous. Si je vous montre une image de Québec, par exemple, vous allez facilement distinguer le fleuve et le Château Frontenac; vous pourrez situer un certain nombre de choses. S'il s'agit d'une image radar, c'est possible, mais... vous pourrez dire : «Voilà la ville», car il y a tout de même une signature différente, «Voilà le fleuve, des bateaux...». Chacun «décode» à sa façon, selon son bagage. Ce que mon équipe et moi-même tentons de faire, c'est d'abord de développer des algorithmes qui nous permettent de faire une extraction automatique de l'information. On peut toujours, dans un premier temps, rehausser l'image pour tenter de faire une interprétation humaine, mais...

LN Vous recherchez une interprétation automatique?

MB Oui, une interprétation automatique, un algorithme qui nous permettrait d'évaluer quelle est la teneur en eau, la quantité de neige... Un algorithme qui distinguerait les sols gelés des sols dégelés.

Bassin de la
rivière La Grande



LN Au cours de ces années, est-ce qu'il y a eu une évolution dans votre façon de cibler l'information, dans ce que vous allez chercher à partir de ces images?

MB Oui, en fait, dès mon arrivée à l'INRS-Eau, j'ai commencé à faire des recherches sur la neige et je travaille encore sur cette question. D'une part, il y avait peu d'expertise. Même si le Canada lançait un satellite qui s'appelait RADARSAT, au moment où on l'a lancé en 1995, il y avait peu de gens qui s'étaient penchés là-dessus. Moi, j'ai développé l'expertise avec cet outil, pour la neige, mais cela m'a amenée à me pencher sur d'autres applications. Et comme j'étais à l'INRS-Eau, je me suis orientée par rapport aux intérêts du Centre. Après la neige, j'ai travaillé sur les milieux humides et les tourbières, un sujet sur lequel je travaille encore aujourd'hui. Nous avons étudié la cartographie des types de tourbières et celle de la neige, dans différentes régions du Québec, mais surtout dans le complexe hydroélectrique du bassin de La Grande.

LN Parlez-nous de vos partenaires.

MB Au départ, lorsque j'ai fait ma thèse, nous travaillions en partenariat avec le Centre canadien de télédétection, qui fournissait les images. Par la suite, cette recherche a fait l'objet de demandes auprès du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et de l'Agence spatiale canadienne et Hydro-Québec. En 1992, il y a eu un programme de recherche concerté pour développer des applications de RADARSAT. Ce programme était financé par le Fonds québécois de la recherche sur la nature et la technologie (FQRNT). Pour le premier projet que j'ai monté avec le soutien du FQRNT, j'avais des partenaires de l'Université Laval, de l'Université de Sherbrooke et des partenaires industriels. C'était un consortium d'universitaires et d'entreprises privées. Je me suis associée à Viasat Géotechnologie. Il s'agit d'une entreprise de Montréal qui travaille dans le domaine de la géomatique, on pourrait dire du génie-conseil. Viasat fait de la cartographie numérique et du traitement d'images. J'ai eu plusieurs projets en partenariat avec cette entreprise par la suite. Comme il s'agissait d'un projet de trois ans, j'ai pu engager un assistant de recherche dès l'automne 1992, monsieur Yves Gauthier. Il travaille encore avec moi...

LN Abordons la question du financement. C'est toujours le nerf de la guerre.

MB Il faut avoir assez d'argent pour réaliser les projets que l'on veut. Le problème, ce ne sont pas les projets, car ce ne sont jamais les idées qui manquent. En plus de la question du financement de la recherche, il y a celle des ressources humaines : il faut aussi arriver à trouver les bonnes personnes.

LN Comment voyez-vous l'évolution de votre rapport à la nordicité, cette conscience de la nécessité de l'étudier, d'analyser le phénomène de la fonte, par exemple?

MB Au Québec, le Centre d'études nordiques existe depuis plus de quarante ans. Il fait figure de précurseur dans le domaine. L'INRS est un de ses partenaires depuis six ans mais, au Canada, c'est tout de même une minorité de chercheurs qui s'intéressent au Nord. Et si on regarde uniquement la neige, nous sommes un tout petit groupe. Évidemment, avec l'année polaire qui a été fixée en 2007-2008, de plus en plus de chercheurs s'intéressent au sujet depuis deux ou trois ans. Dans les agences gouvernementales, des chercheurs ont proposé des projets de recherche reliés au Nord et un appel d'offres a été lancé auprès des chercheurs associés à des regroupements. Les projets regroupent donc des chercheurs de laboratoires fédéraux et des chercheurs universitaires (il y a moins de laboratoires provinciaux parce que de telles collaborations ne font pas partie de leur mandat). Comme d'autres, nous avons soumis un projet et nous espérons une réponse positive. Le gouvernement a accordé des subventions pour qu'il y ait davantage de recherche qui se fasse dans le Nord. Lorsqu'on parle du Nord, on parle du Nunavut, des îles arctiques, du Yukon, donc du territoire situé au nord du 60° parallèle, et cela coûte très cher de s'y rendre. Le programme fédéral prévoit des retombées pour les populations locales et je dirais que c'est une préoccupation qui est assez récente dans l'histoire.

LN Il est très surprenant que seulement quelques chercheurs s'intéressent à la question!

MB Oui, car même au sud, nous vivons en pays nordique.

LN Permettez-moi de revenir à la question concernant l'évolution de vos préoccupations. Si l'on compare vos recherches d'il y a vingt ans à votre travail d'aujourd'hui, notamment dans le contexte des changements climatiques...

MB Oui, il y a beaucoup de projets qui se font en ce sens; nous étudions notre environnement actuel, mais nous sommes aussi en mesure d'analyser ce qui s'est passé. Il est certain que la télédétection et le fait que nous ayons des images qui datent d'une trentaine d'années, cela nous permet de faire un suivi et de voir les changements au cours de cette période. Je participe actuellement à un projet qui consiste à suivre le mouvement de différents types de glace afin de prévoir les embâcles dans le cadre du Réseau des centres d'excellence GEOIDE. Mes sujets d'intérêt touchent davantage le sud de la région, même si ce sont des sujets nordiques.

LN Et si je comprends bien, vous ne travaillez pas uniquement avec l'image radar.

MB Il y a le radar, mais aussi toute la gamme des autres capteurs. Nous avons fait pour Ouranos un suivi sur vingt-cinq ans de l'étendue de la couverture de neige au printemps. Et comme il y a des journées nuageuses, nous utilisons deux capteurs. Les images AVHRR (1 km de résolution), de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dans le visible et celles d'un autre capteur opérant dans les micro-ondes, mais qui couvre tout le Québec en une seule image, donc avec une résolution plus grossière (25 km). Ce type de capteur permet tout de même de suivre l'évolution spatiale et temporelle du couvert de neige.

LN Êtes-vous en mesure de faire une évaluation de la situation? Selon vous, est-elle dramatique?

MB D'une année à l'autre, on voit qu'il y a des changements. C'est sûr que, plus récemment, on a assisté à des années plus chaudes, parfois à des printemps plus hâtifs. Il est indéniable que le pergélisol dégèle. Dans le bassin de la rivière La Grande, où se situe le complexe d'Hydro-Québec, il n'y en a presque plus. Et si on monte vers le nord, il y en a encore, mais sa disparition ponctuelle et rapide cause des problèmes. Le risque qu'il dégèle où il y a des habitants est plus grand. Là où les habitations sont conçues pour le pergélisol, c'est un problème. Il faut aussi repenser la façon de construire les routes, les aéroports...

LN Votre travail ne touche pas exclusivement les sciences de l'eau. Au moment de la fusion avec Géoressources, ce mouvement vous est-il apparu naturel?

MB Oui, car je suis géographe de formation. Effectivement, la fusion, c'est intéressant, car il y a quelques étudiants en sciences de la terre qui viennent suivre mon cours. Et j'ai de belles collaborations avec des collègues.

LN Parlez-nous, je vous prie, de vos collaborations sur la scène internationale.

MB J'ai eu la chance de participer, de 2001 à 2004, au 5^e Programme cadre de l'Union européenne. Il s'agissait d'un projet sous la direction de chercheurs allemands auquel participaient des Suisses, des Norvégiens et des Autrichiens. Nous avons développé et testé un capteur *in situ* pour mesurer la quantité de neige au sol. J'avais été approchée parce que j'avais un projet d'estimation de la neige au sol avec Hydro-Québec. J'ai réussi à impliquer Hydro-Québec dans le projet. J'avoue que cela a été une très belle expérience pour toute l'équipe, chercheurs et étudiants. Une collaboration fructueuse qui dura trois ans. Il y avait un site expérimental en Suisse et un autre au Canada, à la ferme expérimentale de Saint-Romuald, près de Québec. Nous avons donc pu effectuer la comparaison de données. J'avais reçu un financement du CRNSG pour financer mon équipe. Nous nous réunissions deux fois par année. Les Européens souhaitaient la collaboration de Canadiens pour tisser des liens avec des personnes qui, éventuellement, utiliseraient le capteur, et aussi pour permettre l'échange d'expertises. Cela m'a permis d'ouvrir un nouveau volet dans mes compétences. J'avais travaillé le volet image et le volet caractérisation du couvert nival au sol et, là, j'ai développé une expertise de validation d'un instrument de mesure automatique des propriétés du couvert nival. Ce fut un bel échange scientifique et technique, car nous travaillions au développement d'un capteur électronique, à la validation et à l'application de l'instrument et à un volet télédétection. Ce fut aussi très enrichissant sur les plans culturel et humain.

LN Je vois aussi dans votre *curriculum* une collaboration avec le Liban. Cela ne semble pas toucher la nordicité...

MB Et pourtant, nous étions au Liban pour travailler sur la neige! C'est la ressource en eau des Libanais et c'est pour cela qu'Israël convoite tant ce pays! C'est l'eau! Le Liban est, comme la Suisse, un pays de montagnes. On ne s'y

attendrait pas, mais il y neige l'hiver. Une bonne partie du pays est constituée d'une chaîne côtière et, de l'autre côté, il y a une grande vallée jusqu'en Syrie. Ce qui est particulier, c'est que le mont Liban est constitué principalement de roche calcaire. La roche calcaire est de la roche fracturée, ce qui fait que lorsque la neige fond, elle s'infiltre. On retrouve de nombreuses grottes et des rivières souterraines. C'est donc encore plus difficile de savoir quelle est la quantité d'eau disponible.

LN Dans quel contexte avez-vous été amenée à travailler là-bas?

MB J'avais organisé en 1997 un colloque pour l'Association des universités francophones (AUF). Cette association regroupe des réseaux de chercheurs dans divers domaines, dont un réseau en télédétection. L'INRS-Eau était alors l'hôte des 7^e Journées scientifiques du Réseau de télédétection. Une collègue du Liban qui avait étudié à Montréal, Jeannine Soma, participait au colloque. En télédétection, il n'y a pas beaucoup de femmes de ma génération, donc lorsqu'on se croisait, on s'en souvenait. En 1997, Jeannine Soma était professeure à Beyrouth. Elle a vu mes travaux sur la neige et m'a mentionné un projet qu'elle était en train de planifier. L'année suivante, au moment où l'AUF a fait des appels d'offres de collaborations, nous avons soumissionné ensemble. Ce sont normalement des collaborations tripartites, soit un ou deux pays du Sud et un pays du Nord. Les fonds sont pour les pays du Sud, pas pour nous, sauf pour les frais de déplacement. Le travail se fait là-bas et le gros du budget est dépensé dans le pays du Sud. Nous avons donc monté un projet sur la cartographie de la neige, une étude des hauts plateaux du Liban avec la collaboration d'un chercheur français, Jean-Pierre Dedieu, alors à Grenoble et aussi spécialiste de la neige.

LN Madame Bernier, nous faisons l'histoire de l'INRS-Eau. Nous avons rencontré plusieurs chercheurs masculins. Pourquoi y a-t-il si peu de femmes dans le domaine des sciences et notamment dans celui des sciences de l'eau?

MB Il faut revoir le contexte historique pour comprendre que j'ai été la seule femme professeure à l'INRS-Eau. Si le centre avait été fondé en 2006 ou 2007, ce serait différent. Lorsqu'on parle d'un centre de recherche, cela implique la présence de chercheurs ayant fait des études de cycles supérieurs. À l'époque, il n'y avait pas beaucoup de femmes qui faisaient des études de deuxième ou troisième cycles. C'est la même chose dans le domaine des sciences géomatiques ou de

la télédétection. Je suis membre du Comité scientifique d'un réseau de centres d'excellence et sur les vingt membres, nous ne sommes que trois femmes. Les autres sont de jeunes professeures, âgées d'à peine trente-cinq ans.

LN Que sont devenues ces femmes qui, il y a trente ans, s'intéressaient dès le secondaire aux sciences?

MB Les filles qui s'intéressaient aux sciences sont toutes allées en sciences de la santé. Elles sont devenues médecins, pharmaciennes, orthophonistes... et les autres? Nous étions trois filles en sciences pures... Dans le domaine de la santé, aujourd'hui, les femmes sont partout. Des femmes de ma génération. Et à la faculté de médecine, actuellement, on sait qu'il y a plus de femmes que d'hommes. Lorsque j'étudiais en géographie, nous étions aussi trois filles sur soixante. Deux ont fait la maîtrise et je pense que je suis la seule à posséder un doctorat.

LN Croyez-vous qu'une plus grande présence des femmes aurait une influence sur l'orientation de la recherche?

MB Peut-être dans la façon de faire, humainement parlant – dans le rapport avec les étudiants, par exemple – davantage que sur le plan du contenu. Je crois qu'il y a autant d'hommes que de femmes qui s'intéressent à l'environnement.

LN Comment a joué le fait que vous ayez été isolée, en tant que femme, lorsque vous êtes arrivée à l'INRS?

MB Le fait d'être une femme qui a travaillé dans un milieu d'hommes?... J'ai côtoyé des femmes, des secrétaires, des assistantes de recherche, mais mes collègues étaient masculins. Ce fut parfois difficile, mais il est toujours difficile de se bâtir une crédibilité lorsqu'on est jeune. Il n'y avait pas de discrimination. Et d'un côté, le fait d'être une femme a eu un avantage en ce sens que les hommes ont toujours fait attention à moi. Ils ne savaient pas à quoi s'attendre, mais ils étaient heureux d'avoir une collègue. Les gens veulent surtout te voir faire tes preuves. Le fait que je sois une femme n'a pas été un facteur déterminant.

LN En conclusion, Madame Bernier, vous avez encore de nombreuses années de carrière devant vous... quelles sont les perspectives d'avenir pour la recherche, quelles sont les portes que vous voulez ouvrir, les besoins que vous identifiez?

MB En ce qui concerne la nordicité, ce qui se passe en ce moment, c'est bien. L'année polaire va permettre de sensibiliser les gens sur les avantages de mieux connaître l'environnement. Dans le domaine de la télédétection, j'ai déjà vingt-cinq ans de carrière derrière moi. Lorsque j'ai commencé à travailler avec les images numériques, personne ne connaissait cela. Aujourd'hui, on va sur Google et les images satellitaires sont là! C'est donc plus connu et, avec le développement actuel de l'informatique, on peut facilement traiter les images, les intégrer à des systèmes d'information géographique. Je ne sais pas combien de satellites sont lancés par année dans le domaine de la télédétection appliquée aux sciences de l'eau et de l'environnement. Nous avons les outils, reste à voir comment les intégrer. Mon équipe fait le lien avec les modélisateurs, les gens qui font les modèles, comme monsieur Fortin. Ce dernier ayant pris sa retraite, je travaille maintenant avec monsieur Claudio Paniconi et nous avons un projet en Sardaigne. Ensemble, nous développons les algorithmes pour le suivi de l'humidité du sol et, de son côté, il crée des outils pour intégrer ces données, qui nous proviennent de la télédétection, et faire la mise à jour des modèles. J'ai aussi ce projet de recherche sur la glace de rivière auquel participent plusieurs partenaires canadiens, dont madame Faye Hicks de l'Université de l'Alberta. Elle est ingénieure dans un département de génie civil. Elle étudie et modélise le processus de formation des embâcles. J'ai énormément de plaisir à travailler avec elle. J'ai envoyé une de mes étudiantes là-bas qui a analysé en chambre froide des échantillons de glace de rivière. Mon projet consiste à classifier les types de glaces pour ensuite en déterminer l'épaisseur par télédétection. Cette étudiante analyse et simule la réaction du signal radar à la neige et à la glace. Nous avons recueilli des échantillons et mon étudiante a examiné la structure de la glace. Elle a découvert des bulles d'air en densité variable, et ce facteur influence le signal. À son retour, nous avons écrit un article en collaboration avec madame Hicks. Cette dernière travaillant depuis plus longtemps sur la glace, mon étudiante a pu profiter de son expertise et de sa connaissance de la rivière sur laquelle portent ses recherches.

LN **Donc, pour en revenir à la question de l'avenir, si je comprends bien, l'important pour vous est le caractère perfectible des modèles.**

MB Oui, qu'à partir de la donnée satellitaire, il soit de plus en plus possible d'extraire des données quantitatives et d'en tirer des applications concrètes. Lorsque j'ai commencé, il y a vingt-cinq ans, on ne réalisait pas encore de cartes à partir des données satellitaires. Aujourd'hui, toutes les cartes sont faites de cette façon.

LN **C'est pourquoi cette analyse des glaces de rivière est très récente.**

MB On n'aurait même pas pensé à cela; les outils n'existaient pas. L'imagerie radar haute résolution existe depuis la mise en opération de RADARSAT-1 en 1996. Cela fait dix ans et nous nous intéressons à cette question depuis sept ans. Et pour l'environnement, on aura des images de différentes résolutions spatiales.

LN **Nous vivons dans une société de l'image et, ici aussi, tout revient à l'image.**

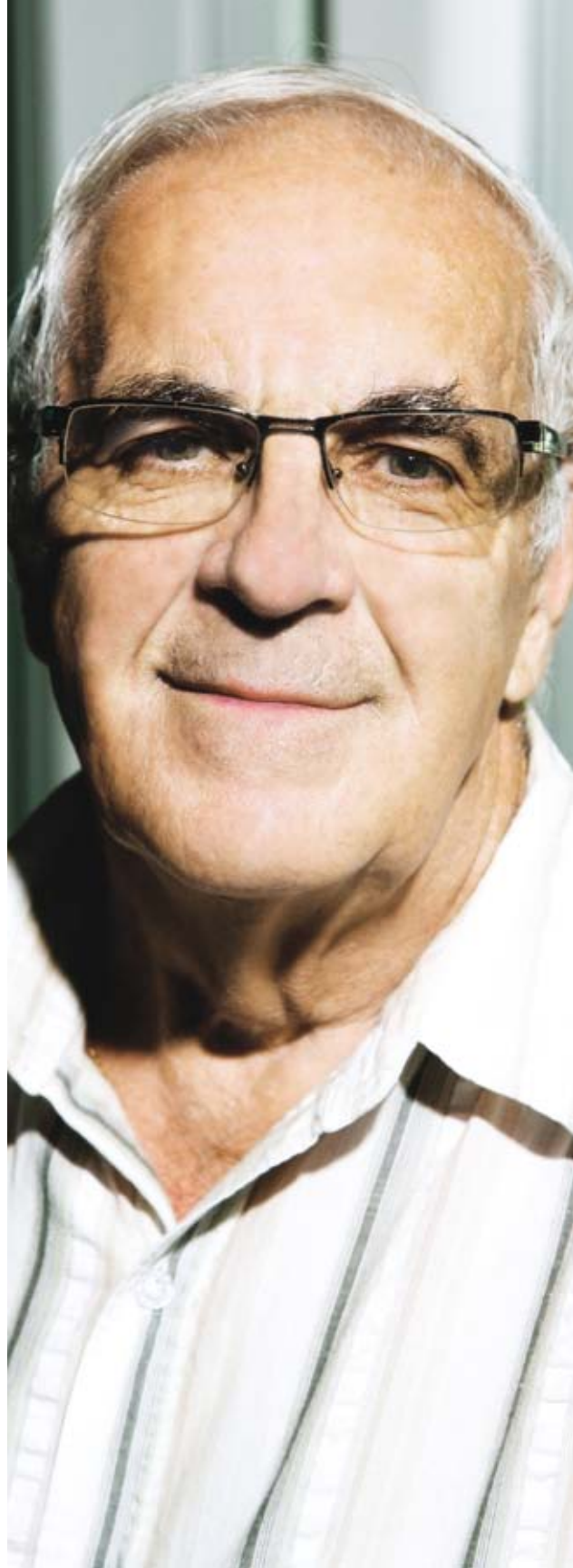
MB Ce n'est pas que visuel. Aujourd'hui, avec les systèmes d'information géographique, nous possédons des outils permettant d'intégrer les informations spatiales et temporelles extraites des images satellitaires, de les interpréter et de les utiliser davantage pour le suivi de l'environnement.

Pour terminer, puisqu'il est question d'avenir, j'aimerais vous signaler que j'ai actuellement quatre étudiants au doctorat et que, parmi eux, trois sont des femmes! C'est encourageant pour l'avenir.



ENTREVUE

AVEC JEAN-PIERRE FORTIN ET GUY MORIN





JEAN-PIERRE FORTIN

GUY MORIN

JEAN-PIERRE FORTIN A FAIT DES ÉTUDES EN SCIENCES PHYSIQUES À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL, AVANT D'OBTENIR UNE MAÎTRISE EN MÉTÉOROLOGIE DE L'UNIVERSITÉ MCGILL. APRÈS QUELQUES ANNÉES D'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE, IL ENTRE EN 1967 AU MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU GOUVERNEMENT DU QUÉBEC OÙ IL TRAVAILLE DÈS LE DÉBUT SUR LE DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES HYDROLOGIQUES.

En 1970, ses activités de recherche au ministère passant au nouveau Centre québécois des sciences de l'eau de l'INRS, plus tard appelé INRS-Eau, il accepte l'offre qui lui est faite et devient le premier professeur du centre. De 1971 à 1973, il poursuit ses recherches à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc à Montpellier (France) et en revient, fin 1973, avec un doctorat en hydrologie. Il a pris sa retraite en 2000, mais continue encore en 2008 de poursuivre des activités de recherche et développement avec des collègues du centre.

Tout au long de ces années à l'INRS-ETE, il a œuvré au développement de modèles hydrologiques et d'applications de la télédétection en hydrologie. Après avoir collaboré au développement de modèles qui ont mené au modèle CEQUEAU, il participe à l'amélioration de ce modèle dès son retour de Montpellier en 1973. En 1985, il pose les bases du modèle HYDROTEL, un nouveau modèle hydrologique spatialisé compatible avec les données fournies par la télédétection et les systèmes

d'information géographique. Ce modèle est maintenant utilisé par Hydro-Québec et le gouvernement du Québec pour la préparation de prévisions de crues sur divers bassins du Québec, en plus d'applications dans divers pays.

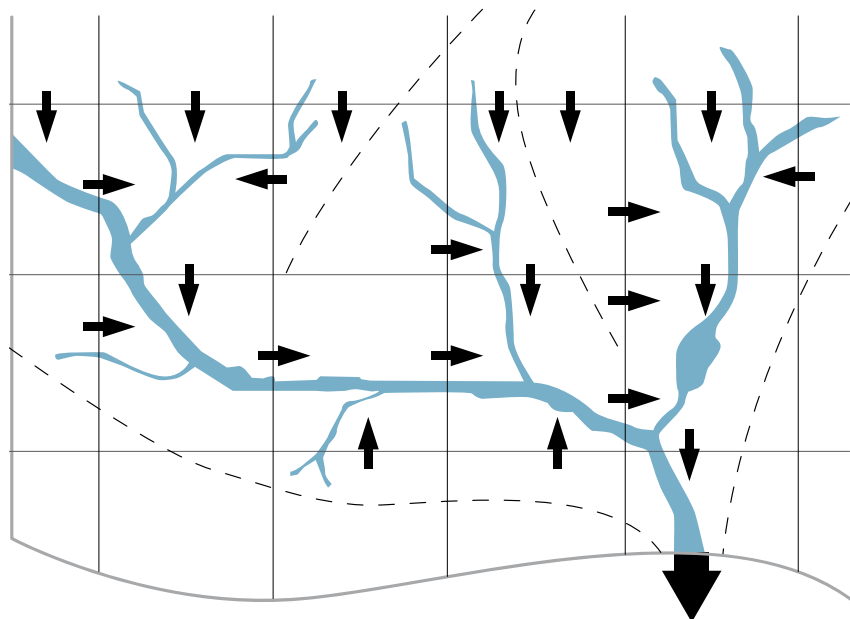
En plus de ses activités de recherche et d'enseignement à l'INRS-ETE, il a été professeur invité à l'École fédérale polytechnique de Lausanne (Suisse), consultant en Afrique pour l'Organisation météorologique mondiale et membre de divers comités internationaux. Il a aussi été membre de divers comités de l'INRS et d'organismes québécois et canadiens oeuvrant dans des secteurs liés à l'hydrologie. Enfin, dans le cadre de ses recherches, il a collaboré avec plusieurs organismes et chercheurs québécois, canadiens, américains et européens.

GUY MORIN A GRADUÉ EN 1962 EN GÉNIE CIVIL À L'UNIVERSITÉ LAVAL. EN 1966-67, IL FAIT UN STAGE DE FORMATION EN HYDROLOGIE À ÉLECTRICITÉ DE FRANCE (EDF À CHATOU) ET À L'OFFICE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'OUTRE-MER (ORSTOM À PARIS). IL A OBTENU UNE MAÎTRISE EN HYDROLOGIE À L'UNIVERSITÉ LAVAL EN 1970.

En 1974, il obtient un doctorat en hydrologie de l'université de Grenoble. De 1962 à 1966, il a œuvré comme ingénieur à la division Exploitation des barrages du ministère des Richesses naturelles du Québec. De 1967 à 1970, il travaille à la direction des Études et Recherches du ministère des Richesses naturelles. De 1970 à l'an 2000, il est professeur d'hydrologie à l'INRS. De 2000, à aujourd'hui, il est professeur honoraire à l'INRS.

Au cours de ces années, il a participé à de nombreuses activités de recherche et d'enseignement portant sur la modélisation mathématique appliquée aux écoulements de l'eau en rivière. Il a développé et appliqué le modèle hydrologique CEQUEAU sur plusieurs rivières du Québec, d'Amérique du Sud, d'Europe et d'Afrique. Il a organisé et présenté des ateliers de travail sur le modèle CEQUEAU au Québec, en France et en Tunisie.

Il a été consultant en modélisation hydrologique pour l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et pour l'Organisation des Nations Unies (ONU). Il a été membre de la commission scientifique et technique sur la gestion des barrages (Commission Nicolet). Il a participé à l'intercomparaison des modèles hydrologiques avec fonte de neige et à l'intercomparaison des modèles hydrologiques pour la prévision des débits en temps réel, parrainés par l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Le modèle CEQUEAU a été évalué par rapport à quatorze modèles hydrologiques provenant de onze pays. Le modèle CEQUEAU est maintenant utilisé par quelques organismes du Québec pour la prévision des débits en temps réel et dans plusieurs pays pour la simulation des débits.



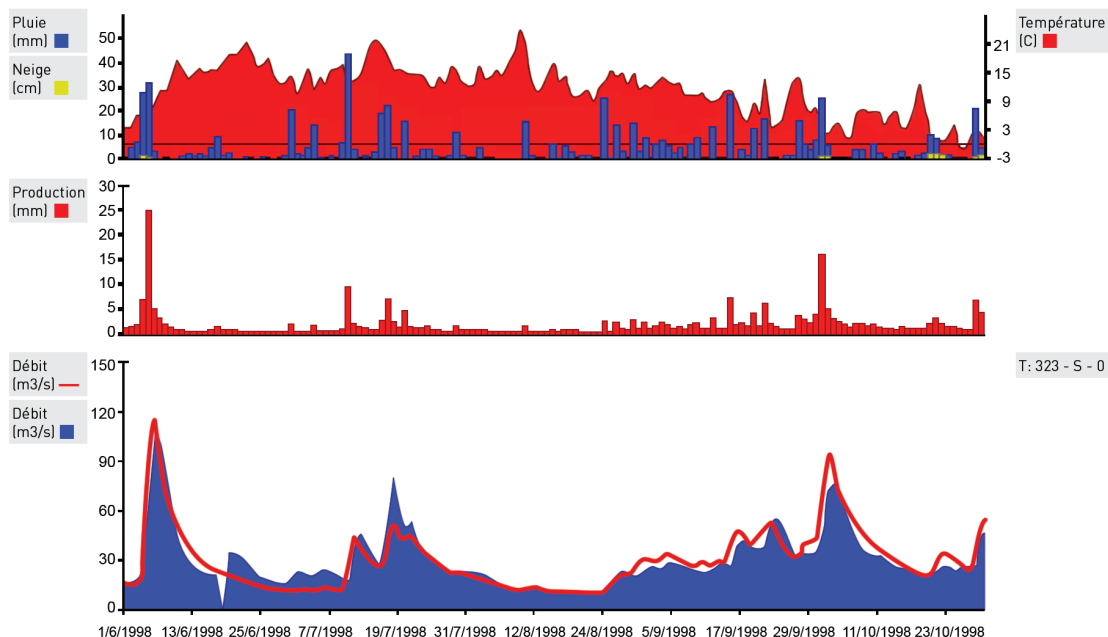
Modèle hydrologique CEQUEAU
Écoulement des eaux sur le bassin versant

LORSQUE NOUS PRÉPARIONS CEQUEAU, NOUS DEVIONS UTILISER DES CARTES SUR PAPIER, Y RETRACER DES GRILLES, TRACER DES LIGNES DE PARTAGE DES EAUX [...] COMPTER DES SUPERFICIES... ET VOILÀ QUE SONT ARRIVÉS LES SYSTÈMES DE RENSEIGNEMENTS GÉOGRAPHIQUES, LA TÉLÉDÉTECTION...

JEAN-PIERRE FORTIN

« SI ON AVAIT PU PRÉDIRE L'AVENIR AU MOMENT DE LA CRUE DU SAGUENAY EN 1996, CETTE DERNIÈRE AURAIT ÉTÉ MOINS DÉVASTATRICE. »

GUY MORIN



Modélisation de l'écoulement en rivière à partir des données de précipitation et de température
[courbe rouge: débit simulé; hydrogramme bleu: débit observé]



a)



b)

a) carte d'occupation
du sol

b) carte de direction
d'écoulement

LISANNE NADEAU :

Monsieur Fortin, Monsieur Morin, vous avez été de la toute première équipe de chercheurs de l'INRS.

GUY MORIN :

Nous faisons partie d'un premier groupe de cinq professeurs qui ont été transférés du ministère des Richesses naturelles à l'INRS. Michel Slivitzky était directeur général des eaux. Lorsque l'INRS-Eau a été fondé, il est devenu directeur du centre et nous avons travaillé ensemble.

LN Quelle est votre formation, Monsieur Morin?

GM Je suis ingénieur civil. J'ai fait un stage en France en 1966-1967, puis j'ai terminé ma maîtrise en 1970 à l'Université Laval sous la direction de Jean-Pierre Villeneuve. Nous nous sommes retrouvés ici par la suite. Puis, en 1972-1974, j'ai fait un doctorat en hydrologie à l'Université de Grenoble. En ce qui concerne ma vie professionnelle, j'ai commencé à travailler au fédéral dès 1962, puis au ministère des Richesses naturelles. Au début, mon travail était lié à l'exploitation des barrages puis, toujours au Ministère, j'ai joint un groupe de recherche avec Michel Slivitzky de 1963 à 1970.

LN Vous avez donc senti le besoin d'aller à l'étranger, parallèlement à votre carrière au gouvernement ou à l'INRS, pour aller chercher une formation de pointe en hydrologie.

GM Lorsque je suis entré à l'Université du Québec, j'avais une maîtrise et pour faire une carrière, il fallait avoir un doctorat. J'ai donc fait mon doctorat en étant employé de l'INRS.

LN Si je comprends bien, il fallait aller en France pour acquérir une formation plus structurée.

GM Pour mon doctorat, je suis allé à l'Université de Grenoble qui était bien reconnue dans le domaine de l'hydrologie et de l'hydraulique. De plus, pour la formation hydrologique, j'avais fait un stage pratique à l'Électricité de France (EDF) et à l'Office de recherche scientifique et technique d'outremer (ORSTOM).

LN Monsieur Fortin, parlez-nous également de votre formation.

JPF J'ai terminé une maîtrise en météorologie à McGill en 1965. Je suis entré au ministère des Richesses naturelles en juillet 1967. Dès le début, le directeur général des eaux, Michel Slivitzky, m'a demandé de travailler en modélisation hydrologique. Pendant ce temps-là, Guy travaillait davantage en statistique, mais toujours en hydrologie, comme ce fut le cas de Bernard Bobée. Je travaillais quant à moi à ce que l'on appelle des méthodes déterministes de simulation de débits. Puis, en 1970, l'INRS fut créé.

LN Il y avait donc, au Québec dès cette époque, une base solide en ce qui concerne l'hydrologie et la modélisation.

JPF Oui, et Michel Slivitzky avait d'ailleurs eu l'idée de créer un institut de l'eau avant même la création de l'INRS. L'INRS étant finalement créé, l'institut de l'eau est passé sous l'autorité de l'INRS. Michel Slivitzky a quand même accepté de devenir le premier professeur à signer pour l'INRS-Eau. Guy terminait alors sa maîtrise et a été embauché en septembre.

LN Qu'est-ce qui vous a motivé à quitter le Ministère pour passer à un autre type d'organisation?

GM Le désir de faire une carrière en recherche. Déjà, au Ministère, durant les dernières années, nous faisons partie d'un groupe de recherche; nous étions cependant limités puisque nous devons nous conformer à des mandats ciblés.

JPF Je pourrais peut-être préciser que lors de la création de l'INRS-Eau, qui s'appelait à cette époque le CEQUEAU, les chercheurs qui avaient été approchés au ministère des Richesses naturelles, c'est-à-dire Guy Morin, Raymond Charbonneau, Daniel Cluis, Henri Saint-Martin et moi-même, avaient le choix : passer au CEQUEAU et continuer à faire de la recherche ou rester au Ministère où, ce type de recherche passant à l'INRS, ils auraient dû faire autre chose. Guy aurait peut-être été un jour obligé de retourner aux barrages, par exemple. Et je serais peut-être allé en météorologie, car il y avait aussi un groupe météo au Ministère. Nous avons donc tous accepté de relever le défi et de constituer la première équipe de chercheurs de l'Institut. L'INRS était une création nouvelle. Certaines universités le voyaient d'un mauvais œil. Je pense notamment à l'Université Laval qui s'est empressée de fonder un

autre centre, le Centre-eau, pour tenter de contrecarrer la création de l'INRS. Voilà le contexte dans lequel nous avons choisi de joindre l'INRS.

LN Il y avait donc cet attrait pour la recherche, pour un autre contexte de recherche aussi.

GM Nous avions à l'Institut une certaine liberté que nous n'avions pas au Ministère. Et lorsque nous avons été transférés, il n'y avait pas vraiment d'étudiants. Le programme d'enseignement n'était pas encore au point. Nous étions donc chercheurs à plein temps.

LN Évoquons, je vous prie, les liens entre la recherche et l'enseignement.

GM J'ai enseigné principalement en modélisation hydrologique. Ici, à l'INRS, il faut rappeler qu'il n'y a pas de premier cycle, seulement la maîtrise et le doctorat. Cela correspondait à mes intérêts.

LN Monsieur Fortin, comment, au sein de votre vie professionnelle, avez-vous conjugué ces deux aspects de votre travail?

JPF Comme Guy vient de le mentionner, d'une part, nous n'avions pas à enseigner au premier cycle et, d'autre part, nous enseignions des matières ciblées, reliées à notre formation. J'ai surtout donné des cours en météorologie et en télédétection. En plus de l'enseignement proprement dit, il faut compter la partie gestion de l'enseignement, la participation aux comités d'enseignement, par exemple. Nous nous sommes occupés de ces aspects au cours des premières années, alors qu'il y avait beaucoup moins de professeurs que maintenant. Guy disait tout à l'heure qu'il avait fait son doctorat en 1972-1974; j'ai fait le mien de 1971 à 1973, une année plus tôt, et pendant ce temps, il n'y avait pratiquement pas d'étudiants à l'Institut. Lorsque je suis revenu, les premiers contingents d'étudiants commençaient à arriver.

GM Il y avait en effet peut-être eu deux ou trois étudiants qui étaient venus faire leur maîtrise. André Delisle fut le premier étudiant à terminer une maîtrise, sous la direction de Jean-Pierre Villeneuve.

LN Monsieur Morin, vous êtes ingénieur de formation. Monsieur Fortin, nous avons vu votre intérêt pour la météorologie. Comment se sont tissés, à un certain moment de votre parcours, des liens de complicité qui ont donné lieu à un certain nombre de publications et de collaborations?

GM La première année, nous avons tous travaillé sur le même projet, soit la *Planification du réseau hydrométrique du Québec*, sous la direction de Jean-Pierre Villeneuve. Nous commençons et chacun n'avait pas encore défini son axe de recherche.

JPF Pour revenir à cette question de nos formations respectives, j'aimerais mentionner qu'au Ministère, je n'étais pas spécialisé en météo mais en hydrologie; je me suis donc occupé de modélisation hydrologique dès le départ. Pendant ces premières années, il y avait aussi un chercheur français du nom de Georges Girard qui venait travailler avec nous pendant des périodes assez longues, allant de six mois à un an. Il venait de l'Office de recherche scientifique et technique outremer. J'ai travaillé avec lui en modélisation hydrologique. Il est revenu au Québec en 1971 alors que j'étais moi-même en France. Nous avons développé ensemble un certain nombre de modèles et lors du projet de *Planification du réseau hydrométrique du Québec*, nous avons acheté une banque de données.

GM Cette banque de données nous avait été vendue par Shawinigan Engineering, une entreprise qui avait, semble-t-il, fait tout le Québec et le Canada en subdivisant le territoire en zones de 10 km sur 10 km. Je connaissais bien cette banque et, en 1975, alors que je m'étais jusque-là consacré à la statistique, j'ai commencé à travailler avec Georges Girard et Raymond Charbonneau. Nous avons comme objectif de transformer cette banque de données pour faire un modèle hydrologique. Après mon retour d'Europe, nous avons donc, Jean-Pierre Fortin et moi, travaillé ensemble sur ce modèle et, même s'il s'agissait d'hydrologie, cela touchait aussi à la météorologie. Par la suite, nous avons eu un projet ou deux en modélisation. Personnellement, je travaille encore sur ce modèle. Initialement, nos travaux ont été financés par des ministères, des fonds de recherche et le CRSNG; par la suite, des sociétés comme Alcan ou Hydro-Québec ont investi dans le développement du modèle. Les gens d'Alcan, de même que le ministère de l'Environnement, l'utilisent tous les jours pour faire leurs prévisions hydrologiques.

LN En quoi vos compétences sont-elles complémentaires?

GM Je connaissais très bien la gestion de la banque de données. C'était une banque de données assez complexe, mais qui convenait très bien à l'élaboration d'un modèle déterministe distribué. Il s'agit d'un type de modèle qui, par le découpage du bassin en éléments, permet de tenir compte de la variation spatiale des données physiographiques et des données météorologiques.

JPF Alors que j'avais travaillé avec Georges Girard sur la modélisation antérieure, Guy Morin, Raymond Charbonneau et Georges ont développé les premières versions du modèle CEQUEAU en 1971-1972. Lorsque je suis rentré de France, on nous a confié un premier projet pour lequel nous pouvions utiliser le modèle. Il s'agissait d'établir des prévisions concernant la rivière La Grande, soit de calculer des crues maximales. Guy étant à Grenoble, Jean-Pierre Villeneuve, Michel Leclerc et moi-même avons été à ce moment les premiers à utiliser le modèle pour ce travail. Lorsque Guy est revenu, en 1974, nous avons continué le développement du modèle ensemble jusqu'en 1984 environ, quand Raymond Charbonneau est parti pour Hydro-Québec.

LN Quel a été votre travail commun au cours de ces dix années?

JPF Nous avons travaillé au développement du modèle, mais aussi à des applications. Il y avait eu La Grande, puis nous avons travaillé sur les projets de barrages hydroélectriques des rivières Nottaway-Broadback-Rupert et Grande-Baleine.

GM Tout en faisant des recherches appliquées pour des commanditaires comme Hydro-Québec, nous avons introduit la prise en compte des barrages. Dans les années 80, nous avons décidé de faire un atelier de travail sur le modèle CEQUEAU à Québec, en France et en Tunisie. Les principales modifications apportées au cours des dernières années concernent les prévisions en temps réel. C'est-à-dire que les gens qui font la gestion des barrages doivent savoir ce qui s'en vient comme débit. Si on avait pu prédire l'avenir au moment de la crue du Saguenay en 1996, cette dernière aurait été moins dévastatrice. En utilisant un modèle dans lequel on peut entrer les prévisions météorologiques, on peut prévoir le débit. La connaissance des débits à venir permet d'améliorer la gestion des barrages, pour limiter les déversements d'eau non productifs et atténuer les crues.

LN Vous parlez de prédire l'avenir...

GM La prévision des débits d'une rivière dépend des prévisions météorologiques que l'on peut obtenir. Actuellement, Environnement Canada prévoit les précipitations et les températures sur cinq ou six jours. Nous savons que le temps de réponse d'un bassin versant peut varier de un à quelques jours; ainsi, en utilisant les prévisions météorologiques avec un modèle déterministe, on peut prévoir les débits à venir pour quelques jours et faire la gestion des barrages en tenant compte de ces données. J'ai d'ailleurs fait partie de la Commission Nicolet chargée d'analyser la gestion des barrages en cause dans les inondations de juillet 1996. Nous avons utilisé le modèle CEQUEAU afin de démontrer à quel point, si la gestion avait été adéquate, la situation aurait pu être différente. Autrefois, le Ministère faisait de la gestion de barrage sans faire de prévisions... Depuis 1996, ils en font. C'est aussi une question de rentabilité. Si un gestionnaire de barrage fait une bonne prévision des débits, cela permet de produire plus d'électricité. Alcan est un des grands commanditaires qui ont subventionné le développement du modèle CEQUEAU dans le but d'améliorer la prévision en temps réel.

JPF J'aimerais ajouter un exemple de la complémentarité de nos spécialités au cours de cette période de dix ans : lorsque nous avons calculé les crues maximales probables de la rivière Grande-Baleine en utilisant le modèle CEQUEAU, je commençais à utiliser la télédétection. Dans ce cas-ci, les images obtenues par télédétection servaient à évaluer la fonte des neiges. Nous avons commencé dans CEQUEAU à sortir des grilles qui indiquaient la présence ou l'absence de neige. Nous pouvions donc suivre en gros la fonte sur le bassin. En examinant les images obtenues par télédétection, je pouvais faire d'autres observations sur la neige et analyser la concordance de la cartographie du couvert nival fournie par la télédétection et celle fournie par le modèle hydrologique. La télédétection permettait donc d'ajuster notre modélisation aux observations que cette technologie nous permettait de faire. Finalement, lorsqu'on fait de la modélisation hydrologique, le contrôle habituel est le débit à la sortie du bassin. Idéalement, on devrait avoir des contrôles un peu partout sur le bassin. Pour la fonte de neige, la télédétection est le meilleur contrôle spatial qu'on peut avoir sur un bassin.

LN Comment cela se passe-t-il au sein d'un organisme où on fait de la modélisation et où se retrouvent certains chercheurs qui sont tout particulièrement intéressés à la création de nouveaux logiciels?

JPF Si on parle des gens des ministères, cela vient bouleverser leur façon de voir les choses. Généralement, ceux-ci préfèrent adopter, une fois pour toutes, une façon d'agir qui leur est familière... et je ne parle pas uniquement de modélisation. La nouveauté provoque chez eux une sorte de crainte, car elle échappe à leur contrôle.

LN Parlons plus spécifiquement, si vous le voulez bien, des nouvelles technologies.

GM Les premières années, lorsque nous avons développé CEQUEAU ou même lorsque nous avons organisé les ateliers de travail, nous n'avions pas de portable. À Montpellier, je me souviens, nous envoyions une simulation et il fallait attendre quelques heures pour avoir les résultats. Aujourd'hui, nos portables sont des centaines de fois plus rapides.

LN Le modèle CEQUEAU arrive dans une période de développement technologique accéléré, et il a certainement fallu l'adapter à cette évolution.

JPF Effectivement, dans les premières années où nous faisons du développement au ministère des Richesses naturelles, nous écrivions nos propres programmes. Ainsi, si nous avons fait une erreur et qu'il fallait remplacer une virgule par un point, ou un o par un 0, compte tenu du temps de traitement des données, à l'époque, il fallait compter vingt-quatre heures pour obtenir un nouveau résultat. On prenait donc d'énormes précautions lorsqu'on écrivait des textes! Maintenant, nous pouvons voir tout de suite s'il y a un problème, c'est l'affaire de dix secondes. Sur le plan de la programmation, c'est donc le jour et la nuit.

LN **Parlons, je vous prie, des autres modèles.**

JPF Personnellement, à cette époque, je m'intéressais à la télédétection et aux systèmes de renseignements géographiques. Lorsque nous préparions CEQUEAU, nous devions utiliser des cartes sur papier, y retracer des grilles, tracer des lignes de partage des eaux entre sous-bassins versants, compter des superficies... et voilà que sont arrivés les systèmes de renseignements géographiques, la télédétection...

LN **Pouvez-vous, Monsieur Fortin, nous expliquer en quoi consistent les systèmes de renseignements géographiques?**

JPF On parle ici de cartes numériques. Autrement dit, pour un système de renseignements géographiques, les données géographiques sont présentées sous forme de fichiers numériques que l'on peut traiter par ordinateur et non de façon manuelle comme nous devions le faire pour les données présentées sur les cartes papier. Comparativement à d'autres modèles hydrologiques, le modèle CEQUEAU se classait bien. Nous avons déjà commencé à le doter d'une interface conviviale et je souhaitais pouvoir préparer sa base de données sur les bassins étudiés de manière informatisée plutôt que manuelle.

LN **Que signifie interface conviviale?**

GM Par exemple, le modèle SSARR calcule des débits observés, mais il faut utiliser un autre programme pour comparer les débits observés et simulés. Alors que dans le modèle CEQUEAU, nous avons développé des interfaces qui permettent une analyse rapide des données.

JPF ... afin de faciliter l'utilisation du modèle par les usagers et de leur fournir des outils de visualisation des résultats et d'estimation de la précision de nos simulations. Quand nous faisons des simulations, nous pouvons ajouter des hydrogrammes, des graphiques, des latitudes sur le bassin d'une rivière, des stations météorologiques... Ce sont des renseignements qui, bien souvent, ne se retrouvent pas dans les modèles concurrents.

LN À quel moment, Monsieur Fortin, avez-vous délaissé le modèle CEQUEAU?

JPF En 1984. C'est l'époque des premiers micro-ordinateurs, des premiers IBM XT. Je voulais profiter de toutes les possibilités de ce type de technologie. J'en ai parlé à Guy qui préférait travailler sur d'autres choses. Je me suis dit qu'il fallait poursuivre dans cette direction et j'ai décidé de m'engager dans cette voie. C'est là que j'ai commencé à travailler en collaboration avec Jean-Pierre Villeneuve. Nous avons développé les premières versions d'HYDROTEL.

LN Quelle est l'utilité d'utiliser un modèle plutôt qu'un autre?

JPF Au ministère de l'Environnement, on utilise les deux modèles pour les mêmes prévisions sur les rivières. Il existe des théories là-dessus. Dans certains cas, on peut prendre quelques modèles et faire des simulations. Si les résultats concordent, ça va bien, mais si deux modèles ne s'accordent pas, on peut se poser des questions.

GM J'ai même effectué, en collaboration avec un professeur de l'Université McGill, une combinaison des résultats de différents modèles et cette combinaison donne, théoriquement, des résultats sensiblement meilleurs. Toutefois, en général, on ne fait pas ce genre de calculs, car cela devient très complexe.

JPF J'aimerais ajouter que, pour les prévisions concernant de grands bassins, CEQUEAU continue à être appliqué au Québec chez Alcan. HYDROTEL est utilisé quant à lui par Hydro-Québec et le ministère québécois de l'Environnement.

LN On parle de débit, de crues, de barrages, j'ai tout de même vu dans vos parcours professionnels un intérêt pour tout ce qui touche les conditions environnementales, la pollution. Quelle place ont ces questions dans votre travail?

GM Dans les années 1984-1985, avec Denis Couillard, aujourd'hui décédé, nous avons commencé à introduire des paramètres de qualité de l'eau dans le modèle, sachant bien que la qualité de l'eau d'une rivière dépend aussi de la quantité d'eau qui coule dans cette rivière.

LN Vous me dites que le modèle CEQUEAU, au cours des années qui ont précédé, ne prenait pas la question environnementale en compte?

GM En effet. Cette question faisait partie des préoccupations d'autres groupes de recherche de l'INRS, mais n'était pas incluse dans les études sur les modèles hydrologiques. Nous nous sommes réunis avec Denis Couillard et Daniel Cluis, entre autres, et l'un des premiers paramètres que nous avons introduits est la température de l'eau en rivière. Une année ou deux plus tard, nous avons obtenu un contrat d'Hydro-Québec qui voulait développer la rivière Marguerite et détourner une partie du bassin versant de la rivière Moisie. C'était une rivière à saumons et la température de l'eau était un paramètre très important. Les gens préoccupés par l'environnement disaient que c'était très dangereux, compte tenu du changement de température que les travaux allaient entraîner. Nous avons donc utilisé la simulation de la température de l'eau avec le modèle CEQUEAU pour estimer les changements à prévoir. Nous avons introduit d'autres paramètres de qualité dans le modèle, mais cela devenait très difficile, vu le nombre considérable de données requises. Si on introduisait l'oxygène dissous, c'est-à-dire la demande biologique en oxygène, on était obligé de prendre les statistiques du Canada, pour estimer combien il y avait de cochons, de vaches sur le bassin versant, et ça devenait très difficile. C'est plus facile d'analyser la quantité, car cela prend moins de données et, surtout, les données peuvent être généralisées. Disons que si j'ai les données météorologiques de deux stations, je peux estimer la météo entre les deux en interpolant. Alors que si je calcule la pollution, j'ai beau avoir toute une porcherie ici, et une autre plus loin, je ne peux pas estimer le degré de pollution entre les deux. C'est pour cette raison que le modèle de *qualité* est beaucoup moins développé que celui de *quantité*.

JPF Pour compléter ce que disait Guy sur les données, j'ajouterais que, en modélisation hydrologique, le problème est le suivant : un modèle peut être parfait et fournir des résultats médiocres si les données d'entrée ne sont pas bonnes ou si elles sont insuffisantes. Par exemple, imaginez que nous sommes en plein été et que des orages très locaux éclatent. Un orage pourrait passer entre les stations ou passer sur une station donnée. Dans le deuxième cas, les données indiqueraient une très forte pluie alors qu'en réalité, sur l'ensemble du bassin, la précipitation est beaucoup moins importante. D'où l'intérêt d'utiliser le radar météo en combinaison avec les données. Jean-Pierre Villeneuve, Alain Rousseau et Alain Maillot ont développé le logiciel GIBSI dont la structure spatiale est celle d'HYDROTEL. Ce logiciel sert

de modèle hydrologique et comprend divers modèles de pollution. GIBSI est donc conçu spécialement pour traiter des questions de pollution. Et, comme le dit Guy, au niveau qualité, ce qui est obtenu c'est une concentration de polluants à tel endroit, qui peut être très ponctuelle, des rejets d'usines par exemple, ou des pollutions diffuses, provenant par exemple d'une ou de plusieurs fermes. Ces données doivent être couplées à des données quantitatives sur les écoulements afin de pouvoir calculer des concentrations ailleurs sur un bassin versant.

LN Ainsi, deux chercheurs s'intéressant essentiellement à la modélisation, et je vois que c'est toujours votre passion, ont participé à la création de plusieurs modèles complémentaires. Vous avez quant à vous travaillé avec HYDROTEL, Monsieur Fortin. Vous aviez envie d'aller chercher un «plus» que vous ne trouviez pas avec CEQUEAU?

JPF Oui, je voulais aller chercher des renseignements à partir de banques de données déjà numérisées, déjà disponibles. C'était ce qui m'attirait.

LN Vous avez parlé d'Hydro-Québec, d'Alcan. Permettez-moi de vous poser la question très directement : pour qui travaillez-vous? Avez-vous aussi répondu à des besoins régionaux?

JPF Oui, nous avons travaillé sur des questions très spécifiques. Guy a travaillé avec CEQUEAU sur les crues de 1996 au Saguenay et moi j'ai obtenu un contrat d'une entreprise mandatée par les compagnies d'assurance pour analyser les mêmes crues, mais avec HYDROTEL.

GM Et je n'ai jamais vu les résultats!

JPF Ce sont des résultats confidentiels!

LN Vous avez tous les deux analysé les crues du Saguenay, mais chacun de votre côté... Vous, en utilisant HYDROTEL et vous, CEQUEAU. C'est tout de même particulier que, après avoir travaillé ensemble pendant toutes ces années, puisse survenir une situation où vous êtes appelés à présenter deux points de vue tout à fait distincts.

JPF J'en avais parlé avec Jean-Pierre Villeneuve à l'époque. Mais, selon mon point de vue, il ne s'agit pas tant d'une question d'opinion... nous avons des modèles et nous tentons de fournir une réponse la plus objective possible. Par la suite, l'interprétation que l'on peut faire de la réponse, ça, c'est autre chose.

GM On m'avait aussi demandé une étude, mais étant donné que j'avais déjà travaillé pour la Commission Nicolet, j'ai refusé. Puis il y a eu un procès qui a débuté au sujet du lac Ha! Ha! et là, je me suis trouvé en concurrence avec ceux qui se servaient du modèle SSARR.

LN **Est-ce que cet événement a été déterminant pour vous?**

GM Pour moi, cela a été un élément moteur, car depuis ce temps, nous avons consacré beaucoup d'efforts à l'intégration de prévisions en temps réel au modèle, avec le soutien d'Alcan. La prévision en temps réel ne consiste pas seulement à entrer les données des prévisions météo pour estimer les débits; elle consiste aussi à mettre à jour des variables d'états du modèle.

LN **Si vous considérez votre carrière scientifique des trente dernières années, comment évaluez-vous les résultats de votre travail de modélisation? Les organismes ou ministères concernés s'en servent-ils adéquatement?**

JPF J'ai développé des modèles hydrologiques avec d'autres personnes et les choses évoluent... l'utilisation des modèles est de plus en plus répandue. Déjà, le ministère de l'Environnement s'en sert sur un certain nombre de rivières... En ce qui concerne les événements de 1996, ils ont permis aux gouvernements de se rendre compte qu'il serait tout de même bon d'avoir un modèle...

GM ... de faire de la gestion avec prévision plutôt que de la gestion au jour le jour.

JPF C'est ce qui a fait que nous avons eu du financement, que ce soit d'Alcan ou d'Hydro-Québec, pour développer la mise à jour. Il faut que ce soit fait. Plus ces modèles seront appliqués, plus il y aura de données en temps réel qui seront fournies, qui seront transmises au centre de prévision, et plus nous pourrons améliorer les prévisions.

GM Surtout lorsqu'il y a un barrage. Je pense à un barrage sur la rivière Saint-François... une fois, ils ont été obligés d'ouvrir les vannes parce qu'il y avait trop d'eau. C'est du gaspillage. Je ne sais pas s'ils avaient fait des études de prévision, mais ils auraient pu faire une gestion plus adéquate. On l'a vu avec la Commission Nicolet, on sait qu'avec les prévisions, on peut très bien voir ce qui s'en vient vingt-quatre ou trente-six heures à l'avance.

LN Nous faisons des constats accablants quant aux changements climatiques. Vous êtes-vous positionnés par rapport à ce problème?

GM On a fait en 1992, en collaboration avec Michel Slivitzky, une étude sur la rivière Moisie, un article sur les changements climatiques. On a introduit dans notre modèle les changements climatiques prévus pour la région de la rivière Moisie dans les décennies à venir. On a vu que la gestion des barrages par Hydro-Québec serait totalement différente. La région nord du Québec deviendra à peu près comme la région de Montréal. À Montréal, vous avez des inondations en plein mois de janvier. Avec la modélisation hydrologique, on peut aisément faire de telles prévisions. Si on dit que la température va augmenter de trois degrés en hiver, on peut introduire cela dans le modèle.

LN Vous êtes davantage dans la prévision que dans la prévention.

JPF Il y a bientôt trente ans, Guy et moi avons travaillé sur la rivière Kénogami. On étudiait l'hypothèse d'une fonte des neiges sur un bassin donné, déforesté à 75 %; les résultats ont indiqué une fonte beaucoup plus hâtive qu'avec un couvert forestier complet. Nos modèles nous permettent de simuler ce type de situation. Lorsqu'il y a un couvert forestier, la neige fond plus lentement.

LN Vous vous étiez donc déjà, au tout début de l'INRS, penchés sur ce type de problème.

JPF Il y a encore plein de choses à faire, les modèles ne sont pas parfaits. Le ministère de l'Environnement fait des prévisions. Il pourrait en faire davantage. En ce qui concerne les changements climatiques, nous nous penchons plutôt sur les retombées. En liant les modèles météorologiques et hydrologiques, et en utilisant des ordinateurs plus puissants, on arrive enfin à avoir des outils permettant d'effectuer des prévisions réelles. Il faut que le modèle calcule les prévisions avant que ne surviennent les événements. Malheureusement, peu de choses se font dans les ministères ou organismes divers dans le but de développer des stratégies d'action en protection civile. Dans la plupart des cas, ce sont les objectifs de gestion qui déterminent l'orientation des organismes.

QUELQUES GRAPHIQUES ET TABLEAUX
QUI ILLUSTRONT L'ÉVOLUTION DU CENTRE
AU COURS DES 30 ANNÉES DE SON EXISTENCE

Tel que souligné précédemment, la vie et l'évolution du centre ont fortement été influencées par les aléas du financement de base. Le financement de base est le montant d'argent que reçoit le Centre pour ses opérations et est proportionnel au financement obtenu du gouvernement du Québec. Ce financement est obtenu au même titre que les autres universités québécoises. Les quelques graphiques et tableaux qui suivent en font état. Si on se réfère au **GRAPHIQUE 1** et au **TABLEAU 1** de l'**évolution des ressources financières par professeur**, on constate que, de 1970 à 1976, le financement du MEQ a diminué, que de 1975 à 1984, il s'est accru et qu'il a diminué ensuite jusqu'en 1987. De 1987 à 1993, il s'est accru pour diminuer ensuite jusqu'en 2000.

On verra au **TABLEAU 2** de l'**évolution des ressources humaines** que l'évolution du nombre de professeurs a suivi exactement la même tendance, mais décalée dans le temps en raison de la sécurité d'emploi de ces derniers. En effet, l'impact s'est fait diamétralement sentir en 1977 et jusqu'en 1982. De 1982 jusqu'en 1995, avec l'augmentation de la subvention de base par professeur, on a pu recruter de nouveaux professeurs. La subvention de base a stagné jusqu'en 2000, ce qui explique que le recrutement de professeurs n'a pas bougé. On devait même ne pas remplacer les professeurs partant à la retraite. On doit noter aussi que, même si la subvention reste la même d'une année à l'autre, le coût du système change puisque les augmentations annuelles liées aux changements d'échelles, et les augmentations statutaires d'échelles représentent un coût annuel d'environ 4 %. On se doit de noter au **GRAPHIQUE 2** et au **TABLEAU 1** que ce sont les professeurs, par leurs contrats et leurs subventions, qui ont fait que les **ressources financières du centre par professeur** (**GRAPHIQUE 1**), malgré la diminution de la subvention de base, ont toujours été en évolution croissante.

On constatera aussi au **GRAPHIQUE 4** et au **GRAPHIQUE 2** que l'**évolution de la clientèle étudiante** est similaire à celle de l'évolution des **subventions et contrats par professeur**. Cette évolution s'explique par le fait que les professeurs défraient en grande partie la bourse qui est octroyée à leurs étudiants, et ce, à partir de leurs contrats

et de leurs subventions. On notera aussi au **GRAPHIQUE 3** et au **TABLEAU 2** de l'**évolution du personnel**, et en même temps qu'au graphique et qu'au tableau de l'**évolution des ressources financières**, deux années fastes, soit 1993-1994 et 1994-1995. Ces deux années s'expliquent par l'obtention d'importants contrats (appel public à l'épargne) qui devaient être réalisés sur deux ans.

Pour le Centre INRS-Eau, ces projets ont eu un impact plus que positif puisqu'ils ont permis de rétablir l'équilibre budgétaire du centre et de développer des champs d'expertise qui perdurent encore aujourd'hui. En ce qui a trait aux **publications par professeur** (**GRAPHIQUE 6** et **TABLEAU 3**), on peut constater qu'elles sont en constante progression, avec de légères variations cycliques qui correspondent, la plupart du temps, au cycle de renouvellement des demandes de subvention. Cette même remarque s'applique pour le **GRAPHIQUE 5**.

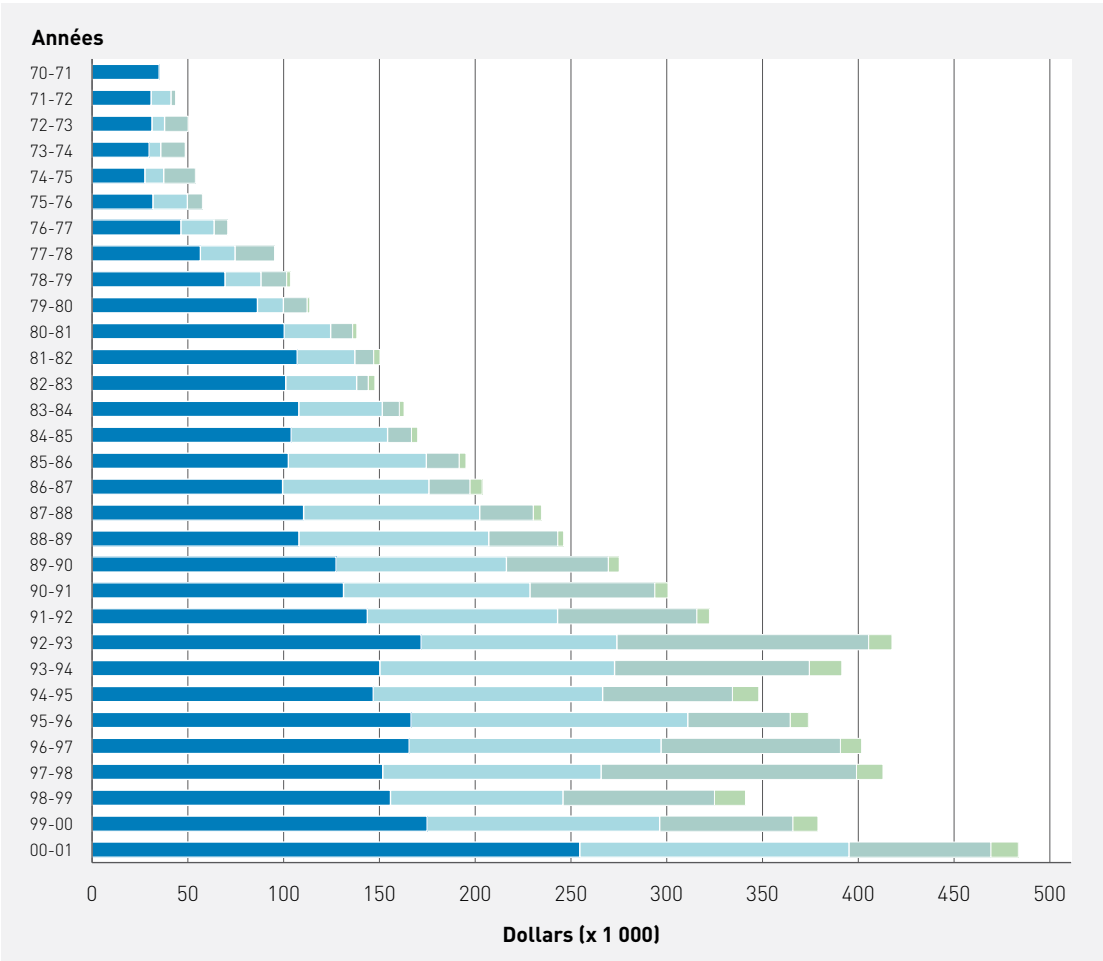
Globalement, ces tableaux et graphiques démontrent l'entrepreneuriat des professeurs qui ont su développer de façon autonome et progressive leurs activités de recherche malgré un financement de base souvent déficient et qui, notons-le, ne suivait pas l'évolution des obligations financières du centre. De par leurs efforts, ils ont du même coup assuré sa survie en assumant une part significative du coût de fonctionnement et des opérations. Ils ont su aussi, en augmentant le nombre d'étudiants, assurer leur réussite scientifique, ce qui s'est traduit par l'augmentation de leurs publications et qui a eu pour impact direct d'augmenter leur chance de réussite auprès des organismes subventionnaires.

Soulignons au passage que la règle du 20/80 ne s'appliquait pas à l'INRS-Eau. En effet, en matière de performance, on a évalué que c'est plutôt la règle 42/80 qui s'est appliquée, c'est-à-dire que 42 % des professeurs contribuent à la performance globale du centre en réalisant 80 % des activités. Ce résultat démontre une performance de groupe exceptionnelle.

Enfin, espérons que ceux qui prennent la relève auront le même enthousiasme que les anciens et qu'ils sauront, par leur entrepreneuriat, maintenir un très haut niveau d'activités scientifiques, ce qui permettra entre autres d'assurer la santé financière du Centre ETE.

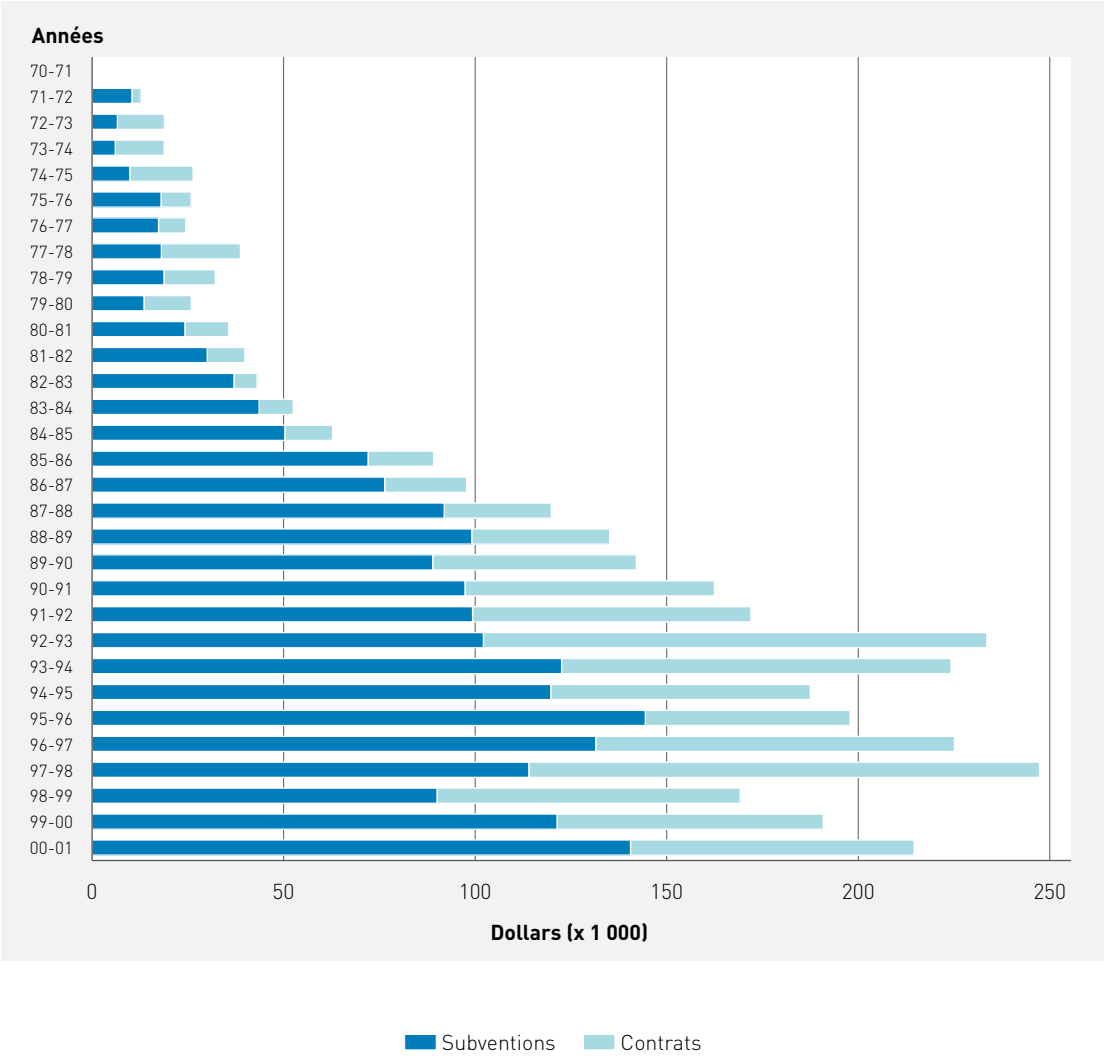
GRAPHIQUE 1

ÉVOLUTION DES RESSOURCES FINANCIÈRES DU CENTRE PAR PROFESSEUR



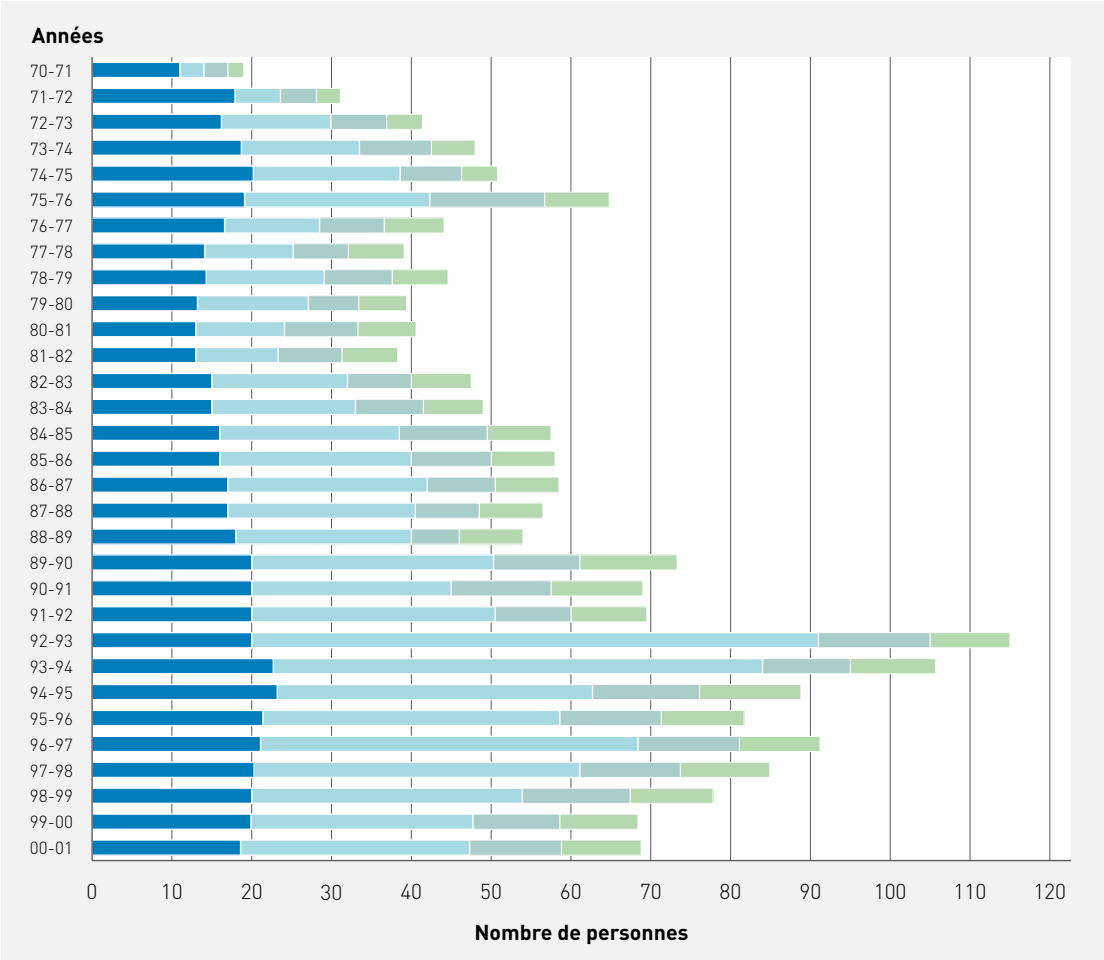
GRAPHIQUE 2

SUBVENTIONS ET CONTRATS PAR PROFESSEUR



GRAPHIQUE 3

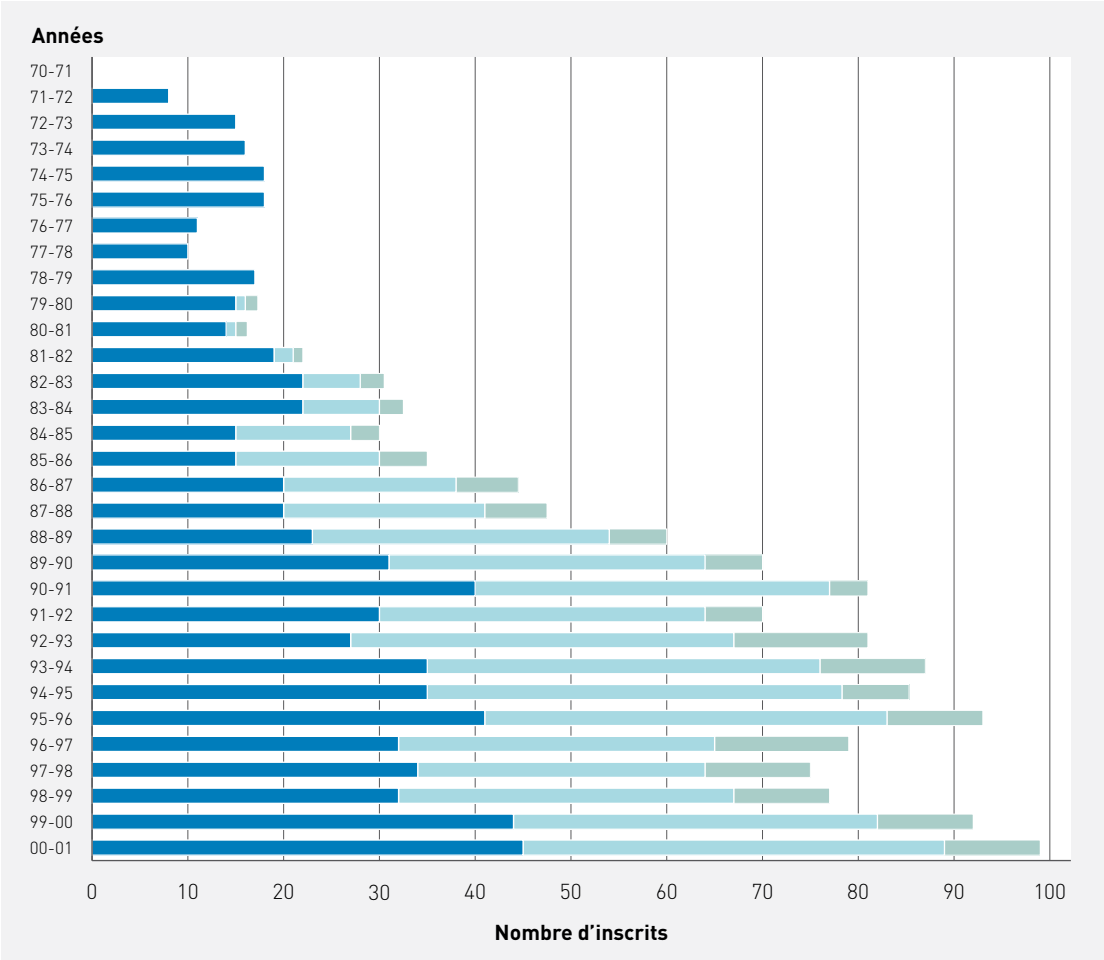
ÉVOLUTION DU PERSONNEL



■ Professeurs ■ Recherche ■ Technique ■ Bureau

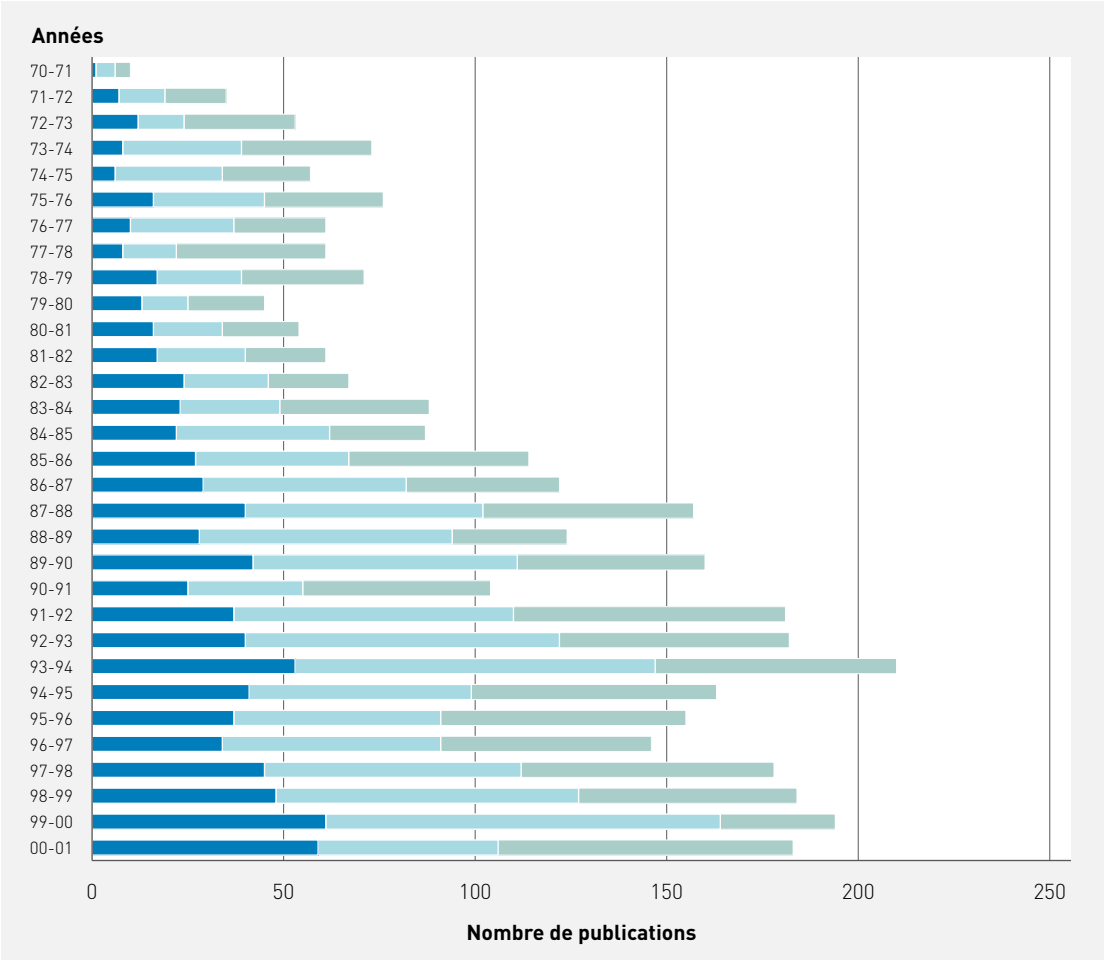
GRAPHIQUE 4

ÉVOLUTION DE LA CLIENTÈLE ÉTUDIANTE



GRAPHIQUE 5

ÉVOLUTION DES PUBLICATIONS



Articles avec jury Communications Autres

GRAPHIQUE 6

PUBLICATIONS PAR PROFESSEUR

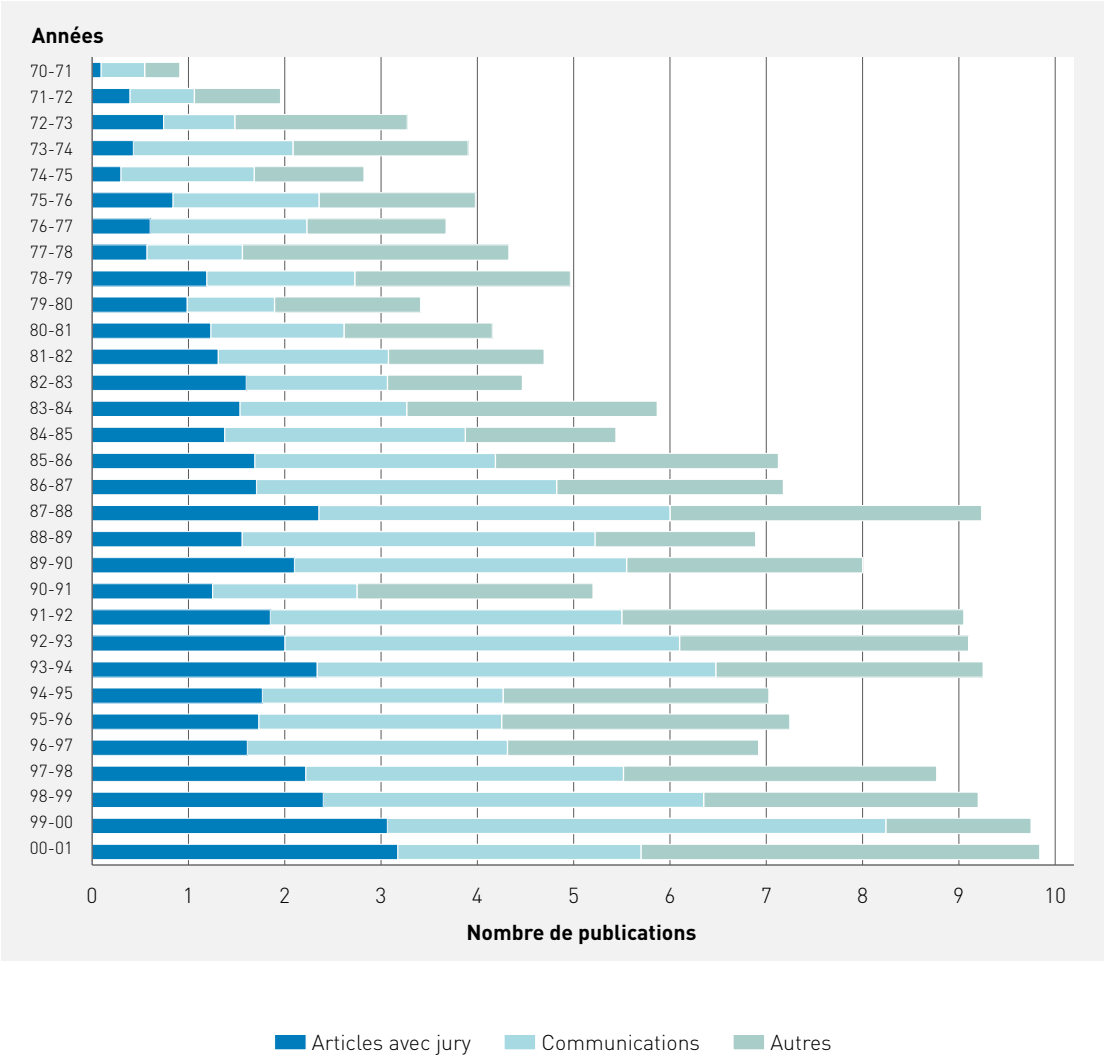


TABLEAU 1

ÉVOLUTION DES RESSOURCES FINANCIÈRES PAR PROFESSEUR*

Années	Revenus du Centre			Revenus des professeurs		
	MEQ	Subventions	Contrats	Autres	Subventions	Contrats
70-71	35	0	0	0	0	0
71-72	31	10	2	0	10	2
72-73	31	7	12	0	7	12
73-74	30	6	13	0	6	13
74-75	28	10	17	0	10	17
75-76	32	18	8	0	18	8
76-77	46	17	7	0	17	7
77-78	57	18	21	0	18	21
78-79	69	19	13	2	19	13
79-80	86	14	12	1	14	12
80-81	100	24	11	2	24	11
81-82	107	30	10	3	30	10
82-83	101	37	6	3	37	6
83-84	108	44	9	2	44	9
84-85	104	50	12	3	50	12
85-86	102	72	17	4	72	17
86-87	99	76	21	6	76	21
87-88	110	92	28	4	92	28
88-89	108	99	36	3	99	36
89-90	127	89	53	6	89	53
90-91	131	97	65	7	97	65
91-92	144	99	73	7	99	73
92-93	172	102	131	12	102	131
93-94	150	123	102	17	123	102
94-95	147	120	68	14	120	68
95-96	167	144	53	10	144	53
96-97	166	131	94	11	131	94
97-98	152	114	133	14	114	133
98-99	156	90	79	16	90	79
99-00	175	121	69	13	121	69
00-01	255	141	74	14	141	74

* Dollars (x 1 000)

TABLEAU 2

ÉVOLUTION DES RESSOURCES HUMAINES DU CENTRE

Années	Évolution du personnel				Évolution de la clientèle étudiante		
	Professeurs	Recherche	Technique	Bureau	Maitrise	Doctorat	Postdoctorat
70-71	11	3	3	2	0		
71-72	18	6	5	3	8		
72-73	16	14	7	5	15		
73-74	19	15	9	6	16		
74-75	20	18	8	5	18		
75-76	19	23	14	8	18		
76-77	17	12	8	8	11		
77-78	14	11	7	7	10		
78-79	14	15	9	7	17		
79-80	13	14	6	6	15	1	1
80-81	13	11	9	7	14	1	1
81-82	13	10	8	7	19	2	1
82-83	15	17	8	8	22	6	3
83-84	15	18	9	8	22	8	3
84-85	16	23	11	8	15	12	3
85-86	16	24	10	8	15	15	5
86-87	17	25	9	8	20	18	7
87-88	17	24	8	8	20	21	7
88-89	18	22	6	8	23	31	6
89-90	20	30	11	12	31	33	6
90-91	20	25	13	12	40	37	4
91-92	20	31	10	10	30	34	6
92-93	20	71	14	10	27	40	14
93-94	23	61	11	11	35	41	11
94-95	23	40	13	13	35	43	7
95-96	21	37	13	10	41	42	10
96-97	21	47	13	10	32	33	14
97-98	20	41	13	11	34	30	11
98-99	20	34	14	10	32	35	10
99-00	20	28	11	10	44	38	10
00-01	19	29	12	10	45	44	10

TABLEAU 3

ÉVOLUTION DES PUBLICATIONS

Années	L'ensemble du Centre			Par professeur		
	Articles avec jury	Communications	Autres	Articles avec jury	Communications	Autres
70-71	1	5	4	0	0	0
71-72	7	12	16	0	1	1
72-73	12	12	29	1	1	2
73-74	8	31	34	0	2	2
74-75	6	28	23	0	1	1
75-76	16	29	31	1	2	2
76-77	10	27	24	1	2	1
77-78	8	14	39	1	1	3
78-79	17	22	32	1	2	2
79-80	13	12	20	1	1	2
80-81	16	18	20	1	1	2
81-82	17	23	21	1	2	2
82-83	24	22	21	2	1	1
83-84	23	26	39	2	2	3
84-85	22	40	25	1	3	2
85-86	27	40	47	2	3	3
86-87	29	53	40	2	3	2
87-88	40	62	55	2	4	3
88-89	28	66	30	2	4	2
89-90	42	69	49	2	3	2
90-91	25	30	49	1	2	2
91-92	37	73	71	2	4	4
92-93	40	82	60	2	4	3
93-94	53	94	63	2	4	3
94-95	41	58	64	2	3	3
95-96	37	54	64	2	3	3
96-97	34	57	55	2	3	3
97-98	45	67	66	2	3	3
98-99	48	79	57	2	4	3
99-00	61	103	30	3	5	2
00-01	59	47	77	3	3	4

Édité par l'INRS-ETE

Achevé d'imprimer en août 2009 sur les presses de K2 impressions à Québec

Responsable du projet : Jean-Pierre Villeneuve

Conception et rédaction : Lianne Nadeau

Secrétariat : Diane Tremblay

Révision linguistique : Idem Traduction

Conception graphique : Lefrançois Stratégies & Médias

Courtier en impression : Impresse

Crédits photographiques :

Portraits des chercheurs de la section entrevues :
Marc Couture

Autres photographies :
Fonds d'archives de l'Institut national de recherche scientifique

ISBN 978-2-89146-600-4

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2009

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2009

Reproduction interdite sans autorisation

