

Examen des études du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent par le National Research Council of the National Academies

RÉSUMÉ

(Traduction par la Commission mixte internationale, décembre 2005)

INTRODUCTION ET ÉNONCÉ DE LA MISSION

La régularisation de l'eau a une histoire complexe dans le bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent qui remonte au milieu du 20^e siècle. En 1956, la Commission mixte internationale (CMI) des États-Unis et du Canada a adopté un plan de régularisation pour la centrale et le barrage Moses-Saunders, qui modifie les niveaux et les débits d'eau dans le lac Ontario et le Saint-Laurent (LOSL). Ce premier plan a exigé des ajustements au début des années 1960 qui ont abouti en 1963 au Plan 1958-D. En raison de la dynamique du système LOSL, il a fallu modifier le Plan 1958-D au cours des 42 dernières années, jusqu'à l'actuel Plan 1958-DD (c'est-à-dire le Plan 1958-D with Deviations ou « avec écarts »). L'évolution des exigences de la gestion de l'eau dans le système a rendu ce plan obsolète à bien des points de vue, et la CMI cherche à le remplacer. Dans les années 1990, la Commission a décidé que le nouveau plan devrait servir un éventail plus large d'utilisations et d'intérêts : l'environnement, les processus littoraux et les loisirs, en même temps que la navigation traditionnelle, l'hydroélectricité et les utilisations municipales. De nouveaux aspects sont à inclure dans le choix du plan : de solides assises scientifiques, la participation du public, la transparence des processus d'élaboration et d'évaluation du plan et la prise en compte des facteurs d'environnement.

Ces aspects sont devenus les éléments distinctifs de l'Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (Étude LOSL), étude quinquennale de plus de 20 millions de dollars commandée par la CMI en vue de formuler des plans de régularisation, de les évaluer et de fournir les critères pour choisir celui qui remplacera le Plan 1958-DD. L'Étude LOSL a été conçue pour prendre en considération un vaste éventail d'intérêts économiques et de fonctions environnementales sur lesquels jouent les fluctuations des niveaux d'eau. Le Groupe d'étude de la CMI, comité binational chargé de superviser l'Étude LOSL, a commandé des études empiriques et des modélisations concernant les zones humides, les espèces en péril, la navigation de plaisance, la pêche, l'érosion littorale et les inondations, la navigation commerciale, l'hydroélectricité, les prélèvements d'eau pour les besoins industriels, municipaux et domestiques, l'information et la sensibilisation du public et l'hydrologie. Il s'est servi du « modèle de la vision commune » (MVC) pour réunir, analyser et présenter les résultats des études empiriques, les modèles hydrologiques, littoraux, économiques et environnementaux et les apports des intervenants.

Vers le milieu de la dernière des cinq années de l'Étude LOSL, la CMI a demandé au National Research Council (NRC) des États-Unis et à la Société royale du Canada (SRC) de faire un examen scientifique indépendant d'études, de rapports et de modèles choisis. Les deux organismes ont accepté d'examiner les matériels de l'Étude LOSL pour évaluer s'ils étaient valables et suffisants pour éclairer les décisions concernant les possibles plans de régularisation. Il s'agissait d'un examen

express : la Commission a choisi les documents et les a soumis au NRC à la fin d'avril 2005. Le NRC et la SRC ont commencé l'examen en mai par la constitution d'un comité d'experts binational spécial pour s'acquitter de la mission. Ce comité s'est réuni une fois au Canada et une fois aux États-Unis en juin et en juillet 2005 respectivement. Et le rapport a été achevé en octobre 2005.

ENCADRÉ S-1

Énoncé de la mission

Le Comité effectue un examen indépendant des rapports au sujet du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent dans les domaines suivants : la science des milieux humides et les espèces en péril, le système de prévision des crues et de l'érosion (SPCE), le modèle intégré de la réponse écologique (MIRE) et le modèle de la vision commune (MVC). Il répartit son effort à peu près comme suit : milieux humides 15 %, espèces en péril 15 %, SPCE 10 %, MIRE 20 % et MVC 40 %, selon l'ordre de priorité établi par la Commission mixte internationale (CMI) pour cette mission.

L'objectif général de la mission est d'évaluer la validité et la suffisance des études et des modèles utilisés pour éclairer les décisions relatives aux possibles plans de régularisation. Les recommandations doivent découler de ce grand objectif et ne doivent pas porter sur des questions de gestion ou de politique.

Le Comité examine les éléments scientifiques du programme du lac Ontario et du Saint-Laurent, tels qu'ils apparaissent dans les rapports et la documentation des modèles fournis pour évaluer la mesure dans laquelle :

- A) les études témoignent de méthodes scientifiques, d'hypothèses et de conclusions étayées qui sont raisonnables;
- B) les modèles intègrent et présentent de façon suffisante et valable les informations essentielles qui sont nécessaires à une évaluation et à une compréhension générales des arbitrages qu'il faut réaliser pour choisir entre les divers plans de régularisation possibles;
- C) les modèles et les rapports sont suffisants et valables pour permettre d'évaluer les divers plans de régularisation candidats et l'impact des modifications des niveaux et des débits d'eau.

Le Comité limite son examen à l'évaluation critique et aux éléments de décision des sujets énumérés qui se rapportent directement aux divers plans de régularisation possibles du lac Ontario et du Saint-Laurent. Cette exigence restreint la portée de l'examen à l'impact de la modification des niveaux et des débits de régularisation, dans les limites où ces deux facteurs peuvent être gérés compte tenu des ouvrages régulateurs existants et des caractéristiques hydrologiques et hydrauliques actuelles du système. L'examen ne doit ni comparer les divers plans de régularisation possibles ni donner lieu à des conseils sur le plan à privilégier, car ces tâches entrent dans les responsabilités décisionnelles de la Commission.

Selon l'énoncé convenu de la mission (encadré S-1), le comité devait étudier A) si les études et les modèles emploient des méthodes scientifiques, des hypothèses et des conclusions étayées qui sont raisonnables, B) dans quelle mesure les modèles intègrent et présentent les informations nécessaires à une évaluation et à une compréhension générales des arbitrages entre les plans de régularisation et C) si les modèles et les rapports sont valables et suffisants pour permettre d'évaluer les plans de régularisation et les effets des modifications des niveaux d'eau. Pour s'acquitter de la mission, le comité a évalué la validité et la suffisance des documents choisis. Il est à noter que les matériels soumis à l'examen du NRC et de la SRC ne représentent pas nécessairement tout à fait l'ensemble des études et des recherches sur le LOSL. La CMI a présenté au comité des documents sur le modèle de la vision commune, le système de prévision des crues et de l'érosion (SPCE), les milieux humides, les espèces en péril et un modèle intégré de la réponse écologique (MIRE).

Certains des documents présentés pour examen n'étaient pas tout à fait achevés ou ont été remplacés au cours de notre examen. Dans les cas où les documents étaient incomplets, le comité a tâché d'obtenir la version la plus récente. Vu le court délai qui lui était alloué, le comité a considéré les documents que lui a présentés la CMI – quel qu'ait été leur degré d'avancement – comme représentatifs des éléments scientifiques à examiner.

Le comité a établi dix critères qui lui ont servi à évaluer la validité et la suffisance des documents de l'Étude LOSL soumis à son examen selon les tâches A, B et C dont il était investi. Ces critères témoignent des attentes communes à l'égard de travaux scientifiques et techniques. Les dix ont servi à évaluer les documents de la CMI en fonction des trois tâches de l'énoncé de la mission (encadré S-2).

PRINCIPALES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'ampleur de l'Étude LOSL impressionne, et nous saluons l'échelle et l'inclusivité des études et des modèles. Pour ce qui est d'éclairer la prise de décision, toutefois, les études et les modèles que nous avons examinés montrent des lacunes en regard des dix critères d'évaluation. Nous tirons quatre conclusions générales de l'examen des documents et formulons une recommandation pour l'avenir, en vue de compléter la somme de travail déjà importante réalisée dans le cadre de l'Étude LOSL.

1. Les études et les modèles du LOSL élargissent l'enquête scientifique sur les effets environnementaux possibles des options de régularisation des niveaux et des débits d'eau du bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent de façons qui sont utiles pour éclairer certains aspects de la prise de décision. Le Groupe d'étude a entrepris des études et élaboré des modèles qui vont plus loin que les efforts antérieurs touchant la régularisation de l'eau des Grands Lacs pour ce qui est de rassembler les résultats d'analyses scientifiques et les apports des intervenants, et il obtient certains succès remarquables. La détermination et l'intégration d'indicateurs de performance environnementale sont très utiles pour comprendre le système et la planification des ressources hydriques du LOSL. De plus, les études du LOSL ont donné lieu à la création d'imposantes bases de données, p. ex. sur la végétation palustre et l'utilisation des terres riveraines, qui pourraient continuer d'être utiles, si elles sont archivées et rendues faciles d'accès. Vu la complexité du système du LOSL, les intérêts binationaux et l'éventail des renseignements scientifiques et autres qui ont été réunis, l'entreprise d'envergure qu'est l'Étude LOSL constitue en soi une précieuse contribution. Cette organisation d'un projet multidisciplinaire de planification des ressources hydriques pourrait bien servir d'exemple à d'autres régions qu'intéresse la régularisation des niveaux et des débits d'eau.

ENCADRÉ S-2

Dix critères d'évaluation utilisés pour examiner la validité et la suffisance des études et des modèles du LOSL

Tâche A : Fondements scientifiques

1. Fondements empiriques (p. ex. échantillonnage, analyse)
2. Assurance de la qualité et contrôle de la qualité (p. ex. validation, vérification et calage des modèles; recours à l'opinion de spécialistes et examen indépendant par des spécialistes)
3. Traitement des erreurs et des incertitudes

Tâche B : Intégration et présentation des informations essentielles

4. Liens et rétroactions entre les études et les modèles connexes
5. Résolution spatiale et temporelle et mise à l'échelle
6. Documentation complète
7. Communication scientifique efficace

Tâche C : Validité et suffisance générales

8. Ampleur de la portée de l'Étude
9. Équilibre entre l'approche scientifique et l'approche professionnelle pratique
10. Détermination des besoins futurs d'étude.

Comme il y avait peu de précédents à une étude de cette envergure sur la régularisation régionale des niveaux d'eau, il fallait s'attendre à ce qu'il y ait place à l'amélioration dans l'effort du LOSL. Les trois constatations qui suivent et les recommandations qui les accompagnent montrent le besoin d'apporter des améliorations scientifiques et techniques par rapport aux trois tâches définies dans l'énoncé de la mission.

2. Les fondements scientifiques des études et modèles présentés à l'examen ont un ancrage empirique très variable, et, dans l'ensemble, il leur manque le contrôle de qualité, l'assurance de qualité et le traitement des erreurs et des incertitudes voulus pour éclairer la prise de décision. Nous avons appliqué trois critères pour évaluer les fondements scientifiques des études et modèles du LOSL présentés à l'examen : l'ancrage empirique, l'assurance de la qualité et le traitement des risques et des incertitudes.

Ancrage empirique (p. ex. données, échantillonnage, analyse). Les documents examinés de l'Étude LOSL rendent compte des recherches empiriques menées sur les processus littoraux et l'environnement (zones humides, espèces en péril et MIRE), et nous avons relevé certains problèmes. Dans les recherches sur les processus littoraux (modèle et sous-modèles du SPCE), on a constitué une base de données détaillée sur les parcelles d'utilisation des terres, mais qui couvre incomplètement la partie canadienne (≥ 75 %), alors que la couverture pour la partie américaine est de ≥ 100 %. Or, les documents n'indiquent ni les moyens de compléter les données relatives au Canada ni la justification des lacunes.

Les travaux portant sur l'environnement se fondent sur les données empiriques relatives aux zones humides et aux espèces en péril. Les études des zones humides relatent en détail l'échantillonnage empirique, ce qui nous a permis de faire une évaluation approfondie de ces travaux. D'abord, on a cantonné l'essentiel de l'échantillonnage des zones humides aux sites d'eau peu profonde (c.-à-d. ceux praticables à pied); en excluant les zones d'eau plus profonde (accessibles par bateau), on a pu sous-estimer l'habitat de grande qualité qu'offrent les écosystèmes de milieux humides où l'eau a un niveau plus élevé. Ensuite, dans quelle mesure les

zones humides échantillonnées sont-elles représentatives des types de végétation palustre du littoral du LOSL? Les zones n'ont pas été choisies au hasard, et on ne documente pas les méthodes quantitatives qui ont servi à extrapoler les résultats obtenus du petit sous-ensemble échantillonné à l'ensemble des zones humides du LOSL. Dans les travaux sur les espèces en péril, les indicateurs de performance n'ont pas été établis de façon uniforme : certains l'ont été d'après des données empiriques, mais d'autres par d'autres moyens (p. ex. d'après l'opinion de spécialistes).

Les façons dont on a employé les modèles de régression dans les recherches touchant l'hydrologie et le SPCE sont problématiques. Dans les recherches hydrologiques, on a calculé les niveaux et les débits à l'aide d'équations de régression plutôt que de modèles hydrodynamiques, alors qu'il aurait été faisable empiriquement et plus précis d'utiliser ceux-ci. Dans les recherches relatives au SPCE, les difficultés de l'analyse de régression tiennent à la qualité variable de données empiriques utilisées ainsi qu'aux polynômes des quatrième et cinquième degrés, qui peuvent être instables et mal représenter les effets possibles de phénomènes extrêmes. On n'a pas expliqué ni quantifié les limites des applications de l'analyse de régression.

Recommandation : Comme il est impossible à court terme de recueillir de nouvelles données, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient souligner les limites des sources d'information et de données empiriques, les lacunes dans les données et les problèmes d'échantillonnage, et expliquer leurs incidences sur la prise de décision. À plus long terme, il faudrait prioriser la recherche pour remédier aux carences des données et des modèles, y compris pour remplacer les équations de régression par des modèles de processus.

Assurance de la qualité et contrôle de la qualité (p. ex. validation, vérification et calage des modèles, recours à l'opinion de spécialistes et examen indépendant par des spécialistes). Nous faisons l'observation générale que les modèles que nous avons examinés n'avaient pas été bien validés, vérifiés et calés. Dans certains cas, la validation a peut-être été faite ou il en est fait brièvement mention, mais elle n'est pas documentée. Dans d'autres, on ne semble pas l'avoir effectuée. Par exemple, les membres des groupes de travail techniques n'ont pas encore validé le MVC. Les rapports sur le SPCE laissent entendre que le modèle a été calé, sans fournir la documentation détaillée du calage. Les renseignements donnés au sujet du modèle propriétaire COSMOS (un sous-modèle du SPCE) ne comprennent pas la validation du modèle, mais même les modèles propriétaires doivent être validés et soumis à un examen scientifique complet par des spécialistes.

Il manque aux études environnementales les protocoles justifiés d'assurance de la qualité, et on reconnaît ne pas avoir cherché à valider le modèle MIRE. On fait un usage créatif de l'opinion des spécialistes à l'égard du MVC, du modèle du SPCE et des études des espèces en péril, mais il faudrait obtenir cette opinion au moyen de méthodes normalisées et la soumettre à une assurance de la qualité en bonne et due forme. Les cas où l'examen par des spécialistes est documenté, il y a des incohérences. Dans certaines études, l'« examen par les spécialistes » a consisté en une évaluation par des coéquipiers, alors qu'ailleurs elle supposait la révision par un comité de lecture. À notre connaissance, le présent rapport par le NRC et la SRC est le seul examen scientifique indépendant du programme général d'étude du LOSL. Il

aurait été opportun de procéder à un examen plus tôt dans l'Étude quinquennale pour en repérer et en corriger les faiblesses.

Recommandation : À court terme, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient éclairer les décideurs sur les types de mesures d'assurance de la qualité qui ont ou n'ont pas été prises et en expliquer les incidences possibles sur la prise de décision. Il est recommandé de soumettre les rapports finaux à un nouvel examen scientifique indépendant. À plus long terme, il faudrait mettre en place des méthodes rigoureuses d'assurance de la qualité pour évaluer les effets de la régularisation des niveaux et des débits d'eau.

Traitement des erreurs, des incertitudes et des risques. Le traitement des erreurs, des incertitudes et des risques dans les études et les modèles que nous avons examinés n'était pas en rapport avec les normes scientifiques et pratiques et n'a pas été effectué au niveau voulu pour éclairer la prise de décision. Il manque au MVC, au SPCE et au MIRE un cadre général d'analyse des incertitudes, qui devrait tenir compte de la variabilité naturelle et des incertitudes se rattachant aux données, aux modèles, aux paramètres des modèles et au modèle décisionnel. Certaines études (p. ex. l'analyse de la végétation palustre) traitent de la variabilité naturelle et indiquent les marges d'erreur. Le rapport 3A sur les espèces en péril offre un bon modèle d'explication qualitative des incertitudes. Dans le cas du MVC, en revanche, on traite l'incertitude des indicateurs de performance environnementale par l'application d'un critère simpliste et inexpliqué de 10 % et on omet d'estimer l'incertitude relative aux indicateurs économiques. Les liens entre les modèles et les études du LOSL propagent forcément les incertitudes, mais on n'en analyse pas l'effet cumulatif dans les documents relatifs au MVC, non plus qu'on en explique les incidences pour ce qui est d'éclairer la prise de décision. Sans analyse ni exposé structurés, il est impossible d'évaluer les types ou l'ampleur des erreurs et des incertitudes qui entachent les plans de régularisation de l'eau, ou de savoir si les différences entre les plans sont importantes.

Recommandation : À court terme, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient éclairer les décideurs sur les incertitudes qui ont été analysées, celles qui ne l'ont pas été et leurs incidences possibles sur la prise de décision. Pour les futures études sur les effets de la régularisation de l'eau dans le bassin du LOSL, il faudrait définir une approche globale d'analyse des incertitudes.

3. Les modèles et les études du LOSL que nous avons examinés n'intègrent pas ni ne présentent adéquatement les informations essentielles nécessaires à une évaluation et à une compréhension générales des arbitrages entre les divers plans de régularisation possibles. Nous fondons cette conclusion sur les quatre critères d'évaluation suivants :

Liens et rétroactions entre les études et les modèles connexes. Pour arriver « à l'évaluation et à la compréhension générales des arbitrages entre les plans de régularisation possibles » (énoncé de la mission du comité du NRC, tâche B, annexe A), il faut réaliser par l'angle de la dynamique des systèmes la modélisation des liens et des rétroactions entre les processus socioéconomiques et les processus environnementaux. Le MVC compile des effets du premier ordre sur les indicateurs environnementaux, littoraux et autres produits par le SPCE, le MIRE et d'autres modèles. Mais, comme l'indique le guide de l'utilisateur du MIRE, il ne s'agit pas d'un modèle écosystémique qui intègre les effets de rétroaction des variations de niveau d'eau sur les espèces et l'habitat. Plutôt, il compile les impacts initiaux (effets du

premier ordre) sur les indicateurs de performance; il s'agit donc d'un modèle de comptabilisation des impacts plutôt que d'un modèle écosystémique. Du point de vue des liens entre modèles, le modèle du SPCE modifie la bathymétrie des milieux littoraux, mais ces modifications ne sont pas introduites dans le MIRE pour représenter l'inondation des zones humides, ce qui aurait pu servir à modéliser la végétation, les habitats riverains et d'autres indicateurs de performance environnementale se rattachant à la variation des niveaux d'eau. Ces modifications de la végétation auraient des effets de rétroaction sur le transport des sédiments et l'érosion des rives. Les liens avec les modèles externes comprennent ceux avec des scénarios économiques et démographiques qui sont utiles pour évaluer les plans de régularisations susceptibles de remplacer le Plan 1958-DD. Par exemple, la valeur foncière des biens riverains continue d'augmenter rapidement, et la demande d'utilisations diverses de l'eau et des terres voisines évolue, mais le MVC n'intègre pas ce genre de scénarios dans sa structure.

Nous reconnaissons que certains des liens et des rétroactions exigent des connaissances qui dépassent les limites actuelles, et cet état de choses devrait être expliqué dans les rapports finaux et la présentation des résultats du MVC. Cela dit, on aurait pu traiter des autres liens et rétroactions entre le MVC et ses sous-modèles, et, à l'externe, entre le MVC et les scénarios de changement socioéconomique. Les études et modèles que nous avons examinés marquent des progrès dans la comparaison des effets des plans de régularisation, mais les comparaisons n'assurent pas une base générale pour évaluer et comprendre les arbitrages entre les plans de régularisation possibles.

Recommandation : À court terme, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient éclairer les décideurs sur ce qui a, et n'a pas encore, été accompli au chapitre de la modélisation intégrée des systèmes hydriques et de l'environnement. Il est recommandé d'établir, dans le cadre d'un programme permanent, un système de modélisation du LOSL qui relie dynamiquement les sous-modèles et en représente les rétroactions.

Résolution spatiale et temporelle et mise à l'échelle. La mise à l'échelle dans le bassin du lac Ontario et du Saint-Laurent pose des problèmes difficiles. Les études du LOSL mettent en jeu de multiples échelles spatiales et temporelles, ce qui soulève un certain nombre de problèmes. Par exemple, même si on disposait pour l'hydrologie de séries chronologiques et de données stationnelles plus précises à de nombreux endroits du lac Ontario et à un intervalle de temps moindre que le quart de mois, le modèle STELLA du MVC produit une unique série de valeurs par quart de mois pour le niveau du lac Ontario, selon la méthode passée de gestion de l'eau. L'emploi des valeurs de cette unique série entraîne une perte inutile de précision et d'exactitude, car le quart de mois n'admet pas une variation temporelle suffisante pour de nombreux impacts environnementaux, y compris sur les poissons, les espèces en péril et les zones humides. Cet intervalle de temps grossier a été reconnu comme un problème éventuel dans le Plan d'étude du LOSL, lequel plan prévoyait un modèle hydrodynamique bidimensionnel pour le fleuve Saint-Laurent qui fonctionnait à des échelles temporelles assez fines pour compléter les valeurs par quart de mois produites par le MVC. Comme nous l'avons indiqué plus haut, la méthode retenue pour l'Étude LOSL d'employer les valeurs par quart de mois du lac Ontario pour calculer les niveaux d'eau à des stations choisies dans le haut Saint-Laurent au moyen d'une analyse de régression est inférieure au calcul hydrodynamique de l'écoulement. Le modèle du SPCE désagrège un seul niveau du lac dans une grille de champs de vents et de vagues qui finissent par éroder et inonder des parcelles

riveraines; les résultats sont ensuite réagregés à l'échelle des effets sur l'ensemble du lac. Les erreurs et les incertitudes qui entachent ces différentes résolutions et échelles d'analyse ne sont pas suffisamment expliquées, et elles peuvent excéder les différences entre les sorties de modèle de divers plans.

Recommandation : À court terme, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient éclairer les décideurs sur les questions de mise à l'échelle temporelle et spatiale qui influent sur l'exactitude et l'incertitude des prévisions des effets de la régularisation. À plus long terme, il faudrait choisir un intervalle de temps qui corresponde mieux aux temps de réponse critiques de tous les indicateurs du système, y compris ceux où les fluctuations transitoires de la température et du niveau de l'eau sont cruciales, et opter pour la modélisation hydrodynamique.

Documentation des études et des modèles scientifiques. Des dix critères appliqués dans notre examen, celui de la documentation est manifestement le moins respecté. Heureusement, cette faiblesse est corrigible à court terme. Nous avons trouvé des exemples de documentation insuffisante dans tous les matériels soumis à notre examen. Les descriptions des indicateurs de performance modélisés sont plus détaillées dans le cas du SPCE que dans d'autres études, mais les modèles eux-mêmes ne sont pas documentés. Les descriptions des méthodes relatives aux zones humides doivent fournir des renseignements supplémentaires sur le choix des sites et les moyens de garantir la représentativité des sites échantillonnés. Il existe un guide de l'utilisateur pour le MIRE qui offre une documentation partielle, mais les explications au sujet de la pondération et de l'agrégation des données dans le modèle sont insuffisantes. Les rapports 3A et 3B sur les espèces en péril sont bien documentés et font ainsi exception à la tendance générale. Une meilleure documentation aurait résolu certaines des difficultés que notre examen a relevées sur le plan scientifique. Une documentation plus minutieuse aurait pu, aussi, soulever d'autres questions. D'une façon comme de l'autre, une information complète de ce qui a été fait et comment est nécessaire pour éclairer la prise de décision.

Le MVC est le principal outil pour comprendre et évaluer les plans de régularisation possibles. Or, c'est le modèle le moins documenté soumis à notre examen, et la documentation présentée n'était pas suffisamment achevée pour faire l'objet d'une évaluation scientifique indépendante ou d'un examen public. La documentation du MVC doit expliquer plus complètement le rôle du modèle dans la planification de la vision commune. Elle devrait décrire le développement et la mise au point du modèle, y compris les fiches techniques standard de tous les modèles composants, et décrire comment les critères scientifiques et ceux des intervenants ont été utilisés interactivement pour formuler, trier et évaluer l'éventail des choix entre les plans de régularisation possibles.

Recommandation : À court terme, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient comprendre une documentation minutieuse des études et des modèles, en particulier du MVC, et il faudrait faire un nouvel examen scientifique indépendant de ces rapports.

Communication scientifique efficace. La communication scientifique est efficace quand des informations scientifiques sont présentées à des scientifiques, au public et à des décideurs, qui les reçoivent et les comprennent bien. L'efficacité de la communication scientifique varie selon les études et les modèles du LOSL, car les informations ont été communiquées de nombreuses façons dans les matériels soumis

à notre examen. On a notamment eu recours à des indicateurs de performance, à un indice d'intégrité écologique et à la documentation des études, modèles et sous-modèles. En général, les études environnementales et les résumés des indicateurs de performance étaient plus faciles à comprendre que la documentation des sous-modèles, et les documents des sous-modèles étaient plus faciles à digérer que la documentation du MVC. Un exemple de communication déficiente, voire trompeuse, nous est donné par le traitement différent des indicateurs économiques par rapport aux indicateurs environnementaux : les premiers sont présentés comme de simples valeurs, alors que les seconds sont assortis d'une marge d'erreur de plus ou moins 10 %. La présentation des sorties de modèle de l'Étude du LOSL sous forme d'une feuille de calcul contenant des tableaux et des graphiques (appelé Board Room) est très prometteuse comme moyen de communication scientifique.

Recommandation : À court terme, les rapports finaux de l'Étude LOSL devraient communiquer les résultats scientifiques d'une façon qui soutienne la prise de décision tout en traitant sérieusement les incertitudes et les dimensions non scientifiques des études. À plus long terme, on pourrait perfectionner le MVC pour qu'il continue de servir de moyen de communication scientifique.

4. Malgré l'ampleur des études et des modèles du LOSL, ils n'assurent pas des bases scientifiques suffisantes à la prise de décision à long terme au sujet de la régularisation des niveaux et des débits d'eau dans le bassin du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Trois points fondent cette conclusion. Premièrement, les connaissances actuelles sur le système des Grands Lacs d'aval sont incomplètes. Les études et les modèles du LOSL font mieux comprendre les effets possibles des plans de régularisation, mais une collecte de données et une approche de modélisation plus globales sont nécessaires à la compréhension des rétroactions, des liens et des incertitudes du système. Idéalement, il conviendrait d'employer un modèle de la dynamique du système pour a) améliorer la description du système physique, b) reconnaître les rétroactions les plus importantes et c) mieux comprendre les effets de rétroaction sur le comportement du système. Certaines rétroactions exigent de repousser les limites du modèle, de sorte à intégrer des processus capitaux, de l'urbanisation du littoral à la croissance économique régionale en passant par les changements climatiques, et à rendre visibles leurs impacts dans le modèle.

Deuxièmement, l'historique du Plan 1958-DD montre que des plans de régularisation peuvent être remplacés par des plans plus récents et meilleurs et que les objectifs de gestion peuvent évoluer. Tout plan qui serait adopté maintenant dans l'état actuel de la science sans qu'il soit prévu de le mettre à jour périodiquement à mesure que les connaissances s'approfondissent serait voué à la désuétude.

Troisièmement, les modèles du LOSL évaluent les effets de plans de régularisation et de scénarios hydrologiques futurs principalement d'après des indicateurs de performance environnementale et sociale historiques et actuels. Voilà qui constitue un grand pas en avant, vu l'importance de la variabilité hydroclimatique pour la régularisation de l'eau et les défis de la modélisation des processus environnementaux et socioéconomiques actuels. Notre propos n'était pas d'examiner la recherche et les scénarios à l'égard des changements climatiques, mais nous saluons l'inclusion dans l'Étude LOSL des phénomènes planétaires qui influent sur la robustesse des décisions de régularisation au niveau régional. À l'avenir, toutefois, les décisions relatives aux plans de régularisation exigeront aussi d'élaborer et d'évaluer des scénarios comparables pour d'autres processus environnementaux et sociaux. L'évolution de la structure économique régionale, de la démographie, de la

demande d'eau, des techniques de transport, de l'utilisation des terres littorales et des valeurs socioéconomiques transformera vraisemblablement le profil des intérêts, les indicateurs de performance et les impacts socioéconomiques se rattachant à la régularisation des niveaux d'eau. L'expérience d'un demi-siècle montre que les changements structurels qui modifient les conditions et les valeurs socioéconomiques, de concert avec la variabilité hydrologique, ont des répercussions considérables sur la prise de décision touchant les plans de régularisation.

On entreprend de s'attaquer à ces questions dans les études et les modèles du LOSL par de brefs exposés conceptuels se rattachant au MVC qui ont un horizon de planification d'entre 10 et 15 ans. Les exposés ont un modèle commun, mais le degré de détail et la complétude varient, tout comme le niveau d'évaluation par les spécialistes. Il est nécessaire et approprié de corriger les faiblesses scientifiques et les défauts de modélisation que nous avons relevés, mais cela n'est pas suffisant pour éclairer les décisions en matière de régularisation de l'eau sur plusieurs décennies.

Recommandation : À court terme, il faudrait compléter les exposés conceptuels et l'examen indépendant par des spécialistes de l'Étude LOSL. À plus long terme, la CMI devrait envisager un système permanent de gestion et de surveillance pour donner en retour les résultats des choix actuels de régularisation des niveaux d'eau dans un modèle dynamique du système du LOSL, afin d'améliorer l'assise scientifique de la planification future sur une échelle temporelle de plusieurs décennies.

Regard sur l'avenir : Gestion adaptative dans le bassin du LOSL

L'Étude LOSL arrivant à sa fin en 2005, il se présente une occasion unique de renouveler l'approche de la régularisation des niveaux d'eau dans le bassin du LOSL. Une fois qu'on aura corrigé les faiblesses indiquées plus haut, puis adopté et mis en œuvre un nouveau plan de régularisation, il faudra surveiller le système pour voir comment il réagit à la nouvelle régularisation. La surveillance à long terme pourrait montrer que le plan a besoin d'être ajusté. Il est fait mention de l'adaptabilité de multiples façons dans « la vision, les objectifs et les principes directeurs » de l'Étude LOSL : « ... les plans de régularisation permettront de réagir... », « ... la régularisation des débits et des niveaux d'eau du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent pourra être adaptée... » et « [I]es critères et les plans de régularisation... seront conçus pour s'adapter... ». Un programme de gestion adaptative pourrait aider la collectivité du bassin à exploiter les résultats des études et modèles du LOSL avec le temps.

Avant qu'on conçoive un programme de gestion adaptative, il faut remédier aux défaillances relevées dans les modèles et les études du LOSL pour éviter de perpétuer les problèmes existants. Il convient de ne pas sous-estimer les difficultés d'appliquer la gestion adaptative dans le bassin du Lac Ontario et du Saint-Laurent. Cette forme de gestion a souvent un fort coefficient de ressources, car les travaux s'inscrivent dans la durée. Un plan de gestion adaptative « active » pourrait supposer des coûts annuels comparables à ceux de l'Étude LOSL. Un plan de gestion adaptative « passive » coûterait passablement moins cher, selon la portée de la surveillance et de la gestion exigées, mais il serait aussi moins utile. D'une façon ou d'une autre, la gestion adaptative est considérée comme une option viable pour mettre à profit les réussites de l'Étude LOSL, remédier aux défaillances et maintenir un plan souple de régularisation de l'eau pour le bassin du LOSL.

Recommandation : À court terme, il faudrait déterminer des options de gestion adaptative qui mettent à profit les études et les modèles de l'étude LOSL. À plus long terme, le CMI devrait, en collaboration avec d'autres organismes scientifiques ou parties prenantes du bassin, élaborer un programme de gestion adaptative qui assurerait une assise scientifique permanente pour surveiller les effets de la régularisation de l'eau, éprouver des solutions de rechange et, ainsi, améliorer les décisions au sujet des futurs plans de régularisation.