

Recevabilité des projets en milieux hydriques

Étude hydrologique et hydraulique - article 331, al. 1
(4° et 5°) du REAFIE

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction de l'aménagement et du milieu hydrique du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2024
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-96927-3 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.
© Gouvernement du Québec – 2024

Table des matières

Avant-propos	iv
1. Contexte	1
2. Élaboration de l'étude	2
2.1 Description des éléments à documenter	2
2.2 Contenu commun à tous les types de projets	2
2.3 Contenu supplémentaire spécifique à certains types de projets	4
3. Recommandations	5
4. Implication	5
5. Sources d'information	5
6. Définitions	7

Avant-propos

Ce document est un aide-mémoire concernant les études sur l'hydrologie et l'hydraulique d'un cours d'eau demandées à l'article 331, al. 1 (4 et 5), du Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (ci-après, le REAFIE). Ces études sont complémentaires à l'étude de caractérisation, à la description des impacts anticipés sur l'environnement et à celle des mesures d'atténuation proposées.

Mise en garde : Ce document ne peut en aucun cas se substituer au texte officiel des lois et règlements en vigueur. Afin de bien planifier la réalisation de votre activité, vous devez consulter les textes officiels, qui sont disponibles sur [Légis Québec](#) et sur le [site Web du Ministère](#).

1. Contexte

Afin de doter le Québec d'un régime d'autorisation environnementale moderne, plus clair et plus prévisible, le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a amélioré la prévisibilité des exigences d'une analyse environnementale en identifiant, dans le REAFIE, les renseignements et documents nécessaires pour établir la recevabilité d'une demande d'autorisation.

Les travaux et les interventions dans les cours d'eau et les lacs et l'aménagement d'ouvrages dans leur environnement immédiat nécessitent une prise en compte des aspects hydrauliques. Ainsi, une étude sur l'hydrologie et l'hydraulique d'un cours d'eau susceptible d'être affecté par certaines activités est demandée en vertu du troisième paragraphe du premier alinéa de l'article 331 du REAFIE dans certaines situations spécifiques. De façon générale, **cette étude vise à prendre en compte les risques d'inondation et d'érosion dans la conception d'un projet et leurs impacts sur l'environnement.**

331. Outre ce qui est prévu comme contenu général à l'article 16 et comme contenu additionnel à l'étude de caractérisation prévue à l'article 315, toute demande d'autorisation pour une activité visée par la présente section doit comprendre les renseignements et les documents additionnels suivants : [...]

4° pour la construction, dans une zone inondable, d'un quai sur encoffrement ou sur empiétement, d'un chemin, d'un pont, d'une infrastructure portuaire, d'un seuil ou d'un ouvrage de retenue ou, lorsqu'ils ne sont pas visés à l'article 341, l'aménagement d'un terrain à des fins récréatives ou d'un site patrimonial: [...]

b) une étude hydraulique et hydrologique signée par un ingénieur, permettant d'évaluer la capacité de laminage des crues ainsi que les risques d'érosion et d'inondation; [...]

5° pour la construction d'un ouvrage de protection contre les inondations : [...]

f) une étude hydraulique et hydrologique, signée par un ingénieur, permettant d'évaluer la capacité de laminage des crues ainsi que les risques d'érosion et d'inondation; [...]

L'objectif de l'étude est de démontrer que le projet proposé n'engendrera pas d'impact de nature hydraulique, tel qu'une augmentation des risques d'inondation, d'érosion, de sédimentation excessive ou de la contrainte à la circulation des glaces (un document est également disponible concernant l'avis permettant d'évaluer l'[impact sur la circulation des glaces](#) [art. 331, al. 1(4)a) REAFIE]). En fournissant les caractéristiques hydrologiques et hydrauliques des cours d'eau et des lacs concernés, l'étude permet également que ces informations soient considérées dans la conception du projet.

Bien que le REAFIE prévoie les cas où cette étude est obligatoire pour que la demande d'autorisation soit recevable (art. 331 REAFIE), voici les types de projets réalisés en littoral qui pourraient nécessiter une étude hydraulique selon leur ampleur :

- Route;
- Quai sur encoffrement ou sur empiétement;
- Infrastructure portuaire;
- Aménagement et détournement de cours d'eau;
- Pont et ponceau;
- Ouvrage de retenue et seuil;
- Ouvrage de stabilisation;
- Travaux de dragage.

2. Élaboration de l'étude

L'étude hydraulique doit être élaborée, datée et signée par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ) compétent dans le domaine de l'hydrologie et de l'hydraulique des cours d'eau, de par sa formation et son expérience, et qui a réalisé une visite terrain du site étudié.

Bien que certains éléments de l'étude, tels les calculs et la modélisation, peuvent être réalisés par un autre professionnel compétent, la conception des ouvrages doit nécessairement être réalisée par un ingénieur en vertu de la Loi sur les ingénieurs.

2.1 Description des éléments à documenter

Pour répondre à l'objectif décrit précédemment, l'étude doit :

- a) Présenter les cours d'eau du secteur à l'étude ainsi que leurs débits de crue;
- b) Présenter une modélisation numérique des conditions hydrauliques actuelles et projetées (niveaux d'eau et vitesses d'écoulement) et la comparaison des résultats;
- c) Démontrer que le projet n'augmentera pas les risques d'inondation, d'érosion, de sédimentation excessive, ni la contrainte à la circulation des glaces.

L'évaluation concernant les glaces peut être incluse dans l'étude hydraulique ou présentée à part. Les lignes directrices sur le sujet se trouvent dans l'[Avis permettant d'évaluer l'impact sur la circulation des glaces](#).

2.2 Contenu commun à tous les types de projets

Le contenu minimal attendu de l'étude hydraulique pour tous les types de projets est détaillé ci-dessous. Il peut varier selon le type de projet, certains éléments ne s'appliquant qu'à certains projets. D'autres éléments non contenus dans cette liste peuvent s'avérer nécessaires selon le type de projet, de conditions et d'environnement. Par exemple, les études de lacs ne suivent pas exactement les mêmes étapes que celles des cours d'eau, les lacs étant davantage caractérisés par leurs niveaux d'eau et les cours d'eau par leurs débits.

1. Mise en contexte du projet
2. Plan de localisation et photos du site à l'étude
3. Sources des données utilisées. Par exemple :
 - a. LiDAR
 - b. Relevés topographiques et bathymétriques
 - c. Données de débits et niveaux d'eau, et identification des stations hydrométriques
 - d. Jaugeages et lignes d'eau
 - e. Plans et devis
 - f. Études antérieures
4. Relevés terrain
 - a. Dates des relevés
 - b. Type de mesures effectuées
 - c. Description des appareils utilisés, de leur calibration et de leur précision

5. Hydrologie
 - a. Modélisation numérique de terrain (relevés LiDAR et topographiques, bathymétrie, etc.)
 - b. Plan avec la délimitation du bassin versant et sa superficie
 - c. Description du bassin versant (caractéristiques morphologiques, historique d'inondations, d'embâcles et de mobilité, présence d'ouvrages de retenue, particularités hydrodynamiques, confluence, méandre, etc.)
 - d. Choix d'une méthode de calcul des débits de crue et justification. Par exemple :
 - i. Méthode rationnelle
 - ii. Analyse statistique
 - iii. Modélisation hydrologique
 - iv. Autres méthodes
 - e. Paramètres et hypothèses de calcul considérés
 - f. Prise en compte des changements climatiques ([Autorisation ministérielle \(gouv.qc.ca\)](http://Autorisation ministérielle (gouv.qc.ca)))
 - g. Tableau des résultats de calcul des débits de crue pour différentes récurrences et identification de la crue de conception
 - h. Références et équations utilisées pour les calculs

6. Modélisation hydraulique
 - a. Carte de localisation du ou des secteurs modélisés
 - b. Méthodologie pour la construction du modèle numérique de terrain (MNT) et pour l'interpolation bathymétrique
 - c. Présentation du raisonnement menant au choix du type d'approche(s) de modélisation hydraulique, logiciels utilisés et hypothèses de calcul
 - d. Localisation et numérotation des sections d'écoulement modélisées et interpolées, ou localisation des zones de modélisation 2D avec les caractéristiques du maillage
 - e. Liste des ouvrages hydrauliques modélisés, leurs dimensions, les paramètres de modélisation utilisés pour chacun des ouvrages et la méthodologie utilisée pour leur intégration dans le modèle hydraulique
 - f. Présentation et justification des coefficients de rugosité de Manning utilisés en fonction des caractéristiques du terrain et de l'occupation du territoire
 - g. Choix et justification des conditions limites aux frontières
 - h. Données relatives aux événements hydrologiques utilisés pour les simulations hydrauliques (régime permanent ou transitoire)
 - i. Méthodologie utilisée pour la distribution des débits sur les tronçons modélisés (conditions limites, apports latéraux)
 - j. Liste et description des scénarios modélisés
 - k. Description des zones à enjeux identifiées
 - l. Calage du modèle hydraulique : identification des tronçons, méthodologie, données utilisées et résultats du calage pour valider que les calculs sont représentatifs des conditions d'écoulement du site
 - m. Analyse de sensibilité : Description de la méthodologie utilisée et présentation des résultats détaillés
 - n. Paramètres et normes de conception des ouvrages hydrauliques (ponts, ponceaux, seuils, barrages, enrochements) et références
 - o. Présentation des résultats détaillés pour l'ensemble des scénarios modélisés (figures, profils longitudinaux, vues en coupe, tableaux synthèses avec les niveaux d'eau, vitesses d'écoulement, débits et contraintes de cisaillement à chaque section pour chaque scénario simulé, cartes des zones inondées, etc.)
 - p. Comparaison des résultats pour les scénarios avant et après projet
 - q. Comparaison des zones inondables simulées pour les scénarios avant et après projet

- r. Caractérisation des impacts du projet (vitesses d'écoulement, niveaux d'eau, contraintes de cisaillement, potentiel d'inondation et d'érosion, etc.) et recommandations
- s. Recommandations pour améliorer le modèle
- t. Références et équations utilisées pour les calculs et la conception

2.3 Contenu supplémentaire spécifique à certains types de projets

1. Contenu supplémentaire pour : Milieux maritimes et côtiers/Lacs
Pour les milieux soumis aux marées et aux vagues. Ces conditions peuvent aussi être observées dans des lacs, des réservoirs et des baies soumis aux vagues et au marnage.
 - a. Analyse des niveaux d'eau, y compris les marées
 - b. Analyse hydraulique des vagues (surcotes) : Vague au large et vague atteignant la côte
 - c. Détermination de la vague de conception
 - d. Liste des méthodes utilisées (conversion entre les références marégraphiques et géodésiques, méthode d'interpolation entre les stations de mesure, etc.) et justifications
 - e. Sources des données (stations marégraphiques, données de station de marées synthétiques, station de mesure du niveau d'eau, augmentation du niveau des eaux en raison des changements climatiques, rehaussement isostatique, etc.)
 - f. Type d'analyse statistique, le cas échéant
 - g. Débits de franchissement de l'ouvrage de protection du littoral

2. Contenu supplémentaire pour : Pont et ponceau
 - a. Largeur de la limite du littoral à l'endroit de la traversée, description de la méthode de détermination de cette largeur et démonstration que l'ouvrage n'empiète pas dans le littoral
 - b. Type d'ouvrage et matériaux
 - c. Dimensions (pont) : Largeur effective de l'ouverture entre les piles et les culées, et élévation du soffite. Largeur du tablier, angle des culées par rapport au cours d'eau
 - d. Dimensions (ponceau) : Hauteur, largeur ou diamètre. Élévation des radiers et des couronnes. Profondeur d'enfouissement. Longueur et pente. Profondeur du mur parafouille
 - e. Analyse d'affouillement aux piles et aux culées, et calcul de profondeur des semelles
 - f. Conception de la protection en enrochement contre l'érosion des berges en amont et en aval de l'ouvrage (type, élévation, calibre)

3. Contenu supplémentaire pour : Ouvrage de retenue et seuil
 - a. Type d'ouvrage et dimensions (hauteur, largeur, élévation de la crête). Volume d'eau retenu, longueur de refoulement. Ouvrage de gestion des débits (vannes, déversoir d'urgence)
 - b. Démonstration que le libre passage du poisson est assuré, le cas échéant

4. Contenu supplémentaire pour : Ouvrage de stabilisation
 - a. Justification du type de stabilisation retenu : Phytotechnologie, génie végétal, enrochement, technique mixte
 - b. Si enrochement : Justification des paramètres de conception menant au calibre retenu, à la hauteur de crête et à la pente (vitesses d'écoulement, niveaux d'eau, épaisseur de glace, hauteur de vagues)
 - c. Si phytotechnologie, génie végétal : Justification des paramètres de conception menant au choix des végétaux et des structures végétalisées (vitesses d'écoulement, niveaux d'eau, épaisseur de glace, hauteur de vagues)

5. Contenu supplémentaire pour : Travaux de dragage
 - a. Caractérisation du régime hydrosédimentaire et justification des travaux
 - b. Fréquence prévue
 - c. Étude de dispersion des sédiments, si rejet en eau libre

Intrants requis :

- Bathymétrie récente et localisation de la ou des zones de travaux visées
- Localisation et bathymétrie récente du site de relargage
- Granulométrie des sédiments dragués
- Type de dragage (hydraulique ou mécanique)
- Période de dragage autorisée
- Taux de dragage estimé (m³/jour)
- Critères de qualité d'eau à respecter selon les normes en vigueur

Hypothèses à présenter

- Modélisation de différents scénarios dans diverses conditions hydrologiques, hydrauliques et météorologiques (montant/descendant, mortes-eaux/vives-eaux, avec et sans vent, etc.)
- Présentation de la cartographie des résultats pour les cas défavorables (hypothèses les plus prudentes)
- Opérations de dragage en condition libre de glaces
- Concentration de matières en suspension (MES) générées par dragage hydraulique/mécanique (taux de remise en suspension par la perte de matériaux), notamment, si requis, concentration des MES dans les eaux évacuées par la surverse
- Estimation des volumes/concentrations de sédiments relargués au large
- Caractéristiques physiques des eaux réceptrices (température, salinité, densité, viscosité, etc.)

3. Recommandations

À la suite de l'étude hydraulique contenant les éléments listés précédemment, le signataire de l'étude doit conclure en démontrant que le projet n'augmentera pas les risques d'inondation, d'érosion, de sédimentation excessive, ni la contrainte à la circulation des glaces.

4. Implication

Considérant que, dans une demande d'autorisation ministérielle, il faut décrire le projet (obligation de l'article 17 du REAFIE), les caractéristiques du milieu (article 46.0.3 de la LQE et article 17 du REAFIE), les impacts anticipés et les mesures d'atténuation proposées (article 46.0.3 de la LQE et article 18 du REAFIE), il est attendu que l'initiateur de projet tienne compte de l'étude et des recommandations formulées dans sa demande d'autorisation. L'initiateur de projet doit décrire à la fois la manière dont la conception de son projet a été adaptée et celle dont le milieu est susceptible de réagir à la suite de la réalisation du projet.

L'analyste du MELCCFP se servira à la fois des conclusions et des recommandations de l'étude et de la description du projet et de ces impacts lors de son analyse pour bien comprendre le projet.

5. Sources d'information

Les sites Web et documents suivants peuvent être consultés pour obtenir des données et de l'information utiles à la réalisation d'une étude hydraulique.

- Site du MELCCFP
 - Données historiques enregistrées aux stations hydrométriques du Québec
[Stations hydrométriques \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca)
Ces données peuvent servir à calculer des débits de crue ou à réaliser d'autres analyses statistiques.
 - Débits de crue aux stations hydrométriques du Québec
[Débits de crues \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca)
Des débits de crue et des facteurs de pointe ont été calculés à plusieurs stations hydrométriques.
 - [Atlas hydroclimatique du Québec méridional \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca)
Des projections d'indicateurs hydrologiques pour plusieurs tronçons du territoire québécois sont disponibles dans l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional. Cet outil décrit le régime hydrique actuel et futur du Québec méridional et rend disponibles les valeurs de débits pour 76 indicateurs hydrologiques pour près de 10 000 tronçons jaugés et non jaugés du Québec méridional. Les résultats sont disponibles pour la période de référence (1981-2010), ainsi que pour trois horizons futurs permettant une évaluation de l'impact des changements climatiques jusqu'à la fin du siècle. Une estimation de l'incertitude accompagne toutes les données.
- Documents du ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec
 - [Publications du Québec - Manuel de conception des ponceaux \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca)
Le chapitre 3 présente la description de la méthode rationnelle, utilisée pour estimer les débits de crue des bassins versants dont la superficie est inférieure à 25 km². Le chapitre 8 contient un tableau et un graphique indiquant le calibre d'enrochement approprié selon la vitesse d'écoulement en rive, en contexte fluvial.
 - [Publications du Québec - Tome III - Ouvrages d'art \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca)
Le Tome III – Ouvrages d'art présente l'ensemble des normes du ministère des Transports et de la Mobilité durable relatives à la conception des ouvrages d'art. On y trouve les critères de classification et de conception de différents ouvrages d'art, dont les ponts et les ponceaux.
- Site d'Environnement et Changement climatique Canada
 - [Téléchargement — Données climatiques Canada \(donneesclimatiques.ca\)](http://donneesclimatiques.ca)
Les courbes d'intensité, de durée et de fréquence (IDF) relient l'intensité des précipitations de courte durée à leur fréquence d'apparition. Elles sont utilisées dans la méthode rationnelle.
 - [Niveau d'eau et débit - Environnement Canada \(ec.gc.ca\)](http://ec.gc.ca)
Données historiques enregistrées aux stations hydrométriques d'Environnement et Changement climatique Canada.
- Site de Pêches et Océans Canada
 - [Marées, courants et niveaux d'eau | Pêches et Océans Canada \(marees.gc.ca\)](http://marees.gc.ca)
Des prédictions de marées et des données historiques de niveaux d'eau enregistrées aux stations hydrométriques de Pêches et Océans Canada sont disponibles.
- Données Québec
 - [LiDAR - Modèles numériques](#)
Forêt ouverte rend disponibles les produits dérivés du LiDAR (Light Detection and Ranging) générés dans le cadre du projet d'acquisition de données par le capteur LiDAR à l'échelle provinciale. La visualisation et l'analyse de ces modèles numériques permettent notamment d'avoir un aperçu général de la topographie des cours d'eau.

Une fois les numéros des tuiles LiDAR 20 k connus, elles peuvent être téléchargées sur le site de Données Québec à cette adresse : [LiDAR - Modèles numériques \(terrain, canopée, pente\) - Jeu de données - Données Québec \(donneesquebec.ca\)](http://donneesquebec.ca/produit/produit.aspx?idprod=100&idcat=100)

- Les sites Web de l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL) et du Service hydrographique du Canada (SHC) permettent l'accès à certaines données d'observations de vagues, de vents et de niveaux d'eau.
- Le site Web du Service hydrographique du Canada (SHC) permet l'accès aux données bathymétriques NONNA 10 et 100.
- Les schémas d'aménagement des MRC prennent en compte différentes zones de contraintes.

Il est bien sûr conseillé de consulter d'autres ouvrages techniques lors la préparation d'une étude. La consultation d'ouvrages ne peut toutefois remplacer l'expertise acquise par une personne qualifiée en hydrologie et en hydraulique.

6. Définitions

Hydrologie :

La science ayant pour objet tous les aspects du cycle de l'eau. Le type d'étude concerné par la présente fiche relève de l'hydrologie des eaux de surface. Le paramètre qui en découle et qui est nécessaire à l'étude hydraulique est le débit, dont les unités sont un volume par unité de temps, par exemple des mètres cubes par seconde (m^3/s). Il peut être calculé avec une modélisation hydrologique qui consiste à simuler le ruissellement d'une pluie sur un bassin versant ayant différentes caractéristiques d'occupation du territoire, de pente, d'imperméabilité et d'infiltration. Les courbes d'intensité-durée-fréquence (IDF) sont généralement utilisées pour générer les pluies utilisées sous différentes formes de hyédrogrammes (ex. : Chicago, SEA, etc.). Le débit peut aussi être calculé à l'aide de méthodes empiriques (ex. : méthode rationnelle). Enfin, il peut être obtenu par analyse statistique de séries de données mesurées à l'aide de stations hydrométriques sur les cours d'eau.

Hydraulique :

La science ayant pour objet les propriétés mécaniques des liquides et des fluides. Le type d'étude concerné par la présente fiche relève de l'hydraulique des cours d'eau et des lacs à surface libre. Les principaux paramètres qui en découlent sont les niveaux d'eau, les vitesses d'écoulement et les contraintes de cisaillement. Ils peuvent être mesurés sur le terrain ou générés avec les débits simulés dans un modèle hydraulique. Pour reproduire les conditions hydrodynamiques les plus représentatives des conditions observées et mesurées sur le terrain, différents coefficients peuvent être ajustés (ex. : Manning), ainsi que la géométrie des éléments modélisés. Les structures hydrauliques, comme les ponts, les ponceaux, les seuils, les barrages ou les digues, peuvent être intégrés aux modèles. En milieux maritimes, côtiers et lacustres, les modèles hydrauliques permettent aussi de simuler les hauteurs de vagues. Enfin, ils peuvent être utilisés pour simuler le régime hydrosédimentaire et la dispersion de panaches de matières en suspension ou de polluants dans un cours d'eau ou un lac, et certains paramètres comme le potentiel d'affouillement. L'ensemble de ces résultats peuvent servir à la conception d'ouvrages hydrauliques, de recharges de plages de protection de berges en enrochement, à l'aide de techniques de génie végétal ou de phytotechnologies, etc.



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 