

Analyse des menaces et évaluation de la viabilité des occurrences de la tortue géographique (*Graptemys geographica*) au Québec

Rapport d'analyse réalisé dans le cadre de l'approche
intégrée de rétablissement (AIR)



Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par le Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides (SCBMH) 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.

Photographie de la page titre

Tortue géographique (*Graptemys geographica*), © Lyne Bouthillier

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-94622-9 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2023

Équipe de réalisation

Rédaction

Philippe Lamarre, biologiste

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides (SCBMH)

Révision

Pierre-André Bernier, biologiste

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), Service canadien de la faune (SCF)

Yohann Dubois, biologiste
chef d'équipe, Division du rétablissement

MELCCFP, SCBMH

Christine Dumouchel, biologiste

MELCCFP, SCBMH

Annie Ferland, biologiste

Conservation de la nature Canada (CNC)

Sylvain Giguère, biologiste

ECCC, SCF

Antoine Nappi, biologiste
chef de service, SCBMH

MELCCFP, SCBMH

Collaboration pour les analyses

Pierre-André Bernier, biologiste

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), Service canadien de la faune (SCF)

Sylvain Giguère, biologiste

ECCC, SCF

Nathalie Tessier, biologiste

MELCCFP, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Laval, de Montréal et de la Montérégie (DGFa-05-06-13-16)

Olivier Trudel, biologiste

MELCCFP, Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais (DGFa-07)

Référence à citer

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2023). *Analyse des menaces et évaluation de la viabilité des occurrences de la tortue géographique (Graptemys geographica) au Québec — Rapport d'analyse réalisé dans le cadre de l'approche intégrée de rétablissement (AIR)*, gouvernement du Québec, Québec, 28 p.

Avant-propos

Le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a pour mission de veiller à la conservation de la faune et de ses habitats. Afin de faciliter le suivi des populations d'espèces fauniques en situation précaire au Québec, le MELCCFP a entrepris de bonifier les données du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) en y intégrant des informations liées à leur viabilité et aux menaces qui les affectent. Développée dans le cadre de l'approche intégrée de rétablissement (AIR), cette démarche consiste en des analyses qui documentent les menaces et les actions de conservation qui touchent les occurrences des espèces suivies au CDPNQ.

Concrètement, ces analyses se basent sur de la littérature scientifique récente, sur les données des banques sources sur la faune, sur des outils géomatiques ainsi que sur les avis des experts des espèces concernées. Les données sont analysées à l'échelle des occurrences afin d'établir un portrait de la situation de conservation de ces espèces, tant à l'échelle provinciale qu'à l'échelle régionale. Le bilan de ces analyses permet de bonifier l'information associée aux occurrences du CDPNQ et d'offrir des balises pour une planification stratégique des actions de conservation avec des cibles concrètes.

Ce document s'adresse aux partenaires gouvernementaux, aux membres des organismes de conservation ainsi qu'à tous les autres acteurs de la conservation au Québec intéressés à en apprendre plus sur la situation de la tortue géographique et les facteurs qui affectent la viabilité de ses populations.

Résumé

La tortue géographique est une espèce associée aux grands plans d'eau et aux rivières où il est possible de l'observer sur les rochers ou autres objets émergents sur lesquels elle s'expose au soleil. À l'instar des autres espèces de tortues québécoises, le taux de recrutement chez cette espèce est particulièrement faible et sa persistance repose principalement sur la survie des adultes.

L'aire de répartition québécoise de l'espèce comprend le sud du Québec, de l'Outaouais jusqu'à la Capitale-Nationale, et ses occurrences se trouvent dans des milieux présentant des niveaux variés de perturbation anthropique. De ce fait, elle fait face à des enjeux de conservation intimement associés à l'utilisation locale du territoire.

Au Québec, l'espèce est désignée comme vulnérable depuis 2005 en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (L.R.Q., c., E-12,01). Sa répartition au Québec était alors décrite comme fragmentée par les barrages, et le recrutement était décrit comme absent dans une large proportion de son aire de répartition en raison de la disparition des sites de ponte et de la prédation des nids (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs [MFFP], 2019). Le présent rapport effectue une mise à jour de sa situation de conservation basée sur l'analyse des menaces et l'évaluation de la viabilité des occurrences du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Ces analyses sont adaptées de la méthode NatureServe et adoptent une terminologie basée sur la classification de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) (UICN, 2017).

À la lumière des données du CDPNQ en 2019, l'analyse de la viabilité souligne que la moitié des sous-occurrences de la tortue géographique au Québec seraient en « Situation précaire ou mauvaise » et que leur persistance est incertaine si les conditions actuelles se maintiennent. Un peu plus du tiers des sous-occurrences seraient en « Bonne situation » et cette proportion comprend des populations fragmentées de la rivière des Outaouais, mais également la population du lac des Deux Montagnes et du lac Saint-Louis, la plus importante population connue de l'espèce au Québec. En effet, malgré la présence de nombreux facteurs dégradant la qualité de l'habitat, la tendance démographique de la population y serait possiblement à la hausse depuis les années 80 (Bernier et Rouleau, 2010). Néanmoins, l'ensemble des populations en aval de cette sous-occurrence présenteraient des effectifs faibles à l'instar de celles du cœur de la Montérégie et de la grande région de Gatineau. Peu de populations ont été classées dans la catégorie « Documentation insuffisante » puisque la tortue géographique s'expose volontiers au soleil, favorisant sa détection.

L'analyse des menaces qui affectent la tortue géographique souligne l'impact sur l'espèce du développement urbain en milieu riverain, des barrages et de la mortalité routière. L'importance de certaines menaces, dont l'artificialisation des berges ainsi que les collisions avec des embarcations de plaisance, est potentiellement sous-estimée. La sous-occurrence du grand Montréal se distingue des autres par son niveau de menace comparativement très élevé.

En conclusion de ce portrait, plusieurs sous-occurrences en milieu naturel semblent en bonne posture et la population de la plus grande sous-occurrence semble s'être acclimatée à une certaine présence humaine. Néanmoins, les paramètres permettant la persistance de l'espèce en milieu anthropique sont mal connus et l'espèce serait en situation précaire dans de nombreuses localités d'où elle pourrait disparaître à moyen terme. Il serait important d'identifier les éléments limitants pour la tortue géographique, de les protéger ou de les restaurer pour assurer la pérennité des populations.

Table des matières

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | Introduction | 1 |
| 2. | Occurrence de la tortue géographique | 1 |
| 3. | Classification et documentation | 4 |
| 3.1 | Menaces | 4 |
| 3.2 | Actions de conservation | 6 |
| 4. | Analyse des menaces | 6 |
| 4.1 | Calcul d'impact | 6 |
| 4.2 | Portée et zone d'influence (ZI) | 7 |
| 4.2.1 | Tracé de l'occurrence | 7 |
| 4.2.2 | Aire de drainage | 8 |
| 4.2.3 | Zone d'appariement | 8 |
| 4.2.4 | Prévalence | 8 |
| 4.2.5 | Bassin versant | 8 |
| 4.3 | Paramètres de l'analyse des menaces | 8 |
| 4.4 | Atténuation par des actions de conservation | 10 |
| 4.5 | Résultats provinciaux | 10 |
| 4.5.1 | Développement urbain | 11 |
| 4.5.2 | Gestion de l'eau par barrage | 11 |
| 4.5.3 | Mortalité routière | 12 |
| 4.5.4 | Menaces potentiellement sous-estimées | 12 |
| 5. | Évaluation de la viabilité | 13 |
| 5.1 | Concept de viabilité | 13 |
| 5.2 | Critères d'évaluation | 13 |
| 5.2.1 | Qualité de l'habitat | 13 |
| 5.2.1.1 | Habitat aquatique | 13 |
| 5.2.1.2 | Habitat terrestre | 14 |
| 5.2.2 | Configuration spatiale | 14 |
| 5.2.3 | Données démographiques | 14 |
| 5.2.4 | Résumé des critères d'évaluation | 15 |
| 5.3 | Cote de viabilité | 16 |
| 5.4 | Portrait de la viabilité | 17 |
| 6. | Portrait synthèse | 22 |
| 7. | Constats | 23 |
| 7.1 | Un rétablissement faisable | 23 |

| | |
|--|----|
| 7.2 Une cohabitation fragile | 23 |
| 8. Références bibliographiques | 24 |
| 9. Liste des communications personnelles | 28 |

Liste des tableaux

| | | |
|------------|---|----|
| Tableau 1. | Menaces documentées pour la tortue géographique et principal stress pour l'espèce | 5 |
| Tableau 2. | Matrice servant au calcul de l'impact d'une menace selon l'approche NatureServe (adapté de Master et coll., 2012) | 7 |
| Tableau 3. | Liste des menaces standard documentées pour la tortue géographique et paramètres d'analyse | 9 |
| Tableau 4. | Résumé des critères d'analyse de la viabilité | 15 |
| Tableau 5. | Définition et catégorisation des cotes de viabilité (adapté de Hammerson et coll., 2008) | 16 |

Liste des figures

| | | |
|-----------|--|----|
| Figure 1. | Aire de répartition de la tortue géographique au Québec | 2 |
| Figure 2. | Délimitation des occurrences de la tortue géographique autour d'une observation, tirée du document de spécification des occurrences de l'espèce (MELCCFP, données inédites). | 3 |
| Figure 3 | Les occurrences de la tortue géographique ont été partitionnées en sous-occurrences afin d'en faciliter l'analyse et le suivi. Ici, les 10 sous-occurrences de l'archipel d'Hochelaga et de la Montérégie (représentées par les différentes couleurs). | 4 |
| Figure 4. | Portrait provincial des menaces affectant les sous-occurrences de la tortue géographique. Les barres de l'histogramme représentent la cote d'impact cumulatif des différentes menaces. | 11 |
| Figure 5. | Portrait provincial de la viabilité des sous-occurrences de la tortue géographique au Québec en 2019 | 18 |
| Figure 6. | Répartition des sous-occurrences de tortues géographiques selon leur catégorie de viabilité (vert : « Bonne situation », jaune : « Situation précaire ou mauvaise », gris : « Documentation insuffisante »). | 19 |
| Figure 7. | Répartition des sous-occurrences de tortues géographiques par secteur d'occupation. | 20 |
| Figure 8. | Nombre d'occurrences de tortues géographiques au Québec en 2019 en fonction de leur viabilité et de leur région administrative. | 21 |
| Figure 9. | Portrait synthèse des sous-occurrences de la tortue géographique. Chaque bulle représente une valeur de viabilité et de cote d'impact cumulatif. Leur taille est relative au nombre de sous-occurrences correspondant à cette valeur. | 22 |

1. Introduction

Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) a pour mission de contribuer activement aux décisions ayant un impact sur la conservation de la diversité biologique et écologique en recueillant, consignait, analysant, diffusant l'information et en fournissant une expertise scientifique relative à notre patrimoine naturel, notamment quant aux espèces menacées ou vulnérables (EMV) et aux communautés naturelles indigènes au Québec. Fondé en 1988, il est membre du réseau panaméricain NatureServe et adhère aux méthodes de suivi des espèces en situation précaire partagées au sein du réseau. Les données du CDPNQ comprennent plus de 6 000 occurrences d'espèces fauniques et plus de 6 200 d'espèces floristiques réparties sur le territoire (CDPNQ, 2021). Malgré l'importante quantité d'informations détenues par le CDPNQ, plusieurs informations servant à faciliter le suivi des populations, dont leur viabilité et les menaces qui les affectent, y sont irrégulières ou absentes.

Afin de répondre à ces besoins, une approche d'analyse rigoureuse, adaptée de la méthode NatureServe, a été développée dans le cadre de la mise en place de l'approche intégrée de rétablissement (AIR) (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs [MFFP], 2022), une démarche visant à multiplier les bénéfices pour la conservation en atteignant des cibles multispécifiques. Les analyses visent à documenter les menaces et les actions de conservation qui touchent les occurrences des espèces suivies au CDPNQ, ainsi qu'à évaluer leur viabilité dans le contexte actuel et leur vulnérabilité face à des perturbations futures. Ces analyses se basent sur de la littérature scientifique récente, les données des banques sources sur la faune, des outils géomatiques ainsi que sur les avis des experts des espèces concernées. Les données sont analysées à l'échelle des occurrences afin de pouvoir dresser un portrait de la situation de conservation de ces espèces, tant à l'échelle provinciale qu'à l'échelle régionale. Le bilan de ces analyses permet de bonifier l'information associée aux occurrences du CDPNQ et d'offrir des balises pour une planification stratégique des actions de conservation avec des cibles concrètes.

Pour chacune des espèces du CDPNQ faisant l'objet de ces analyses, un rapport est produit afin de diffuser les résultats obtenus. Le présent rapport synthétise les résultats de l'analyse des menaces, répertorie les actions de conservation et présente la viabilité des occurrences de la tortue géographique (*Graptemys geographica*). Il fournit des constats pouvant orienter les actions de conservation visant l'atteinte des objectifs fixés dans le Plan de rétablissement de l'espèce (Équipe de rétablissement des tortues du Québec [ERTQ], 2020). Notons que certains outils développés dans le cadre de l'approche intégrée de rétablissement n'étaient pas disponibles au moment de l'analyse des occurrences de la tortue géographique. De ce fait, le présent rapport ne fait pas état de l'analyse de l'efficacité des mesures de protection ni de l'évaluation de la vulnérabilité des occurrences, basée sur une modélisation des menaces futures (MFFP, 2022).

2. Occurrence de la tortue géographique

L'occurrence est un concept développé par l'organisme NatureServe qui constitue l'unité de base du CDPNQ. Sommairement, elle représente une délimitation de l'habitat utilisé par une population locale (NatureServe, 2002). La tortue géographique est une espèce des grands plans d'eau, qui se retrouve au Québec au nord de son aire de répartition et dont on retrouve 12 occurrences surtout concentrées dans le sud de la province (figure 1).

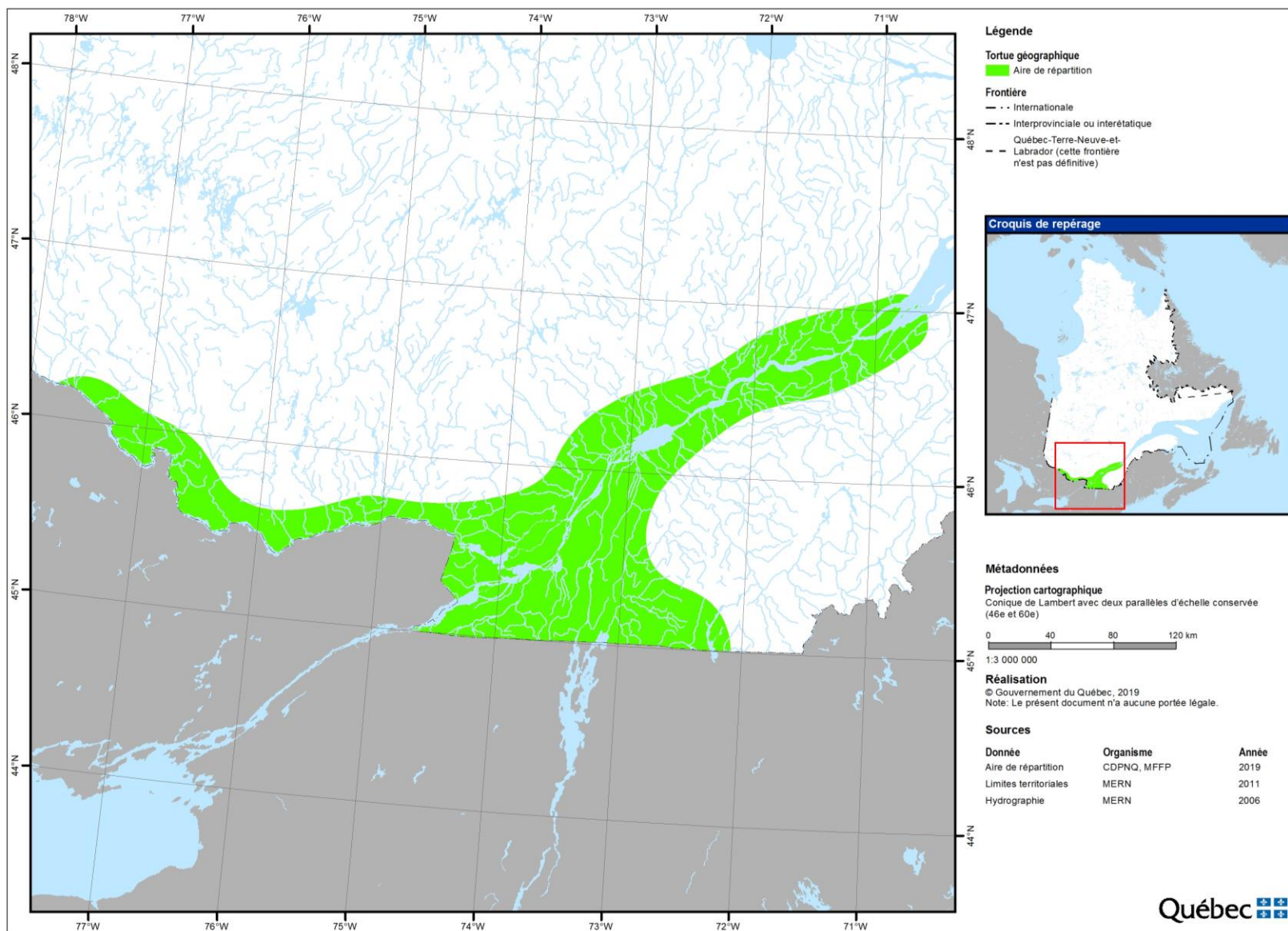


Figure 1. Aire de répartition de la tortue géographique au Québec

Considérant la capacité de dispersion de l'espèce, le tracé de ses occurrences résulte dans la délimitation de grandes superficies. En effet, la cartographie d'une occurrence touche l'habitat riverain sur 5 km de part et d'autre d'une observation validée sur une largeur de 300 m en milieu aquatique et de 100 m en milieu terrestre (figure 2). De plus, puisque l'espèce est capable de réaliser des déplacements atteignant 20 km entre les habitats utilisés, les polygones d'habitat distancés de moins de 20 km sont associés à la même occurrence (Flaherty, 1982).

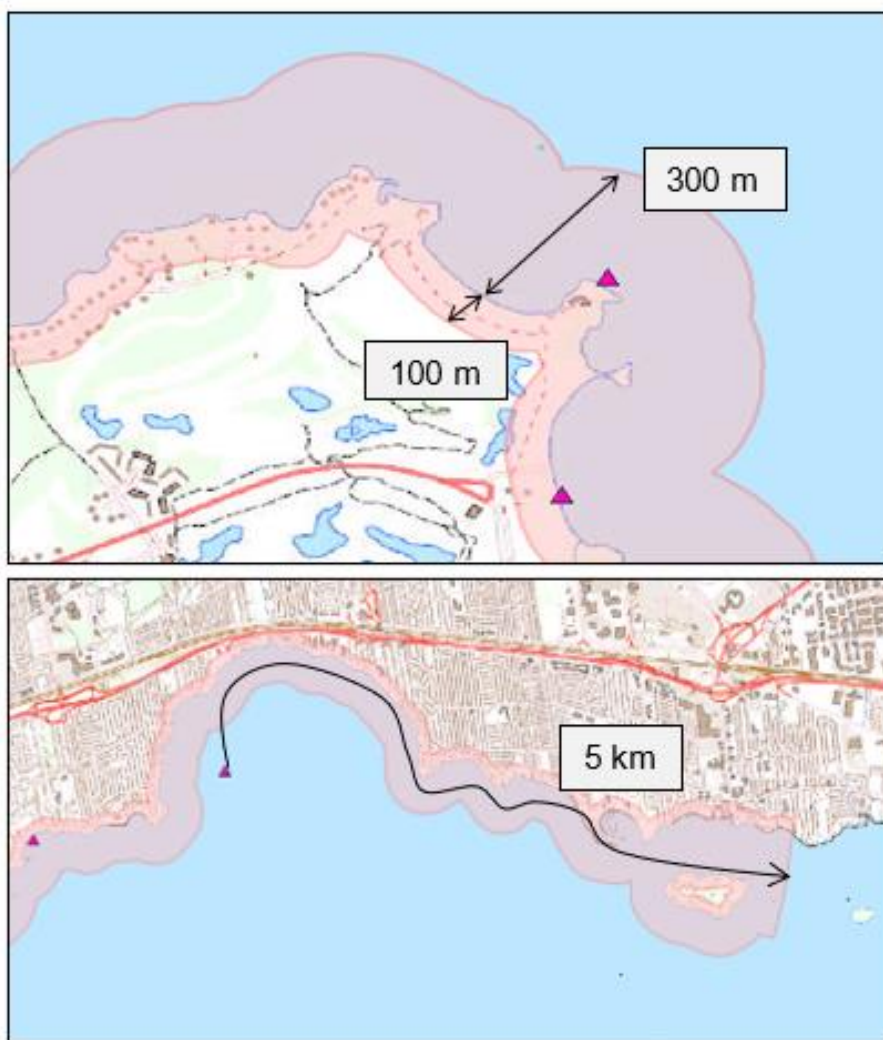


Figure 2. Délimitation des occurrences de la tortue géographique autour d'une observation, tirée du document de spécification des occurrences de l'espèce (MELCCFP, données inédites)

Bien que la taille importante des occurrences de la tortue géographique souligne la possible continuité des milieux aquatiques utilisés par l'espèce, elle comporte des inconvénients pratiques pour la délimitation des secteurs d'intérêt. En effet, ces grands tracés comportent des habitats et des populations dont les contextes sont très hétérogènes et pour lesquels le regroupement au sein d'une même occurrence ne permet pas de capter les nuances. Afin de faciliter le suivi des populations de tortues géographiques, ces occurrences ont été fragmentées en unités plus pratiques, les sous-occurrences. De ce fait, plusieurs polygones (ou regroupements de polygones) d'habitat normalement associés sous le même identifiant d'occurrence ont volontairement été considérés séparément, résultant dans la création d'un total de 20 sous-occurrences d'analyse. Conséquemment, la viabilité et les menaces ont été analysées à l'échelle de ces nouvelles unités (figure 3).

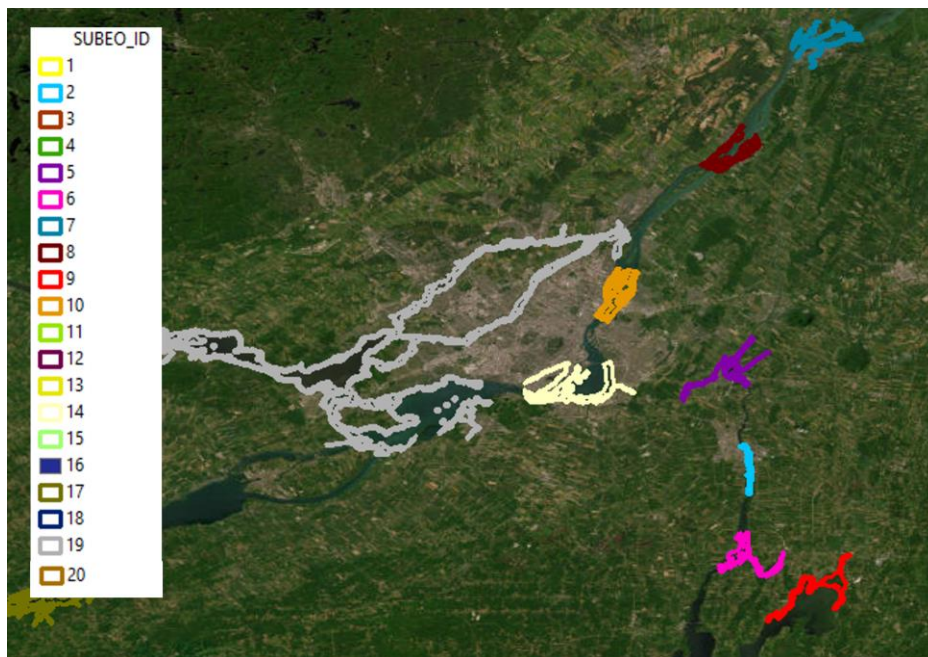


Figure 3. Les occurrences de la tortue géographique ont été partitionnées en sous-occurrences afin d’en faciliter l’analyse et le suivi. Ici, les 10 sous-occurrences de l’archipel d’Hochelaga et de la Montérégie (représentées par les différentes couleurs).

L’analyse à l’échelle des sous-occurrences permettra de fournir une évaluation locale et pratique pour identifier les besoins en termes d’actions de conservation. Cette évaluation sera également ramenée à l’échelle de l’occurrence de façon à pouvoir faciliter l’intégration de l’information au CDPNQ. Par exemple, la cote de viabilité attribuée à une occurrence ne peut pas être inférieure à la cote de viabilité maximale attribuée à l’une des sous-occurrences qui la composent. Toutefois, elle peut être plus élevée si l’abondance ou la disposition des sous-occurrences favorise sa viabilité, par exemple en termes d’échange d’individus possibles.

3. Classification et documentation

Les analyses réalisées dans le cadre de l’AIR visent à prioriser les actions de conservation à mettre en œuvre pour le rétablissement des EMV en se basant sur des données empiriques et standardisées. D’autre part, l’utilisation de données standardisées en conservation permet de faciliter l’identification et le suivi de phénomènes affectant la biodiversité ainsi que l’échange de données entre organisations partenaires. À cet effet, toutes les menaces affectant l’espèce analysée et les actions de conservation dont elle a bénéficié ont fait l’objet d’un formatage selon des classifications standard.

3.1 Menaces

À la suite d’une revue de littérature sur l’espèce au Québec, 20 menaces pouvant affecter la tortue géographique ont été identifiées selon le Plan de rétablissement 2020-2030 (ERTQ, 2020) et le Plan de gestion (Environnement et Changement climatique Canada [ECCC], 2019). Ces menaces ont ensuite été classifiées en fonction de la *Classification standardisée des menaces affectant la biodiversité* (MFFP, 2021) afin de faciliter leur suivi et leur comparaison entre occurrences, mais également entre espèces. Ces dernières ont ensuite été regroupées par aspect de l’écologie affecté (voir critères d’évaluation, section 5.2) (tableau 1), et leur principal type de stress (Salafsky et coll., 2008) sur la tortue géographique a été documenté.

Tableau 1. Menaces documentées pour la tortue géographique et principal stress pour l'espèce

| Aspect de l'écologie affecté | ID* | Menace | Stress principal |
|---|---------------|---|---|
| Qualité de l'habitat | 1.1.1 | Zones résidentielles et urbaines denses | Conversion de l'écosystème |
| | 1.1.2 | Zones résidentielles à faible densité | Dégradation de l'écosystème |
| | 1.3.1 | Parcs et terrains de sport | Dégradation de l'écosystème |
| | 2.1.1 | Agriculture de type annuelle (grandes cultures) | Dégradation de l'écosystème |
| | 4.3.2 | Dragage des voies de navigation | Dégradation de l'écosystème |
| | 7.3.1 | Artificialisation des berges | Conversion de l'écosystème |
| | 8.1.2.301 | <i>Phragmites australis</i> | Dégradation de l'écosystème |
| | 9.1.1 | Eaux usées domestiques | Dégradation de l'écosystème |
| | 9.3.1 | Charge de nutriments | Dégradation de l'écosystème |
| Contexte spatial / Qualité de l'habitat | 7.2.1 | Gestion du niveau de l'eau par barrage | Dégradation de l'écosystème / Effet indirect sur l'espèce |
| Démographie | 3.2.3 | Carrières et sablières | Mortalité des individus |
| | 4.1.1 | Routes | Mortalité des individus |
| | 5.1.4 | Braconnage/persécution d'animaux terrestres | Mortalité des individus |
| | 5.4.1 | Pêche récréative ou de subsistance | Mortalité des individus |
| | 5.4.2 | Pêche commerciale industrielle | Mortalité des individus |
| | 6.1.4 | Navigation de plaisance | Mortalité des individus |
| | 8.1.1.71 | <i>Trachemys scripta elegans</i> | Effet indirect sur l'espèce |
| | 8.1.5 | Pathogène viral | Mortalité des individus |
| | 8.2.5 | Augmentation de la prédation par les mésoprédateurs | Mortalité des individus |
| 8.2.7 | Ectoparasites | Mortalité des individus | |

* Identifiant numérique selon la *Classification standardisée des menaces affectant la biodiversité* (MFFP, 2021).

3.2 Actions de conservation

À l'instar des menaces affectant la biodiversité, les actions de conservation réalisées pour le rétablissement des EMV sont répertoriées puis classées à l'aide d'une classification standardisée (MELCCFP, en préparation, a). Cette dernière provient d'une adaptation de la classification internationale développée par le Conservation Measures Partnership (CMP) (CMP, 2016) développée conjointement avec les membres du CDPNQ et du Service canadien de la faune (SCF).

Les actions de conservation suivies comptent une grande diversité de mesures de protection du territoire, notamment celles qui figurent dans le Registre des aires protégées au Québec ainsi que dans le Répertoire de milieux naturels protégés, géré par le Réseau de milieux naturels protégés (RMN). Quant aux actions de conservation visant à améliorer les habitats ou à agir directement sur les espèces, elles sont répertoriées annuellement auprès des équipes de rétablissement du Québec ainsi qu'auprès des organismes de conservation dans le cadre d'un partenariat entre RMN et le MELCCFP. Des efforts sont en cours au Ministère afin d'associer les différentes actions aux occurrences d'espèces menacées ou vulnérables (EMV) suivies au CDPNQ.

4. Analyse des menaces

L'analyse des menaces permet d'atteindre simultanément plusieurs objectifs, dont la comparaison des occurrences en fonction des menaces qui les affectent, l'évaluation des menaces les plus importantes par espèce ou par région, l'évaluation de la viabilité ainsi que l'évaluation de la vulnérabilité des occurrences (MFFP, 2022).

4.1 Calcul d'impact

Une évaluation de l'impact de chacune des menaces affectant une espèce est réalisée pour toutes les occurrences de l'espèce en suivant les spécifications d'analyses élaborées par le Ministère (MFFP, 2022). D'abord, une cote d'impact actuel est attribuée en évaluant les conditions présentes. Ensuite, une cote d'impact futur est attribuée en modélisant l'évolution des conditions dans les années à venir, ce qui est possible seulement pour certaines menaces. Lorsqu'aucune modélisation n'est disponible, la valeur de l'impact actuel d'une menace est utilisée pour représenter une estimation conservatrice de son impact futur. Cette transposition se base sur la prémisse que, dans l'avenir, l'impact d'une menace équivaldra minimalement à l'impact actuel si rien n'est fait pour l'atténuer.

Qu'elle concerne les menaces actuelles ou futures, la cote d'impact est calculée pour chaque occurrence à l'aide d'une matrice, provenant de la méthodologie NatureServe (Master et coll., 2012), qui permet de conjuguer sa portée (étendue géographique) et sa sévérité (déclin démographique appréhendé) (tableau 2). Comme plusieurs menaces proviennent de sources extérieures aux occurrences elles-mêmes (ex. : pollution de l'eau), des zones d'influence (ZI) ont été développées de façon à analyser la portée d'une menace à l'échelle spatiale représentative pour cette dernière (MELCCFP, en préparation b). Ainsi, la portée correspond à la proportion de la zone d'influence d'une occurrence qui est touchée par la menace. Elle est principalement évaluée à partir de données géomatiques et de données recueillies sur le terrain. La sévérité, quant à elle, exprime le déclin de la population appréhendé là où la menace agit. La sévérité d'une menace est déterminée en se référant à la littérature scientifique et est appuyée par des avis d'experts.

Tableau 2. Matrice servant au calcul de l'impact d'une menace selon l'approche NatureServe (adapté de Master et coll., 2012)

| Portée \ Sévérité | Omniprésente (71-100 %) | Grande (31-70 %) | Restreinte (11-30 %) | Faible (1-10 %) |
|--------------------|-------------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| Extrême (71-100 %) | Très élevé | Élevé | Moyen | Faible |
| Sérieuse (31-70 %) | Élevé | Élevé | Moyen | Faible |
| Modérée (11-30 %) | Moyen | Moyen | Faible | Faible |
| Légère (1-10 %) | Faible | Faible | Faible | Faible |

Une cote d'impact (Nul/Négligeable = 0; Faible = 1; Moyen = 2; Élevé = 3; Très élevé = 4) est ensuite attribuée à chacune des menaces affectant une occurrence. Les cotes d'impact de chacune des menaces sont additionnées pour obtenir l'impact cumulatif des menaces affectant une occurrence donnée.

En absence de documentation quant à la portée d'une menace (ex. : documentée sur le terrain, mais sans autre support géomatique), une valeur de portée standardisée correspondant à une portée « Restreinte » est attribuée. Ceci permet de considérer des menaces documentées de façon ponctuelle (information binaire de type présence/absence) sur le terrain et de pouvoir ainsi dresser un portrait cumulatif de l'impact des menaces.

Lorsqu'une menace présente plusieurs stress simultanément (ex. : routes causant un dérangement pendant la nidification et présentant également un risque de mortalité), une cote d'impact par stress est obtenue et les pondérations sont additionnées afin d'obtenir une évaluation globale de la menace pour l'occurrence.

N. B. : Bien que cette approche permette de documenter de façon standardisée des menaces affectant les occurrences, elle présente un risque de surestimation pour les menaces d'impact faible, notamment celles qui touchent un grand nombre d'occurrences et/ou qui présentent plusieurs stress simultanément.

4.2 Portée et zone d'influence (ZI)

La zone d'influence (ZI) est un concept d'analyse développé par le Ministère qui détermine la superficie utilisée pour documenter la portée des différentes menaces. Elle est basée sur le stress induit par la menace (méthode par laquelle la menace affecte le cycle vital de l'espèce) (Salafsky et coll., 2008) ainsi que sur la localisation de la source de la menace. La présente section décrit les différentes zones d'influence utilisées pour calculer la portée des menaces affectant les sous-occurrences de la tortue géographique.

4.2.1 Tracé de l'occurrence

Le tracé de l'occurrence elle-même, ou de la sous-occurrence dans le cas de la tortue géographique, est une zone d'influence justifiée pour les menaces agissant à l'échelle du domaine vital d'une espèce. Elle s'avère une échelle d'analyse pertinente pour les menaces affectant l'habitat par conversion (ex. : développement résidentiel et urbain), par dégradation (ex. : espèces exotiques envahissantes) ou par des effets indirects sur l'espèce (ex. : contrainte au déplacement dans une occurrence).

4.2.2 Aire de drainage

L'aire de drainage est utilisée comme zone d'influence pour les menaces dont la source se situe au-delà du tracé de l'occurrence (ou de la sous-occurrence), mais qui affecte le régime hydrique à l'intérieur de l'occurrence. L'aire de drainage comprend tous les cours d'eau situés en amont desquels provient l'eau qui coule à travers toute l'occurrence, jusqu'à son point le plus en aval. Ainsi, l'aire de drainage comprend par défaut toute la superficie de l'occurrence. Elle permet de documenter la portée des menaces affectant les eaux de surface, impliquant le transport de sédiments, de nutriments et de contaminants.

4.2.3 Zone d'appariement

La zone d'appariement représente la distance à partir de laquelle les individus sont associés à une occurrence (ou à une sous-occurrence) lorsqu'ils sont observés à l'extérieur de cette dernière. Par exemple, une tortue géographique observée en milieu terrestre à moins de 250 m d'une occurrence, mais qui se situe à l'extérieur de cette dernière y serait tout de même appariée. Cette distance est déterminée dans le document des spécifications de l'occurrence de chaque espèce (EO_SPEC).

La zone d'appariement est une échelle d'analyse qui concerne particulièrement les menaces affectant l'individu pour lesquelles des outils géomatiques sont disponibles. Lorsque les outils géomatiques ne sont pas adéquats et qu'il n'est pas possible d'associer une position exacte à la menace, la prévalence est utilisée en tant que zone d'influence (voir la section sur la prévalence, 4.2.4).

4.2.4 Prévalence

Certaines menaces affectent les individus, mais ne peuvent être associées à une localisation précise (ex. : maladie, parasitisme, prédation excessive, ingestion d'hameçons de pêche, etc.). Ces menaces sont documentées sur le terrain à partir de l'observation de traces laissées sur les individus eux-mêmes ou leur carcasse. En raison du manque d'association spatiale, l'approche pour documenter la portée de ces menaces nécessite de mettre en relation le nombre d'individus affectés par la menace dans l'occurrence (ou la sous-occurrence) avec le nombre total d'individus qui y ont été observés.

4.2.5 Bassin versant

Le bassin versant est une zone d'influence utilisée pour évaluer la portée de menaces dont la source se situe au-delà du tracé de l'occurrence (ou de la sous-occurrence), mais qui y présentent des impacts en raison de la connectivité du réseau hydrographique, en amont comme en aval. Le bassin versant permet de documenter la portée des menaces affectant la connectivité ainsi que celles qui concernent la gestion des niveaux de l'eau (ex. : gestion de l'eau par barrage). Le bassin versant inclut le réseau hydrographique en amont et en aval de l'occurrence, contrairement à l'aire de drainage qui inclut seulement la portion en amont.

4.3 Paramètres de l'analyse des menaces

Les paramètres utilisés afin de calculer la portée ainsi que la sévérité des menaces évaluée par les experts (ECCC, 2019; ERTQ, 2020) sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Liste des menaces standard documentées pour la tortue géographique et paramètres d'analyse

| ID* | Menace | Zone d'influence (ZI)** | Disponibilité de la donnée*** | Sévérité |
|-----------|---|-------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1.1.1 | Zones résidentielles et urbaines denses | Sous-occurrence | Complète | Modérée |
| 1.1.2 | Zones résidentielles à faible densité | Sous-occurrence | Partielle | Modérée |
| 1.3.1 | Parcs et terrains de sport | Sous-occurrence | Complète | Inconnue |
| 2.1.1 | Agriculture de type annuelle (grandes cultures) | Sous-occurrence | Complète | Inconnue |
| 3.2.3 | Carrières et sablières | Zone d'appariement | Complète | Légère |
| 4.1.1 | Routes | Zone d'appariement | Partielle | Modérée |
| 4.3.2 | Dragage des voies de navigation | Sous-occurrence | Complète | Modérée |
| 5.1.4 | Braconnage/persécution d'animaux terrestres | Prévalence | Partielle | Négligeable |
| 5.4.1 | Pêche récréative ou de subsistance | Zone d'appariement | Partielle | Légère |
| 5.4.2 | Pêche commerciale industrielle | Zone d'appariement | Partielle | Légère |
| 6.1.4 | Navigation de plaisance | Zone d'appariement | Partielle | Sérieuse |
| 7.2.1 | Gestion du niveau de l'eau par barrage | Bassin versant | Partielle | Légère |
| 7.3.1 | Artificialisation des berges | Sous-occurrence | Partielle | Modérée |
| 8.1.1.71 | <i>Trachemys scripta elegans</i> | Sous-occurrence | Partielle | Inconnue |
| 8.1.2.301 | <i>Phragmites australis</i> | Sous-occurrence | Partielle | Modérée |
| 8.1.5 | Pathogène viral | Prévalence | Partielle | Inconnue |
| 8.2.5 | Augmentation de la prédation par les mésoprédateurs | Prévalence | Partielle | Modérée |
| 8.2.7 | Ectoparasites | Prévalence | Partielle | Inconnue |
| 9.1.1 | Eaux usées domestiques | Aire de drainage*** | Complète | Faible |
| 9.3.1 | Charge de nutriments | Aire de drainage** | Complète | Inconnue |

* Identifiant numérique selon la *Classification standardisée des menaces affectant la biodiversité* (MFFP, 2021).

** Les polygones d'aires de drainage n'étaient pas encore disponibles lors de l'analyse de la tortue géographique et les polygones d'occurrence ont dû être utilisés.

*** Faute de données sur la totalité des individus, la disponibilité de la donnée pour les menaces suivies par prévalence est systématiquement décrite comme « partielle ».

La portée des menaces pour lesquelles la disponibilité des données était partielle a été évaluée en fonction de l'abondance et de la qualité de l'information disponible. Par exemple, lorsqu'une donnée géomatique incomplète signalait la présence d'une menace dans une occurrence, une valeur de portée standardisée correspondant à une portée « Restreinte » a été attribuée. Cette information sur la portée de cette menace pouvait ensuite être bonifiée selon l'avis d'experts possédant une bonne connaissance terrain de l'occurrence en question.

4.4 Atténuation par des actions de conservation

Lorsque des actions de conservation sont répertoriées dans une occurrence, une sous-occurrence ou une zone d'influence associée, les menaces ciblées peuvent voir leur cote d'impact réduite en y soustrayant la valeur de l'impact de l'action de conservation. En effet, à l'instar du calcul de l'impact des menaces, le calcul de l'impact des actions de conservation prend en compte leur portée et leur efficacité théorique. L'atténuation des menaces par les actions de conservation doit néanmoins faire l'objet d'une validation terrain lorsqu'elles visent des menaces ayant cours. L'analyse des actions de conservation n'était toutefois pas disponible au moment de l'analyse des sous-occurrences de la tortue géographique.

4.5 Résultats provinciaux

Au moment de l'analyse des sous-occurrences de la tortue géographique, aucune modélisation permettant de mesurer la portée future des menaces affectant l'espèce n'était disponible. De ce fait, seule l'analyse des menaces présentes a pu être effectuée afin d'en mesurer et d'en comparer les impacts.

À la suite de l'évaluation de l'impact de toutes les menaces citées à la section 4.3 pour l'ensemble des 20 sous-occurrences de la tortue géographique au Québec, un cumul a été effectué à partir de la pondération des cotes d'impact obtenues. Ce portrait met en relief les menaces pour lesquelles davantage de cotes d'impact ont été documentées (figure 4). Il est important de noter que les menaces d'importance secondaire ou tertiaire au portrait provincial peuvent s'avérer localement importantes et représenter des priorités dans certaines sous-occurrences.

Bien que 20 menaces aient pu être documentées pour l'espèce, 7 menaces n'apparaissent pas sur la figure 4, dont celles pour lesquelles la sévérité est inconnue (agriculture annuelle, pathogène viral, tortue à oreille rouge (*Trachemys scripta elegans*), ectoparasites, charge de nutriments, et parcs et terrains de sport) ou a été jugée négligeable (braconnage/persécution d'animaux terrestres).

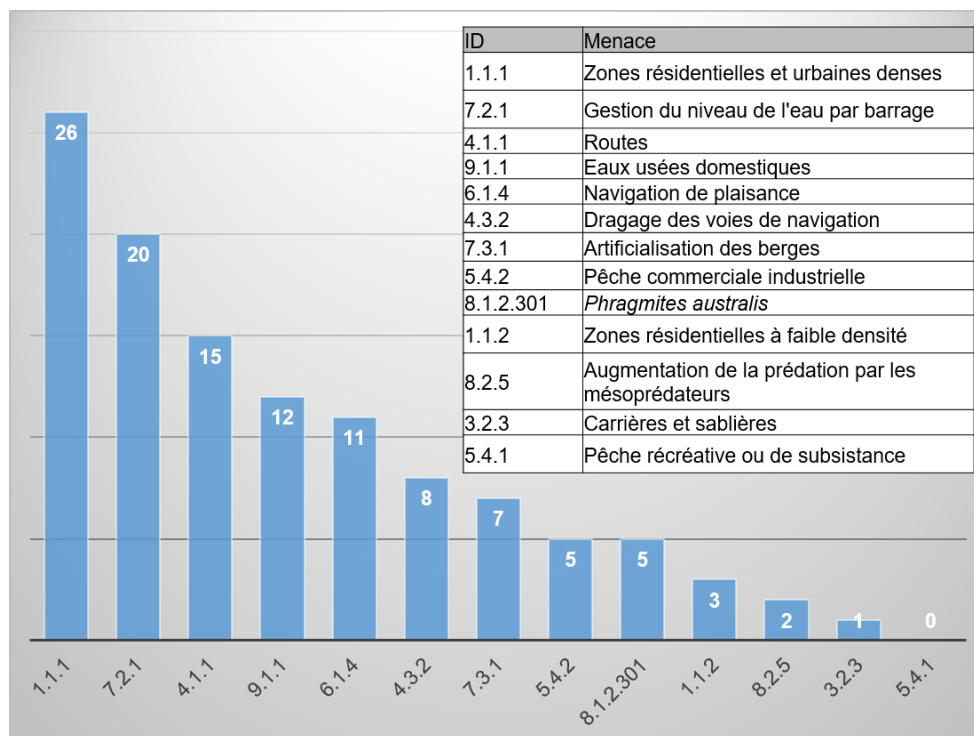


Figure 4. Portrait provincial des menaces affectant les sous-occurrences de la tortue géographique. Les barres de l’histogramme représentent la cote d’impact cumulatif des différentes menaces.

Parmi les menaces qui présentent les cotes d’impact les plus élevées, le développement des zones urbaines denses, la gestion de l’eau par les barrages et l’impact des routes seront discutés dans les paragraphes suivants.

4.5.1 Développement urbain

Le développement urbain contribue à la perte et à la dégradation des habitats riverains utilisés par la tortue géographique et fournit des habitats de moindre qualité et où l’espèce peut se voir perturbée par les activités humaines. Toutefois, certaines populations québécoises de la tortue géographique semblent se maintenir malgré leur habitat perturbé, dont celle du grand Montréal qui aurait possiblement connu une croissance depuis les années 80 (Bernier et Rouleau, 2010). Bien que l’utilisation de structures anthropiques par l’espèce (ex. : digue de marina, Rouleau et Bernier, 2011) puisse indiquer une certaine résilience de la population face à la destruction des habitats naturels riverains, il est également possible que l’utilisation d’habitats normalement délaissés (Carrière et Blouin-Demers, 2010) résulte plutôt de la raréfaction des structures naturelles utilisées par l’espèce le long des rives développées. Par ailleurs, malgré cette persistance en milieu perturbé, il est possible que certains sites essentiels au cycle de vie de l’espèce (ex. : sites de reproduction, sites de développement des juvéniles, etc.) puissent y devenir limitants et soient menacés par le développement urbain, dont les sites de thermorégulation (Radomski et Goeman, 2001). D’autre part, il est également possible que certaines infrastructures soient plus dommageables pour l’espèce que d’autres, alors qu’elles sont pour le moment regroupées indistinctement sous un même identifiant de menace. Davantage de recherche pourrait permettre de comprendre quelles infrastructures humaines sont plus compatibles avec la conservation de la tortue géographique.

4.5.2 Gestion de l’eau par barrage

Au total, sept barrages considérés comme infranchissables pour l’espèce isolent les populations de la tortue géographique. Ces barrages ont pu engendrer des pertes démographiques dans les populations de

tortues lors de leur construction, mais également de par leur présence, en limitant l'accessibilité des ressources situées en amont ou en aval. D'autre part, certaines populations de la rivière des Outaouais, dont la population de la Chute-des-Chats, se sont d'ailleurs vues scindées en deux par la création du barrage (Bernier, 2012). Les barrages et la gestion des eaux par leurs activités sont omniprésents dans les sous-occurrences de tortues géographiques de la rivière des Outaouais.

4.5.3 Mortalité routière

Conformément à ce qui était suggéré dans le Plan de gestion (ECCC, 2019) et le Plan de rétablissement (ERTQ, 2020), la mortalité routière a été identifiée comme une des menaces principales pour l'espèce, notamment en raison de cinq points chauds de mortalité routière identifiés dans des sous-occurrences (deux en Montérégie, deux dans le grand Montréal et un en Outaouais). Cette menace affecte principalement les femelles qui s'aventurent en milieu terrestre pour pondre (Aresco, 2005; Steen et coll., 2006), ce qui induit deux stress sur la population : une mortalité des individus et un recrutement réduit.

4.5.4 Menaces potentiellement sous-estimées

Plusieurs menaces affectant la tortue géographique sont difficiles à documenter, soit parce qu'elles sont difficiles à quantifier (portée), soit parce que leur impact sur les populations de tortues est inconnu (sévérité). Parmi ces menaces figurent les activités nautiques de plaisance, la modification des berges et la prédation excessive.

Les activités nautiques de plaisance peuvent laisser des traces sur des individus sous la forme de marques d'hélices ou d'amputations (Bulté et coll., 2010). Néanmoins, la probabilité de détection des individus blessés ou morts est inconnue et il n'est pas toujours possible d'identifier la cause de la blessure ou du décès de l'individu. De ce fait, les collisions avec les embarcations de plaisance ainsi que le dérangement qui est causé par les plaisanciers demeurent potentiellement sous-estimés.

L'artificialisation des berges peut également s'avérer difficile à documenter puisqu'il n'existe pas, au moment de la publication de ce rapport, d'outil permettant de détecter efficacement la création de digues, de murets de béton et d'enrochement. De ce fait, cette menace est documentée de façon ponctuelle. De plus, il est difficile de déterminer efficacement les endroits où cette menace pourrait s'avérer limitante pour la tortue géographique (ex. : accessibilité aux sites de ponte dont les localisations ne sont pas toutes connues).

La prédation excessive des nids peut présenter une menace pour la tortue géographique en réduisant le taux de recrutement des populations ou en induisant une mortalité des adultes. Ce phénomène demeure toutefois difficile à documenter, car la prédation laisse peu d'indicateurs observables sur le terrain outre des nids détruits et des amputations sur des individus ayant survécu. Documenter cette menace serait important du fait que la densité de mésoprédateurs étant favorisée par les modifications du paysage par l'homme (Garrot et coll., 1993; Phillips et Murray, 2005; Prugh et coll., 2009; Karson et coll., 2019), l'impact de cette menace sur les tortues sera appelé à croître à moyen terme.

N. B. : Une attention particulière doit être apportée lorsque des mésoprédateurs ciblent les femelles gravides, comme il a été observé chez la tortue géographique (*Graptemys geographica*), la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*) et la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*) en Ontario (Karson et coll., 2019) et chez la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) au Québec (Adams et coll., 2007). En effet, bien que la prédation des nids puisse présenter peu d'impacts sur la persistance d'une population d'une espèce longévive, une légère augmentation de la mortalité d'individus adultes peut induire un déclin difficilement réversible (Congdon et coll., 1993, 1994; Cunnington et Brooks, 1996). Conséquemment, toute indication crédible que les tortues femelles sont victimes de prédation devrait être investiguée de façon à pouvoir permettre une action rapide.

5. Évaluation de la viabilité

5.1 Concept de viabilité

La viabilité d'une occurrence (ou d'une sous-occurrence) est une estimation succincte de sa probabilité de persistance sur une échelle de 50 ans si les conditions actuelles s'y maintiennent, ce qui représente environ trois générations chez la tortue géographique (Bulté et Blouin-Demers, 2009). La viabilité d'une occurrence est estimée à la suite de l'évaluation dans la clé décisionnelle NatureServe (Hammerson et coll., 2020) des facteurs qui y sont limitants pour l'espèce. Ces critères d'évaluation sont documentés au niveau de la qualité de l'habitat, de la configuration spatiale de l'occurrence et des données de population (section sur les critères d'évaluation, 5.2), et résultent dans l'attribution d'une cote de viabilité (Hammerson et coll., 2008) (section sur la cote de viabilité, 5.3).

5.2 Critères d'évaluation

Les paragraphes suivants décrivent les critères d'évaluation utilisés pour évaluer la viabilité des sous-occurrences de tortues géographiques au Québec. Seuls les facteurs **ayant cours** sont considérés pour évaluer la viabilité des sous-occurrences.

Notons que l'appellation de « critères d'évaluation » est une adaptation du terme « facteurs de rang » de NatureServe et représente un équivalent aux « attributs écologiques clés » (AEC) selon les Normes ouvertes pour la pratique de la conservation (Lapointe et coll., 2015).

5.2.1 Qualité de l'habitat

La tortue géographique est une espèce étroitement associée aux rives des grands plans d'eau et des rivières à faible ou moyen débit (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada [COSEPAC], 2012; Rodrigue et Desroches, 2018) où sa présence serait corrélée avec l'abondance de structures émergentes dont elle fait usage pour réguler sa température (Lindeman, 1999). La majorité des paramètres associés à la qualité de l'habitat sont documentés à l'aide d'outils géomatiques (ex. : milieux humides, couvert forestier, milieu agricole, etc.), alors que certains éléments pour lesquels les outils géomatiques étaient déficients (ex. : villégiature, espèces exotiques envahissantes, etc.) ont été inférés à l'aide d'observations terrain, par la recherche de mots clés dans les champs texte dans la Banque d'observations des reptiles et amphibiens du Québec (BORAQ), par des avis d'experts ou par la photo-interprétation.

5.2.1.1. Habitat aquatique

L'été, la tortue géographique fait usage des rives et des milieux aquatiques d'une profondeur de moins de 2,5 mètres pendant la saison chaude (Bernier et Rouleau, 2010; Carrière et Blouin-Demers, 2010). Comme l'espèce est peu tolérante à l'anoxie (Ultsch, 2006), ses sites d'hibernation sont dépendants d'un bon apport en oxygène et peuvent varier en profondeur de 0,3 à 11,3 m (Harrison, 2011; Rouleau et Bernier, 2011). La tortue géographique fait usage d'une diversité de profondeurs ne dépassant pas 11,3 m au cours de l'année, les profondeurs de 12 m et moins ont été considérées comme convenables dans les sous-occurrences.

La tortue géographique s'alimente d'invertébrés aquatiques, dont des bivalves, des crustacés et des insectes aquatiques (Ernst et Lovich, 2009; COSEPAC, 2012; Rodrigue et Desroches, 2018), des proies trouvées essentiellement dans les eaux peu profondes non loin du rivage (Bulté et coll., 2008). Néanmoins, l'abondance et la répartition de ces ressources ne sont pas documentées par géomatique, ce qui induit une certaine incertitude sur la productivité des habitats aquatiques fréquentés par l'espèce.

5.2.1.2. Habitat terrestre

Comme la tortue géographique fait principalement usage du milieu terrestre pour la reproduction et ne s'y aventure pas autrement, la qualité de l'habitat terrestre a été documentée en termes d'intérêt pour la ponte. De ce fait, pour le calcul de l'habitat convenable, les usages anthropiques incompatibles avec la ponte (ex. : milieux développés) ont été retirés des superficies du domaine vital terrestre, tout comme les milieux boisés fermés et les sols incompatibles avec la ponte (argileux, rocheux, etc.).

De plus, un des paramètres importants pour l'espèce est l'abondance des sites d'exposition au soleil dont les individus font usage pour réguler leur température. Ces structures anthropiques ou naturelles doivent permettre aux tortues de se lézarder de façon à répondre à leurs besoins métaboliques et donc leur permettre de s'exposer au soleil sans dérangement excessif (Anderson, 2015). Ces structures comprennent des objets de nature diverse, dont des souches, des rochers, des bouées et, malgré leur importance pour l'espèce (Bulté et Blouin-Demers, 2010a, 2010b), il est également impossible de documenter leur abondance par géomatique. Par conséquent, l'abondance de ces ressources a été évaluée de façon qualitative en se basant sur les rapports, les mentions dans la BORAQ et les avis d'experts dans les différentes sous-occurrences. La présence de paramètres induisant un dérangement des habitats utilisés a également été documentée (ex. : marinas, rampes de mise à l'eau, quais, etc.).

D'autre part, la présence du roseau commun (*Phragmites australis*) dégraderait également les habitats de la tortue géographique en constituant des roselières denses et difficiles à traverser pour les individus (Wilcox et coll., 2003; Hudon et coll., 2005; Gillingwater, comm. pers., 2012 dans ECCC, 2019).

Outre les facteurs dégradant la qualité de l'habitat pour l'espèce, plus un habitat comporte de milieux riverains naturels et offre des sites d'exposition au soleil à l'abri du dérangement, plus il est considéré comme propice pour l'espèce. Il est important de noter qu'il semble y avoir une certaine tolérance de l'espèce à la présence humaine dans le cas de la population du grand Montréal, soulignée notamment par l'utilisation de marinas pour la ponte et par une fréquentation par l'espèce de sites achalandés (Pierre-André Bernier, comm. personnelle).

Les paramètres associés à l'habitat sont documentés à partir d'un tracé de l'occurrence extrait du CDPNQ en date du 3 septembre 2019.

5.2.2 Configuration spatiale

La proximité de sous-occurrences implique une possibilité d'échanges démographiques entre ces dernières, ce qui favorise la recolonisation à la suite d'une extinction locale et donc leur viabilité. De ce fait, la présence, l'abondance et la configuration de ces interconnexions ont été considérées lors de l'évaluation de la viabilité.

D'autre part, la présence de barrages sans voie de contournement est considérée comme un paramètre infranchissable pour l'espèce et pourrait avoir comme effet non seulement d'isoler les occurrences entre elles, mais également de séparer certaines populations en deux (Bernier, 2012). Conséquemment, la présence de barrages sans possibilité de contournement est considérée comme portant atteinte à sa viabilité.

5.2.3 Données démographiques

Le nombre d'observations de tortues géographiques détectées par polygone d'habitat peut être fortement influencé par l'importance des efforts d'échantillonnage qui y sont investis. De plus, la fidélité des individus aux sites de thermorégulation (Lindeman, 2013; Haas, 2015) favorise l'observation du même individu à plusieurs reprises lorsque son site d'exposition au soleil est connu. De ce fait, davantage de mentions ne signifient pas nécessairement une population locale plus vigoureuse. Conséquemment, considérant l'absence de distinction entre les individus pour la majorité des populations documentées, les données démographiques et d'utilisation de l'habitat doivent être interprétées avec précaution.

Malgré cette incertitude, le comportement de thermorégulation de l'espèce sur des structures émergentes favorise sa détection par opposition à d'autres espèces plus discrètes comme la tortue musquée (*Sternotherus odoratus*). De plus, de grands nombres d'individus sont souvent observés simultanément sur les mêmes structures émergentes (Flaherty et Bider, 1984; Rodrigue et Desroches, 2018), ce qui permet de discerner des nombres d'individus distincts avec certitude. Les polygones comportant plusieurs observations au cours d'une même journée seront reconnus comme présentant un nombre minimal d'individus équivalent au total observé en une journée. De plus, la répartition des observations dans l'espace permet de documenter l'utilisation de l'habitat par l'espèce et donc d'obtenir une idée de sa qualité de par l'abondance et la répartition des sites fréquentés.

Les données de population de la tortue géographique proviennent d'une extraction de données de la BORAQ en date du 3 septembre 2019.

5.2.4 Résumé des critères d'évaluation

L'évaluation de la viabilité des sous-occurrences repose sur l'interprétation des phénomènes qui y ont cours. Ces phénomènes comprennent notamment les menaces qui affectent les critères d'évaluation décrits plus haut selon leur stress principal pour l'espèce (ex. : dégradation de l'habitat, mortalité). Le tableau 4 résume les phénomènes qui ont été considérés pour l'analyse de la viabilité des sous-occurrences de la tortue géographique.

Tableau 4. Résumé des critères d'analyse de la viabilité

| Critères | Paramètres | Menaces |
|---|---|---|
| Qualité de l'habitat | Rives de grands plans d'eau et milieux aquatiques peu profonds (<12 m). Abondance de sites d'exposition au soleil en rive (rochers, arbres, structures anthropiques) avec peu de dérangement. Milieux terrestres propices pour la ponte qui excluent les milieux développés, les boisés et les sols incompatibles avec la ponte. | Zones résidentielles et urbaines denses |
| | | Zones résidentielles à faible densité |
| | | Parcs et terrains de sport |
| | | Agriculture de type annuelle (grandes cultures) |
| | | Dragage des voies de navigation |
| | | Artificialisation des berges |
| | | <i>Phragmites australis</i> |
| | | Eaux usées domestiques |
| Contexte spatial / Qualité de l'habitat | La possibilité d'interconnexions entre des sous-occurrences à l'aide d'habitats propices à la dispersion et en absence d'entraves (ex. : rapides, barrages) favoriserait la viabilité en augmentant les possibilités d'échanges démographiques en plus d'améliorer les chances de recolonisation à la suite d'une extinction locale. | Gestion du niveau de l'eau par barrage |
| | | Charge de nutriments |

| Critères | Paramètres | Menaces |
|---------------|--|---|
| Démographie | Dénombrement d'individus distincts, fréquence des observations, taux de survie, condition corporelle, répartition spatiale des observations. | Carrières et sablières |
| | | Routes |
| | | Braconnage/persécution d'animaux terrestres |
| | | Pêche récréative ou de subsistance |
| | | Pêche commerciale industrielle |
| | | Navigation de plaisance |
| | | <i>Trachemys scripta elegans</i> |
| | | Pathogène viral |
| | | Augmentation de la prédation par les mésoprédateurs |
| Ectoparasites | | |

5.3 Cote de viabilité

Une cote de viabilité est attribuée à chacune des occurrences du CDPNQ, ainsi qu'aux sous-occurrences, dans le cas de la tortue géographique. Les différentes cotes de viabilité sont attribuées en fonction de la clé décisionnelle NatureServe (Hammerson et coll., 2020) et sont regroupées dans les quatre catégories significatives présentées au tableau 5.

Tableau 5. Définition et catégorisation des cotes de viabilité (adapté de Hammerson et coll., 2008)

| Catégorie | Cotes | Définition |
|--------------------------------|-------|--|
| Bonne situation | A | Viabilité excellente. Il est très probable que la population en place persiste. |
| | AB | Viabilité intermédiaire entre A et B. |
| | B | Bonne viabilité. La population a de bonnes chances de se maintenir. |
| | BC | Viabilité intermédiaire entre B et C. |
| Situation précaire ou mauvaise | C | Viabilité moyenne. Il existe une incertitude à propos de la persistance de la population. |
| | CD | Viabilité intermédiaire entre C et D. Dernière classe d'occurrence à avoir une valeur de conservation. |

| Catégorie | Cotes | Définition |
|-----------------------------------|-------|--|
| | D | Viabilité faible. L'occurrence a une forte probabilité de s'éteindre. Si une occurrence non viable peut redevenir viable après des travaux de restauration, la classe CD doit être utilisée. |
| Extirpée ou échec de localisation | F | Échec de localisation. Des inventaires ciblés réalisés par des observateurs expérimentés et dans les meilleures conditions n'ont pas permis de retrouver l'espèce, de sorte que sa présence dans l'occurrence est mise en doute. L'extirpation ne peut cependant être confirmée et requiert davantage de données. |
| | X | Extirpée. Un suivi adéquat n'a pas permis de retrouver l'espèce, ou des preuves tangibles prouvent que l'espèce n'est plus présente. Par exemple, l'habitat a été détruit, de sorte que l'espèce ne peut plus y survivre, ou un nombre suffisant de données d'absence permet d'affirmer avec confiance l'extirpation de la population. |
| Documentation insuffisante | E | Occurrence existante. Il a été vérifié récemment que la population existait toujours, mais l'information n'est pas suffisante pour l'attribution d'une cote de viabilité (A, B, C ou D). |
| | NR | N'a pas de rang. Aucune cote de viabilité n'est attribuée. Une cote NR est attribuée à une occurrence jamais évaluée ou dont le statut nécessite une réévaluation, notamment si l'espèce n'a pas été observée depuis plus de 10 ans dans un habitat dynamique susceptible d'avoir changé. |
| | H | Historique. De l'habitat propice est toujours présent, mais il n'y a pas d'information récente pour valider la présence de l'espèce depuis les 20 dernières années. Si l'habitat propice y a été détruit de façon permanente, la cote X est attribuée. |

Il existe également une « cote U », désignant les occurrences (ou sous-occurrences) non classées pour lesquelles aucun habitat n'est délimité. Ces occurrences sont souvent basées sur une mention valide, mais pour laquelle il est impossible d'identifier un habitat propice à proximité pour documenter une population (par exemple, un individu qui aurait été relâché de captivité dans un milieu peu propice, ou une mention dont l'imprécision empêche de cibler l'habitat d'origine). Conséquemment, la localisation des occurrences « U » ne correspond pas à la définition d'occurrence du CDPNQ et, comme elles ne représentent pas de véritable population et ne possèdent pas de délimitation spatiale, elles ne font pas l'objet de la présente évaluation.

5.4 Portrait de la viabilité

Au total, 12 occurrences de tortues géographiques du CDPNQ ont été évaluées et subdivisées en un total de 20 sous-occurrences. Puisque ces sous-occurrences ont été créées de façon à souligner les nuances locales de la viabilité des populations, ce sont ces sous-occurrences qui serviront à représenter les variations dans la viabilité de l'espèce entre les régions où elle est présente.

La présente section illustre les résultats des analyses de viabilité en regroupant les cotes par catégorie significative de façon à en faciliter l'interprétation. Il est important de considérer que cette estimation de la viabilité ne tient pas compte des menaces qui pourraient affecter les populations de tortues géographiques à l'avenir ni les mesures de conservation en place pour les protéger.

Le portrait provincial de la viabilité des sous-occurrences de la tortue géographique, qui regroupe les données de l'ensemble des régions administratives où l'espèce est présente, est illustré à la figure 5.

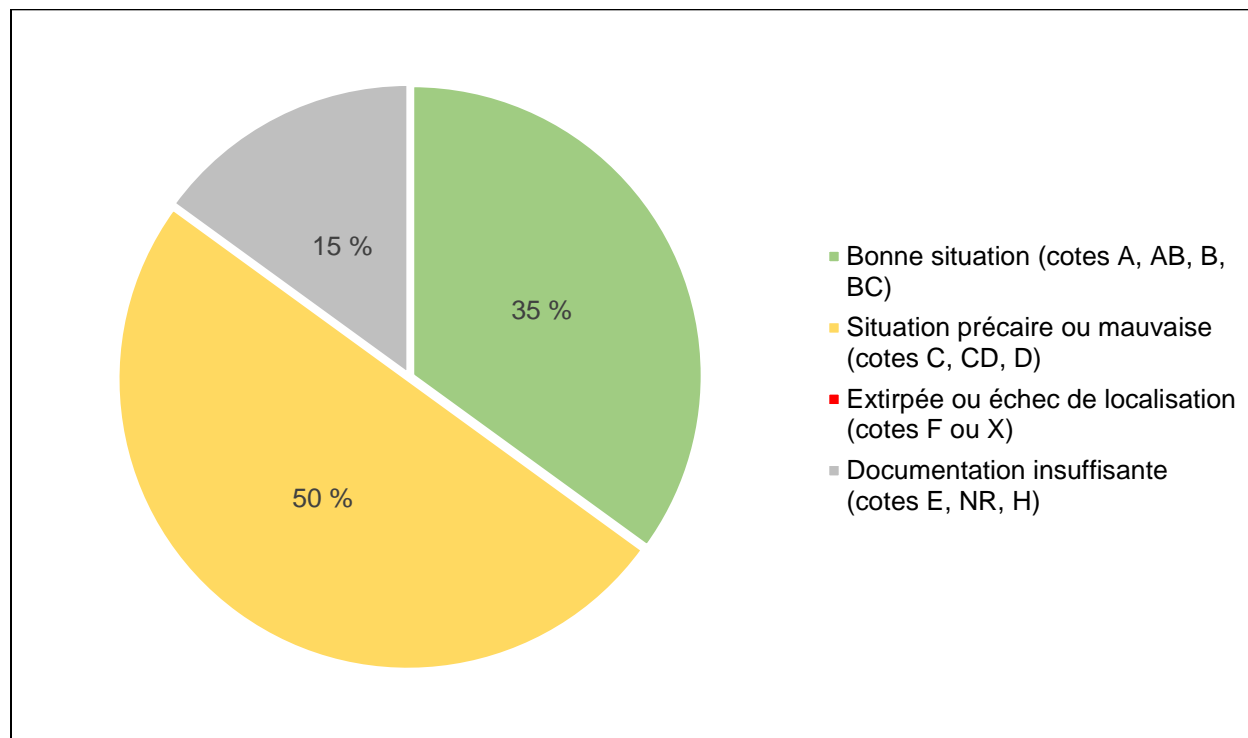


Figure 5. Portrait provincial de la viabilité des sous-occurrences de la tortue géographique au Québec en 2019

La figure 5 met en relief le fait que la moitié des sous-occurrences de la tortue géographique au Québec sont catégorisées en « Situation précaire ou mauvaise » et qu'un peu plus du tiers des sous-occurrences de l'espèce seraient en « Bonne situation ». Ce portrait signifie que si les conditions actuelles se maintiennent pendant les 50 prochaines années, il est probable qu'au moins une sous-occurrence de la tortue géographique sur trois puisse toujours persister. D'autre part, 15 % des sous-occurrences connues sont documentées de façon insuffisante au point qu'il est impossible d'en estimer la viabilité à moyen terme au moment de la publication de ce rapport.

Il est important de noter que la situation précaire de la moitié des sous-occurrences de la tortue géographique résulte notamment du fait que de nombreuses sous-occurrences de petite taille n'ont été documentées que par quelques individus, ce qui sous-entend une démographie réduite et en réduit la viabilité. D'autre part, l'utilisation spatialement continue de la sous-occurrence du grand Montréal par un grand nombre de tortues géographiques rend biologiquement impossible le fait de la découper plus finement. Conséquemment, les résultats de la figure 5 doivent être interprétés avec précaution.

Par ailleurs, en termes de superficie, les sous-occurrences en « Bonne situation » représentent la majorité des superficies (72,51 %) occupées par l'espèce au Québec, par opposition à 19,85 % pour celles en « Situation précaire ou mauvaise » et 7,65 % pour celles de catégorie « Documentation insuffisante » (figure 6). À l'instar du portrait provincial des sous-occurrences, une telle approche serait également à interpréter avec précaution puisque, bien qu'elle remette en perspective les importantes superficies touchées par les sous-occurrences en bonne situation, elle éclipse la situation précaire de l'espèce dans de nombreuses localités.

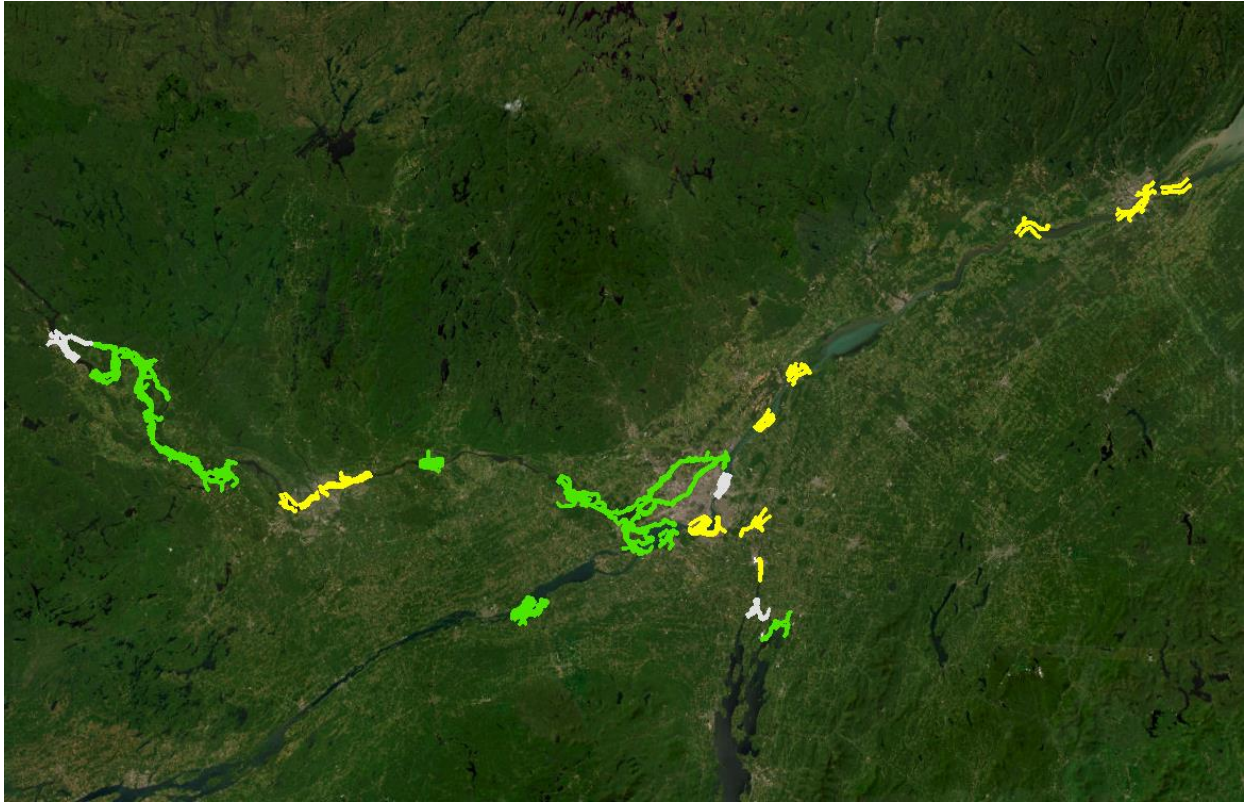


Figure 6. Répartition des sous-occurrences de tortues géographiques selon leur catégorie de viabilité (vert : « Bonne situation », jaune : « Situation précaire ou mauvaise », gris : « Documentation insuffisante »)

En dépit de l'effet du découpage des sous-occurrences sur le portrait provincial, la totalité des populations situées en aval de Montréal (6 sous-occurrences) présentent des effectifs faibles et une situation précaire. De plus, les sous-occurrences de la grande région de Gatineau et celles du cœur de la Montérégie font également face à une perte rapide et à une dégradation des habitats riverains se traduisant par des observations de plus en plus rares de l'espèce.

La proportion de sous-occurrences documentées de façon insuffisante chez la tortue géographique demeure particulièrement faible par rapport à celle observée chez d'autres tortues québécoises (MELCCFP, en préparation c; MELCCFP, en préparation d). En effet, par opposition à la tortue musquée et à la tortue mouchetée, pour lesquelles la capacité de détection demeure un enjeu important, le comportement de thermorégulation de la tortue géographique la rend facilement visible et favorise sa détection. De ce fait, le suivi plus facile de cette espèce induit une réduction de la proportion de sous-occurrences pour lesquelles les données démographiques sont insuffisantes.

Aucune sous-occurrence de l'espèce n'a été classée comme « Extirpée ou échec de localisation ». Néanmoins, dans la catégorie « Documentation insuffisante », l'espèce n'aurait pas été observée dans une sous-occurrence du grand Montréal depuis plus de 10 ans (cote NR), alors qu'elle n'aurait pas été observée depuis plus de 20 ans (cote H) dans une sous-occurrence en Montérégie ainsi qu'une en Outaouais. Des inventaires sont requis dans ces sous-occurrences de façon à déterminer si elles existent toujours ou s'il y a un doute sur leur persistance.

En conclusion de ce portrait provincial, plusieurs sous-occurrences en milieu naturel semblent en bonne situation et la population de la plus grande sous-occurrence semble davantage tolérante à la présence humaine. Néanmoins, l'espèce serait en situation précaire dans de nombreuses localités au Québec dont elle pourrait avoir disparu au cours des 50 prochaines années dans le maintien des conditions actuelles.

Au niveau régional, il est difficile de dresser un portrait de la situation de l'espèce puisque plusieurs sous-occurrences touchent simultanément plusieurs régions administratives. Néanmoins, l'occupation du territoire par l'espèce peut être documentée par grand secteur comprenant des cours d'eau principaux et des segments du Saint-Laurent (figure 7).

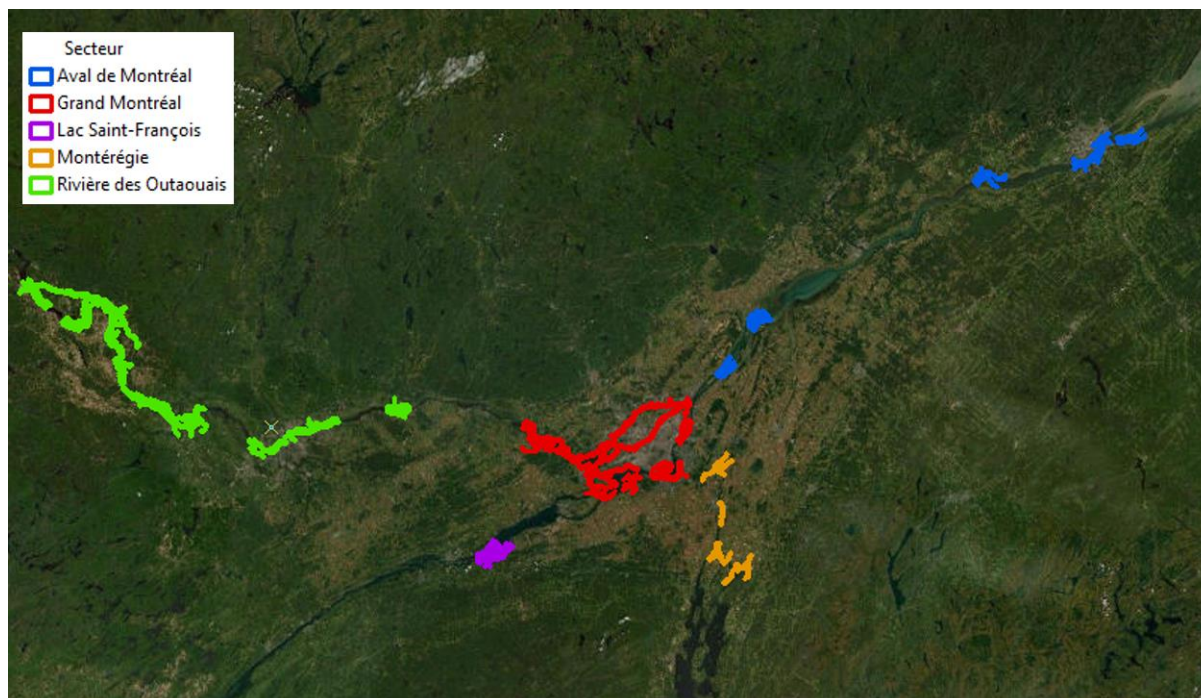


Figure 7. Répartition des sous-occurrences de tortues géographiques par secteur d'occupation

Ces régions diffèrent notamment dans la densité de population humaine, mais également sur le plan de l'utilisation du territoire. Conséquemment, les populations de tortues géographiques y sont impactées différemment par les activités anthropiques et le portrait de la viabilité par secteur reflète cette différence (figure 8).

Outre le Saint-Laurent, la rivière des Outaouais est la rivière qui comprend le plus grand nombre de sous-occurrences de la tortue géographique (7 sous-occurrences), suivie des cours d'eau et plans d'eau intérieurs de la Montérégie qui comprennent la rivière Richelieu et le lac Champlain (4 sous-occurrences). Quant au Saint-Laurent, les sous-occurrences qui s'y trouvent peuvent être séparées selon trois grands secteurs, dont l'amont de Montréal (lac Saint-François, 1 sous-occurrence), la région du grand Montréal (3 sous-occurrences), soit l'archipel d'Hochelaga, ainsi que l'aval de la grande région métropolitaine (5 sous-occurrences).

Selon l'analyse de la viabilité, la majorité des sous-occurrences en « Bonne situation » (57,14 % du total des sous-occurrences de cette catégorie) sont situées dans la rivière des Outaouais, représentées par les sous-occurrences des habitats peu perturbés entre Bristol et l'Isle-aux-Allumettes. La présence de l'espèce n'a cependant pas été validée depuis plus d'une vingtaine d'années dans la sous-occurrence à l'extrémité ouest de l'Isle (« Documentation insuffisante »). D'autre part, les 2 sous-occurrences retrouvées dans les milieux perturbés de la grande région de Gatineau ont été décrites comme en « Situation précaire ou mauvaise ».

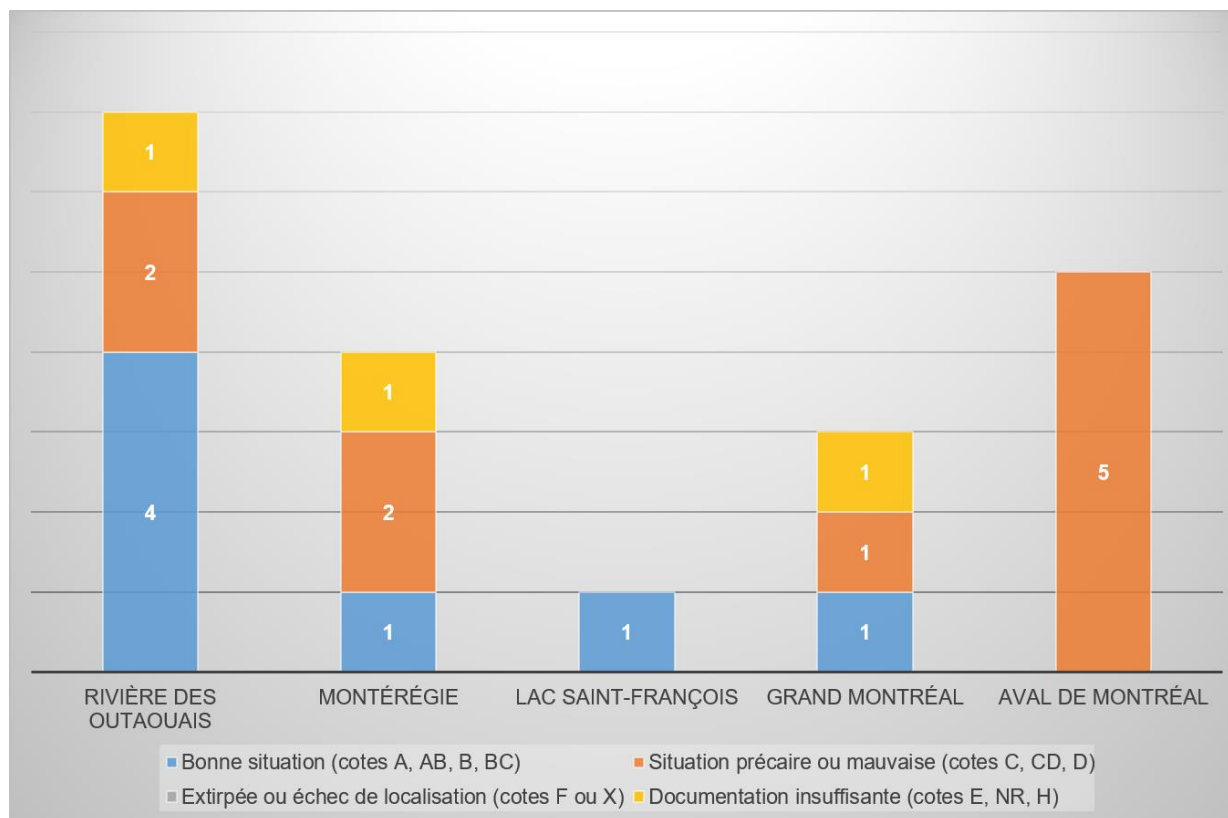


Figure 8. Nombre d'occurrences de tortues géographiques au Québec en 2019 en fonction de leur viabilité et de leur région administrative

Les quatre sous-occurrences situées dans les terres en Montérégie comprennent des populations entourées d'une matrice essentiellement agricole. Une de ces sous-occurrences est considérée comme en « Bonne situation » à la limite sud de cette région administrative, soit au lac Champlain. Quant aux populations montérégiennes situées dans des cours d'eau perturbés traversant la région, elles ont été décrites comme en « Situation précaire ou mauvaise » (2 sous-occurrences) ou classées dans la catégorie « Documentation insuffisante » (1 sous-occurrence).

La grande région de Montréal, l'archipel d'Hochelaga, comprend trois sous-occurrences de tortues géographiques, dont la plus importante population connue au Québec. Cette dernière s'étend du lac Saint-Louis à la rivière des Outaouais, longe la rivière des Prairies et la rivière des Mille-Îles et aurait compté jusqu'à 728 individus en 2011, selon une modélisation statistique effectuée par Mazerolle et Dubois (travaux en cours) prenant en compte la probabilité de détection sur les données publiées par Bernier et Rouleau (2010). Malgré le haut niveau de perturbation des habitats et l'abondance de menaces pouvant y affecter les individus, la tortue géographique s'y accommoderait de certaines infrastructures anthropiques (Pierre-André Bernier, comm. personnelle). Par ailleurs, des inventaires réalisés dans le lac des Deux Montagnes ont permis d'y détecter davantage d'individus en 2009 (Bernier et Rouleau, 2010) qu'en 1979 (Gordon et MacCulloch, 1980), mais des différences dans les secteurs échantillonnés empêchent toutefois de conclure à une augmentation de la population pendant cette période. D'autre part, dans l'archipel, une sous-occurrence située au sud près de la rivière Saint-Jacques y serait en « Situation précaire ou mauvaise », alors qu'une population au parc national des Îles-de-Boucherville serait catégorisée dans « Documentation insuffisante », car l'espèce n'y a pas été vue depuis plus de 10 ans.

Quant aux cinq sous-occurrences dans le fleuve Saint-Laurent, situées en aval de la grande région de Montréal, elles ne seraient constituées que de peu d'individus. Le caractère perturbé de ces habitats riverains, la faible démographie détectée et la position marginale (nordique) de ces populations face à l'aire de répartition de l'espèce y suggèrent une viabilité précaire.

6. Portrait synthèse

L'addition des cotes d'impact pondérées des 20 sous-occurrences étudiées permet d'établir un niveau de menace cumulatif pour chacune d'entre elles. Cette information, mise en relation avec leur cote de viabilité, permet de dresser un portrait de la situation de la tortue géographique au Québec à la lumière des données de 2019 (figure 9). Les sous-occurrences documentées de façon insuffisante (E, NR et H) et celles dont l'existence est incertaine (F et X) sont exclues du présent portrait.

Le présent portrait souligne qu'aucune des sous-occurrences de l'espèce au Québec ne présente de cote de viabilité « Excellente » (cote A, souvent associée à des sous-occurrences dépourvues de facteur de dégradation). De plus, trois sous-occurrences (15 % du total des sous-occurrences) ont une viabilité « Mauvaise » (viabilité D) et sont situées dans un contexte où il sera difficile d'améliorer leur viabilité en raison de la faible proportion d'habitats propices qui y prévaut et du petit nombre d'individus en place. Parmi les sous-occurrences peu viables, cinq sous-occurrences (25 % du total) présentent une viabilité « Passable à mauvaise » (viabilité CD), indiquant qu'il est toujours possible d'en restaurer la viabilité. De plus, ces dernières présentent un niveau de menace cumulatif relativement faible, suggérant une certaine faisabilité quant à leur rétablissement.

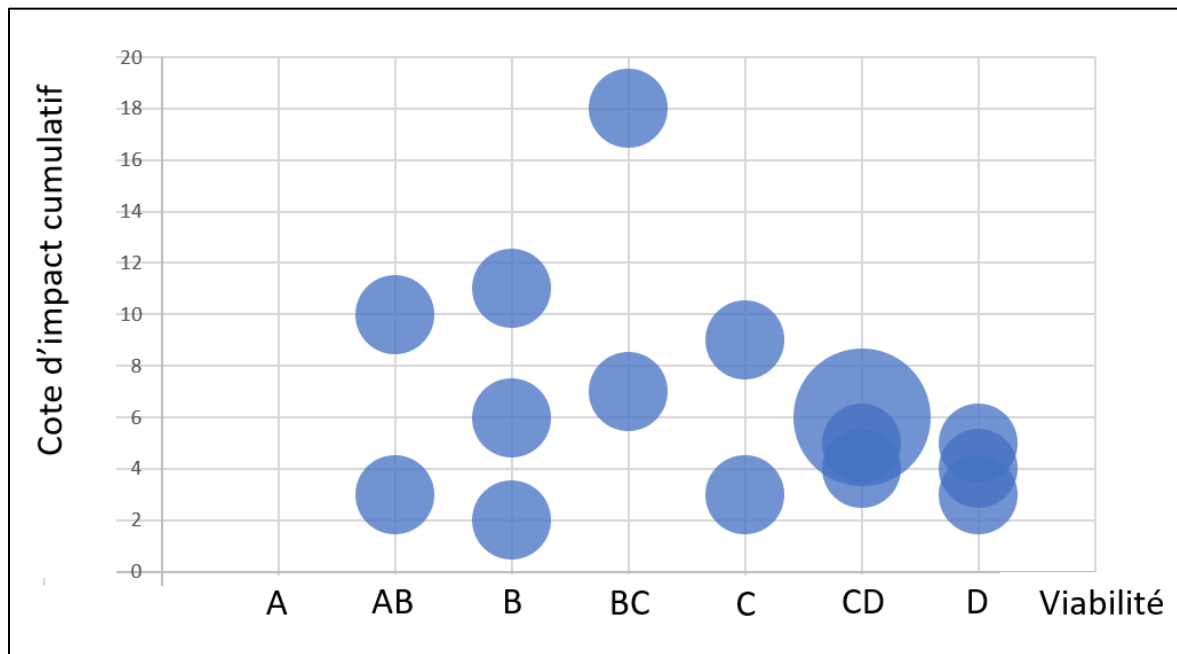


Figure 9. Portrait synthèse des sous-occurrences de la tortue géographique. Chaque bulle représente une valeur de viabilité et de cote d'impact cumulatif. Leur taille est relative au nombre de sous-occurrences correspondant à cette valeur.

Pour ce qui est de la cote d'impact, une sous-occurrence se démarque par sa cote beaucoup plus importante : la sous-occurrence du grand Montréal (Viabilité : BC; Cote d'impact cumulatif : 18). Cette sous-occurrence présente la particularité de comprendre de très grandes superficies d'habitat qui ne peut être facilement découpées en sous-occurrences plus petites (figure 6). La taille volumineuse de cette sous-occurrence augmente les chances que des menaces locales y soient identifiées et se voient attribuer une valeur de portée standardisée (voir section 4.1), induisant potentiellement une surestimation de leur impact et résultant en une sous-occurrence particulièrement menacée. Outre l'effet de découpage, cette sous-occurrence se situe dans la grande région métropolitaine de Montréal, où les activités anthropiques affectant la tortue géographique abondent. De ce fait, il s'agit hors de tout doute de la sous-occurrence la plus menacée.

7. Constats

L'analyse des occurrences de la tortue géographique a été effectuée en 2019 en combinant des outils géomatiques, les données contenues dans la BORAQ, la littérature scientifique disponible ainsi que des avis d'experts de l'espèce du Québec et du Vermont. L'analyse a permis de faire le point sur les connaissances disponibles relativement à l'espèce au Québec, et d'identifier des besoins d'acquisition de connaissances ainsi que des enjeux importants pour sa conservation. Bien que pouvant être bonifiée par l'ajout de menaces modélisées, l'acquisition de connaissances sur des menaces peu documentées et l'ajout d'une analyse des mesures de protection, elle a permis la réalisation de constats clairs à la lumière des meilleures données disponibles.

7.1 Un rétablissement faisable

À la lumière de l'analyse des sous-occurrences de l'espèce au Québec, la situation de la tortue géographique au Québec souligne des populations en bonne posture dans le grand Montréal, le lac Champlain, le lac Saint-François et la rivière des Outaouais, à l'exception de la région de Gatineau. Les sous-occurrences en situation précaire comprennent notamment celles du contexte agricole montérégien et celles situées dans le Saint-Laurent en aval de Montréal. Il est possible que la moitié des sous-occurrences de l'espèce disparaissent à moyen terme si rien n'est fait pour maintenir ou rétablir leur viabilité. Parmi ces dernières, la viabilité d'au moins trois sous-occurrences serait difficile à améliorer en raison d'effectifs déjà faibles et/ou de leur condition marginale face au reste de l'aire de répartition de l'espèce. Malgré cette observation, le rétablissement de la majorité des sous-occurrences demeure faisable en conciliant l'usage de l'habitat par l'être humain avec les besoins de l'espèce.

7.2 Une cohabitation fragile

À l'exception de la sous-occurrence du grand Montréal, les populations québécoises de tortues géographiques dans un contexte perturbé (agricole, périurbain) présenteraient une viabilité moindre. La sous-occurrence du grand Montréal, qui serait la plus importante au Québec en termes d'individus (Rouleau et Bernier, 2011), semble toujours vigoureuse, et ce, malgré le contexte particulièrement perturbé dans lequel elle se trouve. Néanmoins, les paramètres favorisant sa persistance dans le contexte anthropique sont peu connus et il est probable que la population en place dépende de structures se raréfiant en raison du développement des habitats riverains ou encore d'un accès restreint à ces ressources en raison de la modification des berges. D'autre part, à l'instar des autres populations de tortues géographiques du Québec, sa tendance démographique demeure inconnue au moment de la publication de ce rapport. De plus, bien que considérée comme viable (viabilité « Bonne à moyenne ») dans le maintien des conditions actuelles, cette dernière fait l'objet du plus haut niveau de menace observé dans les sous-occurrences québécoises de l'espèce, en plus de faire l'objet d'un recrutement moindre en raison d'un taux élevé de prédation des nids. Conséquemment, dans l'ensemble des populations de tortues géographiques, il serait important d'identifier les structures limitantes pour l'accomplissement du cycle vital de l'espèce et de les protéger d'une éventuelle modification ou encore de les restaurer si la viabilité de la population est déjà compromise dans leur état actuel.

8. Références bibliographiques

- ADAMS, J., D. MASSE et J.-C. BOURGEOIS (2007). *Impacts de la prédation par le raton laveur (Procyon lotor) sur les populations de tortues : Emphase sur la population de tortues des bois (Glyptemys insculpta) de la rivière Shawinigan*, Service de la conservation des ressources du parc national de la Mauricie (Parcs Canada) et ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Secteur Faune Québec), Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 50 p.
- ARESCO, M. J. (2005). "The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles", *Biological Conservation*, 123(1), 37-44.
- ANDERSON, K. P. (2015). *Impacts of human recreation and hydroelectric flow regime on basking behavior of Northern Map Turtles, Graptemys geographica*. Towson University Institutional Repository. 66 p.
- BERNIER, P.-A. (2012). *Cartographie des occurrences de tortues géographiques au Québec et évaluation de leur cote de qualité*, Rapport d'activité, 20 p.
- BERNIER, P.-A. et S. ROULEAU (2010). *Acquisition de connaissances sur les habitats essentiels, la démographie, les déplacements et les menaces affectant la tortue géographique (Graptemys geographica) en vue de protéger la population du lac des Deux Montagnes*. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec). 96 p.
- BORAQ (2019). *Extraction de la banque de données pour l'analyse des occurrences*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), Québec.
- BULTÉ, G., M.-A. GRAVEL et G. BLOUIN-DEMERS (2008). "Intersexual niche divergence in northern map turtles (*Graptemys geographica*): the roles of diet and habitat", *Canadian Journal of Zoology*, 86(11), 1235-1243.
- BULTÉ, G. et G. BLOUIN-DEMERS (2009). "Does sexual bimaturation affect the cost of growth and the operational sex ratio in an extremely size-dimorphic reptile?", *Ecoscience*, 16(2):175-182.
- BULTÉ, G. et G. BLOUIN-DEMERS (2010a). "Estimating the energetic significance of basking behaviour in a temperate-zone turtle", *Ecoscience*, 17(4):387-393.
- BULTÉ, G. et G. BLOUIN-DEMERS (2010b). Implications of extreme sexual size dimorphism for thermoregulation in a freshwater turtle. *Oecologia* 162(2):313-322.
- BULTÉ, G., M.-A. CARRIÈRE et G. BLOUIN-DEMERS (2010). Impact of recreational power boating on two populations of Northern Map Turtles (*Graptemys geographica*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20:31-38.
- CARRIÈRE, M.-A. et G. BLOUIN-DEMERS (2010). "Habitat selection at multiple spatial scales in Northern Map Turtles (*Graptemys geographica*)", *Canadian Journal of Zoology*, 88:846-854.
- CDPNQ (2021). *Bilan annuel 2020 des activités du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Québec, 4 p.
- CMP (2016). *Open standards for the practice of conservation, v. 4.0* [En ligne] [<https://cmp-openstandards.org/wp-content/uploads/2020/03/CMP-Open-Standards-for-the-Practice-of-Conservation-v4.0.pdf>] (Consulté le 22 mai 2018).

- CONGDON, J. D., A. E. DUNHAM et R. C. VAN LOBEN SELS (1993). "Delayed sexual maturity and demographics of Blanding's turtles (*Emydoidea blandingii*): implications for conservation and management of long-lived organisms", *Conservation Biology*, 7:826-833.
- CONGDON, J. D., A. E. DUNHAM et R. C. VAN LOBEN SELS (1994). "Demographics of common snapping turtles (*Chelydra serpentina*): implications for conservation and management of long-lived organisms", *American Zoologist*, 34(3), 397-408.
- COSEPAC (2012). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue géographique (Graptemys geographica) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. xii + 73 p.
- CUNNINGTON, D. C. et R. J. BROOKS (1996). "Bet-hedging theory and eigenelasticity: a comparison of the life histories of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and snapping turtles (*Chelydra serpentina*)", *Canadian Journal of Zoology*, 74(2), 291-296.
- ECCC (2019). *Plan de gestion de la tortue géographique (Graptemys geographica) au Canada*. Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril. Environnement et Changement climatique Canada, Ottawa. v + 50 p.
- ERNST, C. H. et J. E. LOVICH (2009). *Turtles of the United States and Canada*. Second edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore (Maryland). 827 p.
- ERTQ (2020). *Plan de rétablissement de la tortue géographique (Graptemys geographica) au Québec – 2020-2030*, produit pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, 60 p.
- FLAHERTY, N. C. (1982). *Home range, movement, and habitat selection in a population of map turtle, Graptemys geographica (Le Sueur), in southwestern Quebec*. Thèse de Maîtrise, McGill University, Montréal, Québec. 57 p.
- FLAHERTY, N. et J. R. BIDER (1984). "Physical structures and the social factor as determinants of habitat use by *Graptemys geographica* in southwestern Quebec", *American Midland Naturalist*, 259-266.
- GARROT, R., P. WHITE et C. VANDERBILT WHITE (1993). "Overabundance: An issue for conservation biologists?", *Conservation Biology*, 7: 946-949.
- GORDON, D. M. et R. D. MACCULLOCH (1980). "An investigation of the ecology of the map turtle, *Graptemys geographica* (Le Sueur), in the northern part of its range", *Canadian Journal of Zoology*, 58: 2210-2219.
- HAAS, B. E. (2015). *Home Range, Habitat Use, and Movements of Native Northern Map Turtles (Graptemys geographica), and Sympatric Invasive Red-Eared Slider Turtles (Trachemys scripta elegans), in the Upper Niagara River*. 87 p.
- HAMMERSON G. A., D. SCHWEITZER, L. MASTER et J. CORDEIRO (2008). *Ranking Species Occurrences – A Generic Approach*. [En ligne] [http://help.natureserve.org/biotics/Content/Methodology/Generic_Guidelines_for_Applic_of_EO_Ranks_2008_species.htm]. (Consulté le 22 mai 2018).
- HAMMERSON G. A., D. SCHWEITZER, L. MASTER, J. CORDEIRO, A. TOMAINO, L. OLIVER et J. NICHOLS (2020). *Ranking Species Occurrences – A Generic Approach and decision key*. [En ligne] [Ranking Species Occurrences: Generic Guidelines and Decision Key (natureserve.org)]. (Consulté le 17 janvier 2023).

- HARRISON, K. (2011). *Summary report: Northern Map Turtle population studies at Royal Botanical Gardens: 2008-2010 Project Summary*. Report to Natural Lands Department, 34 p.
- HUDON, C., P. GAGNON et M. JEAN (2005). "Hydrological factors controlling the spread of common reed (*Phragmites australis*) in the St. Lawrence River (Quebec, Canada)", *Ecoscience*, 12:347-357
- KARSON, A., S. Y. ANGOH et C. M. DAVY (2019). "Depredation of gravid freshwater turtles by Raccoons (*Procyon lotor*)", *The Canadian Field-Naturalist*, 132(2), 122-125.
- LAPOINTE, N.W.R., D. K. KRAUS, E. MEYFARTH, C. LATRÉMOUILLE et H. BARNA (2015). *Guide de planification de la conservation des aires naturelles de Conservation de la nature Canada*. Conservation de la nature Canada, Toronto, Ontario, 114 p.
- LINDEMAN, P. V. (1999). "Surveys of basking map turtles *Graptemys* spp. In three river drainages and the importance of deadwood abundance", *Biological Conservation*, 88(1), 33-42.
- LINDEMAN, P. V. (2013). *The map turtle and sawback atlas: ecology, evolution, distribution, and conservation (Vol. 12)*. University of Oklahoma Press. 466 p.
- MASTER, L. L., D. FABER-LANGENDOEN, R. BITTMAN, G. A. HAMMERSON, B. HEIDEL, L. RAMSAY, K. SNOW, A. TEUCHER et A. TOMAINO (2012). *NatureServe Conservation Status Assessments: Factors for Evaluating Species and Ecosystem Risk*. NatureServe, Arlington, VA. 76 p.
- MELCCFP (en préparation a). *Classification standardisée des actions de conservation — Définitions pour le Centre de données sur la conservation (CDC) du Québec*, Gouvernement du Québec, gouvernement du Québec.
- MELCCFP (en préparation b). *Spécifications pour l'analyse des menaces affectant la biodiversité. Rapport technique pour l'analyse spatiale des occurrences du CDPNQ*, Gouvernement du Québec.
- MELCCFP (en préparation c). *Analyse des menaces et évaluation de la viabilité des occurrences de la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*) au Québec — Rapport d'analyse réalisé dans le cadre de l'approche intégrée de rétablissement (AIR)*, gouvernement du Québec, Québec, 27 p.
- MELCCFP (en préparation d). *Analyse des menaces et évaluation de la viabilité des occurrences de la tortue musquée (*Sternotherus odoratus*) au Québec. — Rapport d'analyse réalisé dans le cadre de l'approche intégrée de rétablissement (AIR)*, gouvernement du Québec, Québec, 24 p.
- MELCCFP (2023). *Spécifications d'occurrence et de viabilité d'occurrence pour la tortue géographique (*Graptemys geographica*)*, Document interne, gouvernement du Québec, Québec, 25 p.
- MFFP (2019). *Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables – Tortue géographique*. [En ligne] [<https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=72#:~:text=La%20tortue%20g%C3%A9ographique%20est%20une,et%20du%20fleuve%20Saint%2DLaurent>] (Consulté le 3 septembre 2019).
- MFFP (2021). *Classification standardisée des menaces affectant la biodiversité – Définitions pour le Centre de données sur la conservation (CDC) du Québec v1.0*, gouvernement du Québec, Québec, 26 p.

- MFFP (2022). *Approche intégrée de rétablissement pour les espèces menacées ou vulnérables — Développement d'un nouvel outil pour la planification de la conservation*, gouvernement du Québec, Québec, 21 p.
- NATURESERVE (2002). *Element occurrence data standards*. NatureServe in cooperation with the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centers. 201 p.
- PHILLIPS, J. et D. MURRAY (2005). *Raccoon (Procyon lotor) population demographics in Point Pelee National Park and implications for the management of turtle species at risk*. Unpublished report to Point Pelee National Park, Parks Canada. 49 p.
- PRUGH, L. R., C. J. STONER, C. W. EPPS, W. T. BEAN, W. J. RIPPLE, A. S. LALIBERTÉ et J. S. BRASHARES (2009). "The rise of the mesopredator", *Bioscience*, 59:779-791.
- RADOMSKI, P. et T. J. GOEMAN (2001). "Consequences of human lakeshore development on emergent and floating-leaf vegetation abundance", *North American Journal of Fisheries Management*, 21(1), 46-61.
- RODRIGUE, D. et J.-F. DESROCHES (2018). *Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes*. Éditions Michel Quintin, Montréal, Québec. 375 p.
- ROULEAU, S. et P.-A. BERNIER (2011). *Habitats, structure de la population, mouvements et menaces affectant la tortue géographique (Graptemys geographica) dans l'ouest du lac des Deux Montagnes*. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec). 73 p.
- SALAFSKY, N., D. SALZER, A. J. STATTERSFIELD, C. HILTON-TAYLOR, R. NEUGARTEN, S. H. BUTCHART et D. WILKIE (2008). "A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions", *Conservation Biology*, 22(4), 897-911.
- STEEN, D. A., M. J. ARESKO, S. G. BEILKE, B. W. COMPTON, E. P. CONDON, C. KENNETH DODD JR. et T. A. LANGEN (2006). Relative vulnerability of female turtles to road mortality. *Animal Conservation*, 9(3), 269-273.
- ULTSCH, G. R. (2006). "The ecology of overwintering among turtles: where turtles overwinter and its consequences", *Biological Reviews*, 81:339-367.
- UICN (2017). *Threat classification scheme (Version 3.2). The IUCN Red list of threatened species*. [En ligne] [<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/threats-classification-scheme>]. (Consulté le 15 mai 2018).
- WILCOX K. L., S. A. PETRIE, L. A. MAYNARD et S. W. MEYER (2003). "Historical distribution and abundance of *Phragmites australis* at Long Point, Lake Erie, Ontario", *Journal of Great Lakes Research*, 29:664-68.

9. Liste des communications personnelles

Bernier, Pierre-André : Biologiste, ECCC, SCF

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

Québec 