

Protocole standardisé pour le suivi des populations de tortues des bois au Québec

Octobre 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



Photographie de la page couverture :

Tortue des bois, © Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)

Crédit des autres photographies et figures :

Page 3, figure 1 : Morphologie de la tortue des bois, © David Rodrigue, Zoo Ecomuseum

Page 4, figure 2 : Aspect du plastron de la tortue des bois, © Joanne Marchesseault

Page 5, figure 3 : Morphologie de la tortue mouchetée, © Rhéaume Courtois, MFFP

Page 18 : figure 5 : Illustration des périodes d'échantillonnage primaires et des périodes d'échantillonnage secondaires de la méthode par CMR avec conception robuste, © Adapté de Kendall (1995)

Page 21, figure 6 : Matériel de décontamination, © Groupe de travail canadien sur la santé de l'herpétofaune

Page 25 : figure 7 : Mesure de la longueur linéaire totale de la carapace d'une tortue à l'aide d'un vernier, © Inspiré de Coquet (2013)

Page 27, figure 8 : Couleur de la carapace et forme des écailles marginales à l'arrière de la carapace, © MFFP

Page 27, figure 9 : Tortue des bois camouflée dans la végétation, © MFFP

Page 28, figure 10 : Aperçu d'une tortue des bois dans l'eau, © MFFP

Page 28, figure 11 : Aperçu d'une tortue des bois dans l'eau, © MFFP

Page 29, figure 12 : Méthode de marquage des tortues des bois, © Adaptée de Kendall (1995)

Page 31, figure 13 : Décompte des anneaux de croissance sur une écaille de tortue, © Inspiré de Bruno (2017)

Page 32, figure 14 : Prélèvement d'une écaille sur la patte avant d'une tortue des bois, © Nathalie Tessier, MFFP

Page 33, figure 15 : Morceaux d'écailles prélevés sur une tortue des bois, © Nathalie Tessier, MFFP

La version à jour de ce document est accessible à l'adresse suivante :

mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/PT_standardise_suivi_populations_tortue-des-bois.pdf

Équipe de réalisation

Rédaction

Pierre-André Bernier, biologiste	Environnement et Changement climatique Canada, Service canadien de la faune, région du Québec
Marc Mazerolle, biologiste, Ph. D.	Université Laval, Département des sciences du bois et de la forêt
Patrick Charbonneau, biologiste, M. Sc.	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides (SCBMH)

Révision

Laurie Bisson Gauthier, biologiste	MFFP, SCBMH
Julie Boisvert, biologiste	Équipe de rétablissement des tortues du Québec
Kimberley Desgagné, biologiste	MFFP, Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune (DEFTHA)
Yohann Dubois, biologiste, M. Sc. chef d'équipe, Division du rétablissement	MFFP, SCBMH
Christine Dumouchel, biologiste, M. Env.	MFFP, SCBMH
Anne-Marie Gosselin, biologiste chef d'équipe, Division de la biodiversité	MFFP, SCBMH

Remerciements

Nous remercions les techniciens de la faune et les biologistes des directions régionales de la gestion de la faune (DGFa) et de la Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et les membres de l'Équipe de rétablissement des tortues du Québec, qui ont lu et commenté ce document.

Référence à citer

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2021). *Protocole standardisé pour le suivi des populations de tortues des bois au Québec*, gouvernement du Québec, Québec, 44 p. + annexes.

Registre du document et des mises à jour

Date	Version	Nature du document/des modifications	Chargé(e) de projet
Avril 2009	01	Première version officielle (Bernier et Mazerolle, 2009)	Yohann Dubois
Octobre 2021	02	Effort, viabilité, menaces, procédure abrégée, formulaires, prélèvement de tissus	Patrick Charbonneau

Avant-propos

Ce document a été rédigé dans le but d'accompagner les biologistes et les techniciens de la faune des directions régionales de la gestion de la faune (DGFa) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), les consultants et les acteurs du milieu dans la réalisation du programme de suivi des populations de tortues des bois (document interne). Il s'inspire du protocole précédent (Bernier et Mazerolle, 2009) et le bonifie afin d'atteindre les objectifs du MFFP et de répondre à ses besoins en matière de conservation et de mise en valeur de la faune.

Les personnes qui réaliseront des inventaires dans le cadre du programme de suivi des populations de tortues des bois ou d'un suivi d'une population dans le cadre d'une évaluation environnementale doivent s'assurer d'utiliser une version à jour du présent document, accessible à l'adresse suivante :

https://mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/PT_standardise_suivi_populations_tortue-des-bois.pdf

Pour tout inventaire réalisé en dehors du cadre du programme de suivi des populations (MFFP, 2021a), le lecteur est invité à se référer au *Protocole standardisé d'inventaire de la tortue des bois au Québec* (MFFP, 2021b).

Si, pour la réalisation d'un suivi dans le cadre d'un projet donné, des modifications doivent être apportées au protocole, comme la distance à parcourir, le plan d'échantillonnage doit préalablement être approuvé par la direction régionale de la gestion de la faune concernée.

Table des matières

Introduction.....	1
Permis	1
Objectifs.....	2
Notions d'écologie.....	3
Morphologie	3
Aire de répartition.....	6
Alimentation	6
Croissance, maturité sexuelle et longévité	8
Reproduction	8
Cycles saisonniers	9
Domaine vital	10
Habitat	11
Viabilité des occurrences	12
Menaces pesant sur l'espèce.....	13
Limites et mises en garde	16
Méthode retenue.....	16
Population fermée	16
Robustesse de la conception expérimentale	17
Unité d'échantillonnage	18
Biais d'observation.....	18
Propagation des maladies et des espèces exotiques envahissantes	19
Manipulation.....	19
Élimination des organismes à la suite d'une exposition à une maladie ou à une EEE	19
Désinfection du matériel après une exposition à une maladie ou à une EEE	19
Matériel requis	21
Véhicules et embarcations	21
Méthodologie	22
Matériel.....	22
Période d'échantillonnage.....	23
Conditions d'inventaire optimales	23
Effort	24
Aire d'étude.....	24
Discrimination entre les adultes et les juvéniles	25
Capture.....	26
Points importants à retenir	26
Sur terre	27
Dans l'eau	28
Marquage	29
Prise de données.....	30
Menaces à considérer.....	31
Identification des spécimens	31
Prélèvement de tissus pour analyse génétique	32
Traitement des données.....	34
Analyse des données.....	34
Environnement de travail et modèle préconisé pour l'analyse	34
Conditions d'application du modèle de Huggins	34
Autres analyses	35
Transfert des données	36

Permis SEG	36
Formulaire papier.....	36
Formulaire électronique	36
Espèces exotiques envahissantes	36
Références	37
Annexe A Procédure abrégée	45
Annexe B Comparaison entre deux méthodes principales de suivi de populations de tortues des bois.....	52
Annexe C Liste des codes de rivières pour l’inventaire de la tortue des bois	54
Annexe D Formulaire de prise de données — Tortue des bois — Effort	57
Annexe E Formulaire de prise de données — Tortue des bois — Capture-marquage-recapture (CMR).....	59

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des œufs des espèces de tortues du Québec.....	5
Tableau 2. Menaces pesant sur la tortue des bois au Québec	14
Tableau 3. Résumé des différentes méthodes de décontamination proposées dans le <i>Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l’introduction et la propagation d’espèces aquatiques envahissantes</i>.....	20

Liste des figures

Figure 1. Morphologie de la tortue des bois.....	3
Figure 2. Aspect du plastron de la tortue des bois.....	4
Figure 3. Morphologie de la tortue mouchetée	5
Figure 4. Aire de répartition de la tortue des bois au Québec	7
Figure 5. Illustration des périodes d’échantillonnage primaires et des périodes secondaires d’échantillonnage de la méthode par CMR avec conception robuste	18
Figure 6. Matériel de décontamination	21
Figure 7. Mesure de la longueur linéaire totale de la carapace d’une tortue à l’aide d’un vernier	25
Figure 8. Couleur et forme des écailles marginales à l’arrière de la carapace	27
Figure 9. Tortue des bois camouflée dans la végétation.....	27
Figure 10. Aperçu d’une tortue des bois dans l’eau	28
Figure 11. Aperçu d’une tortue des bois dans l’eau	28
Figure 12. Méthode de marquage des tortues des bois	29
Figure 13. Décompte des anneaux de croissance sur une écaille de tortue.....	31
Figure 14. Prélèvement d’une écaille sur la patte avant d’une tortue des bois	32
Figure 15. Morceaux d’écailles prélevés sur une tortue des bois	33

Introduction

Ce document présente un protocole destiné à effectuer le suivi à long terme des populations de tortues des bois (*Glyptemys insculpta*).

La sous-section « Objectifs » résume le contexte et la nature du programme de suivi. Les sections subséquentes du protocole fournissent l'information requise afin de réaliser l'échantillonnage requis dans le cadre du programme de suivi des populations de tortues des bois.

Permis

La réalisation d'inventaires suivant ce protocole requiert l'obtention, au préalable, d'un permis délivré aux fins scientifiques, éducatives ou de gestion de la faune (SEG) en vertu de l'article 47 de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (LCMVF) (RLRQ, c. C-61.1). La demande de permis SEG doit être adressée au bureau régional de la direction de la gestion de la faune (DGFa) concerné du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP, ci-après nommé le Ministère) si un projet touche deux régions administratives ou moins (Gouvernement du Québec, 2021a; 2021b). La DGFa analysera la demande et en déterminera l'acceptabilité.

Il est à noter que les permis SEG délivrés aux fins de gestion de la faune, en vertu de l'article 47 de la LCMVF, sont tarifés. Les permis délivrés à des fins scientifiques ou éducatives sont exclus de la nouvelle tarification.

Le permis SEG permet à son titulaire de déroger à certaines dispositions de la *Loi*, du moment qu'il se conforme aux conditions s'y rattachant. Tout manquement à l'une des conditions d'un permis SEG peut entraîner pour le titulaire des poursuites judiciaires et une amende.

Un projet qui implique la manipulation d'animaux à des fins scientifiques nécessite un certificat de bons soins aux animaux (CBSA) délivré par un comité affilié au Conseil canadien de protection des animaux (CCPA). Si la publication d'un article scientifique résulte de l'étude, un CBSA est requis (se renseigner auprès de la revue visée par la publication). Dans le cadre du présent protocole, un inventaire dans un contexte de gestion de la faune nécessite un permis SEG, mais pas de CBSA. Dans le cas où un consultant demanderait un permis scientifique au Ministère, si les Normes de bons soins aux animaux sauvages sont appliquées, un CBSA n'est pas requis (veuillez consulter la DGFa concernée par vos inventaires pour obtenir la dernière version des *Procédures normalisées de fonctionnement [PNF] — Normes de bons soins aux animaux sauvages : tortues d'eau douce*). Le consultant doit cependant s'engager à suivre ces normes. Il en va de même pour le prélèvement de tissus et d'écailles : aucun CBSA n'est requis, mais les normes doivent être respectées.

Le Ministère peut assortir un permis SEG de toute condition concernant la manière dont les données à des fins scientifiques, éducatives ou de gestion et autres doivent être communiquées. Ainsi, le titulaire d'un permis SEG est obligé de rendre accessibles au Ministère les données brutes recueillies (coordonnées géographiques des stations, des captures et des observations, description du matériel et de la méthode de capture utilisés, nombre de spécimens par station, par date, par engin et par espèce, y compris les captures accidentelles) dans un fichier gabarit (de type Excel) fourni par le Ministère. Ces données pourront ensuite être colligées dans la banque source par le Ministère (Banque d'observations

sur les reptiles et amphibiens du Québec [BORAQ]) et intégrées à celles du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) afin qu'elles puissent être utilisées pour améliorer les connaissances et la conservation de la tortue des bois.

Objectifs

La tortue des bois possède une aire de répartition très étendue au Québec comparativement aux autres espèces de tortues en situation précaire (Équipe de rétablissement des tortues du Québec, 2019, 2020a; 2020b; 2020c; 2021). De plus, le maintien des populations connues fait face à des menaces diverses, variables selon les populations. Certaines de ces menaces avaient été définies et pondérées une première fois pour les populations (Gagné, 2008). Cet exercice a été refait en 2019 pour toutes les occurrences de l'espèce répertoriées par le CDPNQ. Toutefois, l'état actuel de l'effectif des populations et des tendances populationnelles demeurent inconnus pour la plupart des populations.

Ainsi, les objectifs poursuivis concernant les populations de tortues des bois du Québec sont des objectifs de gestion. Le suivi des populations constitue un objectif prioritaire du *Plan de rétablissement de la tortue des bois (Glyptemys insculpta) au Québec — 2020-2030* (Équipe de rétablissement des tortues du Québec, 2019) qui permettra une évaluation quantitative de l'état des populations de tortues des bois et des répercussions des activités de protection ou des menaces. Voici les deux objectifs préconisés par ce suivi :

- mesurer ponctuellement l'abondance des populations de tortues des bois;
- analyser les tendances populationnelles dans le temps.

L'effet de différents paramètres (prédation accrue, développement immobilier riverain, agriculture, protection des nids, etc.) sur les tendances populationnelles pourra également être estimé en comparant les tendances de différentes populations dans lesquelles ces paramètres se manifestent.

Le présent protocole porte sur le suivi par capture-marquage-recapture (CMR).

Durant les inventaires, une attention particulière devra être portée afin d'en évaluer l'effort, de noter les résultats d'absences autant que ceux des présences de tortue des bois et d'établir le type de menaces pouvant nuire à l'occupation du territoire par l'espèce.

Notions d'écologie

Morphologie

La tortue des bois est une espèce singulière par ses traits physiques (Ernst et Lovich, 2009). La carapace brunâtre arbore une apparence sculptée et pyramidale en raison des anneaux de croissance concentriques de chaque écaille (figure 1). Ces anneaux sont produits annuellement et sont facilement distinguables jusqu'à l'âge de 15 à 25 ans (Ewing, 1939; Harding et Bloomer, 1979; Harding, 1985; Galbraith et Brooks, 1987; Saumure, 1997). La carapace est ornée d'un motif de rayures noires et orangées ou jaunes. Elle se distingue aussi par une petite carène le long des écailles vertébrales ainsi que par des écailles marginales fortement dentelées. Les écailles du plastron, de même que le dessous des écailles marginales, sont jaunes et ornées de taches noires sur les coins postérieurs externes (figure 2). La mâchoire supérieure comporte une encoche centrale et la tête ainsi que le dessus des membres sont noirs. Le reste des parties charnues sont de différentes nuances d'orangé, tirant parfois sur le jaune ou le rouge. Cette coloration orangée est le critère d'identification le plus distinctif. Cette espèce se distingue également par ses pattes non palmées avec de fortes griffes, caractères associés à son mode de vie semi-terrestre (Galois et Bonin, 1999).



Figure 1. Morphologie de la tortue des bois



Figure 2. Aspect du plastron de la tortue des bois

La tortue des bois peut être confondue avec la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*; figure 3). En effet, la couleur du cou de la tortue mouchetée (jaune) de même que ses écailles de plastron ressemblent à celles de la tortue des bois. On les distingue l'une de l'autre principalement par leur coloration (orangé pour la tortue des bois, jaune pour la tortue mouchetée). La couleur du cou et des pattes est assez parlante : cou jaune et tissus dans la cavité des pattes jaunes pour la tortue mouchetée (figure 3), cou orangé et tissus de la cavité des pattes orangés pour la tortue des bois (figures 1 et 2). La tortue des bois a une carapace sculptée, plutôt grisâtre et moins bombée que la tortue mouchetée qui a une carapace lisse et foncée (Rodrigue et Desroches, 2018).

Chez le mâle adulte, le plastron est concave, alors qu'il est plat chez la femelle adulte, et le cloaque se situe plus en arrière sur la queue, dépassant la marge postérieure de la carapace (Wright, 1918; Kaufmann, 1992a). Au Québec et en Ontario, la carapace des mâles atteint en moyenne 193 à 219 mm, la taille record étant de 244 mm (Quinn et Tate, 1987; Brooks et coll. 1992; Saumure, 1992; Walde, 1998). Les carapaces des femelles mesurent 181 mm à 202 mm, la taille record étant de 237,5 mm (Brooks et coll., 1992; Daigle, 1997; Saumure, 1997). Le poids moyen varie de 1 008 à 1 280 g chez les mâles, tandis qu'il est de 882 à 1 170 g chez les femelles (Brooks et coll., 1992; Saumure, 1997). Ces tortues du nord de l'aire de répartition de l'espèce tendraient à être plus grandes que celles qui habitent les régions plus au sud (Brooks et coll., 1992; Daigle, 1997; Saumure, 1997; Walde, 1998).



Figure 3. Morphologie de la tortue mouchetée

L'œuf de la tortue des bois est blanc et elliptique (Pope, 1939). Grâce à la structure poreuse de la couche calcaire faite de cristaux d'aragonites, la coquille est très souple (Packard et coll., 1982; Hirsch, 1983; Saumure et Bonin, 1998). Il est possible, pour un œil avisé, de différencier par la taille, la forme et la constitution, l'œuf de la tortue des bois de ceux des autres espèces indigènes du Québec, à l'exception de ceux de la tortue géographique (Saumure et Bonin, 1998; tableau 1). La queue des jeunes tortues des bois est presque ou aussi longue que leur carapace, comme chez les jeunes tortues serpentes.

Tableau 1. Caractéristiques des œufs des espèces de tortues du Québec

Espèce	Nombre d'œufs	Forme	Couleur	Texture de la coquille	Dimensions
Tortue des bois	3 à 20 en général 6 à 11	Elliptique	Blanc	Souple	Long. : 2,7 à 4,9 cm Larg. : 1,9 à 2,6 cm
Tortue serpentine	6 à 104 en général 20 à 40	Sphérique	Blanc	Souple	2,3 à 3,3 cm
Tortue musquée	1 à 9 en général 2 à 5	Elliptique	Blanc	Souple	Long. : 2,2 à 3,1 cm Larg. : 1,3 à 1,7 cm
Tortue peinte	2 à 11	Elliptique	Crème ou blanc	Lisse et souple	Long. : 2,7 à 3,5 cm Larg. : 1,6 à 2,2 cm
Tortue géographique	10 à 16	Elliptique	Blanc	Souple	Long. : 3,2 à 3,5 cm Larg. : 2,1 à 2,2 cm
Tortue mouchetée	3 à 17	Elliptique	Blanc	Lisse en partie et souple	Long. : 2,8 à 4,1 cm Larg. : 1,7 à 2,6 cm
Tortue-molle à épines	4 à 32 en général 10 à 15	Sphérique	Blanc	Calcifiée et cassante	2 à 3,2 cm

Source : Rodrigue et Desroches (2018).

Aire de répartition

Au Québec, l'aire de répartition connue, définie par les points d'observation de la tortue des bois, couvre plus de 150 000 km², soit environ 10 % de l'aire totale de l'espèce (figure 4). Elle se confine principalement aux zones de forêts décidues et mixtes (Bider et Matte, 1994). Les mentions proviennent principalement du Bouclier canadien et des Appalaches avec quelques observations plus rares dans les basses-terres du Saint-Laurent.

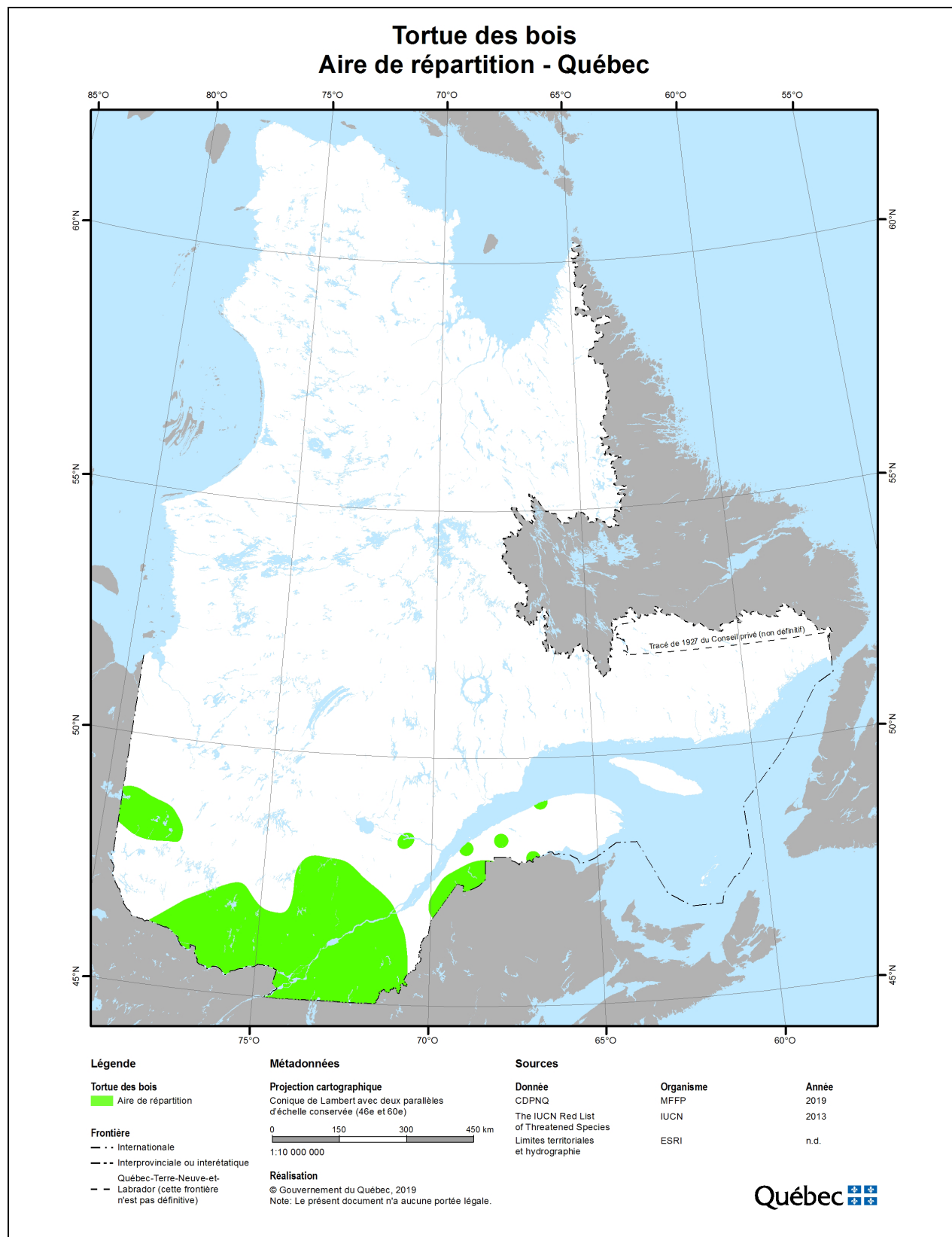
Sa répartition est irrégulière et est associée aux rivières sinueuses dont le fond est sablonneux et pierreux. Des inventaires ponctuels récents ont permis de constater la présence de populations de tortues des bois dans une trentaine de bassins versants au Québec, dont la majorité en Outaouais, en Mauricie, au Centre-du-Québec, en Montérégie, en Estrie, dans Lanaudière, dans les Laurentides, en Chaudière-Appalaches et au Bas-Saint-Laurent. Il existe également plusieurs autres mentions isolées dans ces régions et quelques observations au Saguenay–Lac-Saint-Jean, en Abitibi-Témiscamingue et en Gaspésie (Équipe de rétablissement des tortues du Québec, 2019; CDPNQ, données de 2019).

Trois unités génétiquement distinctes sont reconnues au Québec : les deux populations de la rive nord et un groupe homogène comprenant toutes les populations de la rive sud (Tessier et coll., 2005). Les différents bassins versants pourraient également exercer une influence sur la structure génétique de ces populations (Bouchard et coll., 2018).

Alimentation

La tortue des bois est omnivore, les jeunes après l'éclosion et les juvéniles sont plus carnivores (Harding, 1991). Dans le milieu terrestre, elle se nourrit de baies (*Fragaria* sp., *Rubus* sp., *Vaccinium* sp.), de feuilles tendres d'arbustes, tels les saules (*Salix* sp.) et les aulnes (*Alnus* sp.), de fleurs (*Viola* sp.), de crosses de fougères, de champignons et d'invertébrés comme des vers de terre (*Lumbricus* sp.), de limaces et d'insectes (Brooks, 1990 dans Galois et Bonin, 1999; Litzgus et Brooks, 1996). En milieu aquatique, elle se nourrit de poissons (morts), de gastéropodes, de têtards, de larves d'insectes et d'algues. Elle peut aussi, à l'occasion, manger des souriceaux, des œufs et des oisillons d'espèces nichant au sol et des œufs d'autres tortues (Froom, 1975; Ernst et Lovich, 2009).

Fait intéressant, l'espèce adopte un comportement adapté à la capture des vers de terre. La tortue frappe le sol avec son plastron ou ses pattes antérieures, ce qui simulerait la pluie touchant le sol et provoquerait la montée des vers à la surface (Harding et Bloomer, 1979; Kaufmann, 1986 et 1989; Kaufmann et coll., 1989; Litzgus et Brooks, 1996).



Source : MFFP (2018b).

Figure 4. Aire de répartition de la tortue des bois au Québec

Croissance, maturité sexuelle et longévité

Le taux de croissance de la tortue des bois suit généralement la tendance normale des tortues, à savoir une croissance rapide des juvéniles, un ralentissement à la maturité et presque l'arrêt à l'âge avancé (Harding et Bloomer, 1979). Les mâles et les femelles ont une croissance à peu près identique jusqu'à une longueur de carapace d'environ 160 mm, les mâles présentant par la suite une croissance plus rapide (Lovich et coll., 1990).

Chez les tortues, l'âge et la taille à la maturité sexuelle varient entre les individus d'une même population et entre les populations (Harding et Bloomer, 1979; Galbraith et coll., 1989; Lovich et coll., 1990; Brooks et coll., 1992). Dans le cas de la variation entre les populations, elle pourrait être due à l'habitat ou à la latitude (Saumure, 1997). L'atteinte de la maturité sexuelle est cependant liée à la taille plutôt qu'à l'âge (Saumure, 1997). En général, les tortues des bois atteignent la maturité sexuelle (comportement de cour) lorsqu'elles sont âgées de 14 à 18 ans, soit pour les femelles à une longueur de carapace de 158 mm à 185 mm et pour les mâles, de 192 mm à 200 mm (Ernst et Lovich, 2009). Les tortues des populations établies au nord tendraient à être plus grandes et plus âgées à maturité que celles des populations du sud (Brooks et coll., 1992). L'hypothèse a été émise que ce délai notable sur le plan de la maturité serait associé à une saison de croissance plus courte dans le nord, à l'avantage sélectif des grandes tailles réduisant le risque de prédation et de mort hivernale, ou offrant une plus grande fertilité ou la capacité de produire de plus gros œufs (Brooks et coll., 1992).

Dans l'Outaouais, des mâles affichaient des caractères sexuels (concavité du plastron) dès l'âge de 10 et 11 ans et les plus jeunes femelles trouvées à la ponte étaient âgées de 15 ans (Saumure, 1997). Dans une population en Mauricie, le plus petit mâle observé dans des activités de cour et de copulation avait une carapace de 205 mm et était âgé de 15 ans. La plus petite femelle gravide et ayant pondu avait une carapace de 181 mm de long et était âgée d'au moins 20 ans. La plus jeune femelle gravide avait 14 ans et une carapace de 203 mm de long (Walde et Bider, 1998).

La longévité des tortues des bois est mal connue, car il n'y a aucun moyen fiable d'en déterminer l'âge, surtout après l'atteinte de la maturité sexuelle. Cependant, cette espèce de tortue peut vivre plus de 30 ans en milieu naturel (Ross et coll., 1991) et jusqu'à 58 ans en captivité (Oliver, 1955). En se basant sur la longévité d'espèces de même taille (tortue mouchetée, 70 à 90 ans, Congdon et coll., 1993) et sur des espèces apparentées (tortue ponctuée, âge maximum estimé à 70 ans; Litzgus et Brooks, 1996), il semble raisonnable de penser que la tortue des bois puisse vivre plus de 50 ans dans la nature (Galois et Bonin, 1999; Rodrigue et Desroches, 2018).

Reproduction

L'accouplement peut avoir lieu en tout temps durant la saison active, soit d'avril à novembre, avec cependant deux pics, l'un au printemps (avril à juin) et l'autre en automne (septembre à novembre), lorsque les tortues sont dans l'eau (Harding et Bloomer, 1979; Farrell et Graham, 1991; Harding, 1991; Rodrigue et Desroches, 2018).

La saison de ponte s'étend de mai au début juillet selon la localisation géographique (Ernst et McBreen, 1991; Saumure, 1997; Bider et Walde, 1997). Au Québec, la ponte a lieu de la fin mai à la fin juin avec un pic pouvant varier d'une année à l'autre selon les conditions météorologiques (Saumure, 1997; Bider

et Walde, 1997; Walde et Bider, 1998). La ponte a généralement lieu en début et en fin de journée (Ernst et coll., 1994; Walde et Bider, 1998). Sur un site de ponte en Mauricie, 52 % des nids étaient creusés de 18 h à 21 h, et 30 % de 5 h à 9 h (Walde et Bider, 1998).

Les femelles pondent une fois par année (Farrell et Graham, 1991; Harding, 1991; Brooks et coll., 1992; Walde et Bider, 1998), mais certaines femelles ne pondent pas tous les ans (Ross et coll., 1991; Bider et Walde, 1997). Le nombre d'œufs par nid varie de 3 à 20 (Bider et Walde, 1997; Walde et Bider, 1998; Ernst et Lovich, 2009).

La période d'incubation varie en fonction de la température. En Mauricie, la période moyenne d'incubation sur un même site variait de 60 à 100 jours (Bider et Walde, 1997; Walde et Bider, 1998; Walde, 1998). Il est à noter que, dans ce même site, les données indiquent que le développement des œufs est compromis lorsque la ponte est tardive. Ainsi, le taux d'éclosion pourrait varier de 75 % à 38 % selon la date de la ponte (Bider et Walde, 1997; Walde et Bider, 1998; Walde, 1998). La détermination du sexe serait génétique et non pas liée à la température d'incubation comme c'est le cas chez d'autres tortues (Bull et coll., 1985; Ewert et Nelson, 1991). Les données recueillies à ce jour indiquent que les jeunes tortues de l'année ne passent pas l'hiver dans le nid (Harding et Bloomer, 1979; Harding, 1991; Walde, 1998; Ernst et Lovich, 2009).

En 2006 et 2007, sur la rivière Shawinigan, des analyses génétiques effectuées sur des couvées ont révélé que le succès reproducteur était positivement corrélé au nombre de partenaires et au nombre de nids (Bouchard et coll., 2018). La fréquence des paternités multiples était de 37 % pour les 38 couvées analysées. Une corrélation positive a également été observée entre la diversité génétique des couvées et le nombre de mâles reproducteurs. Toutefois, des paternités répétées ont été observées chez 88 % des couvées d'une même femelle, ce qui suppose qu'elle peut conserver du sperme pour utilisation différée, ou qu'elle s'est accouplée avec le même partenaire au cours d'années successives (Bouchard et coll., 2018).

Cycles saisonniers

La tortue des bois utilise son habitat en fonction des différents besoins de son cycle vital qui se détaille en cinq grandes périodes :

1. Tôt au printemps (mi-avril à mai), les tortues sortent de leur site d'hibernation. Elles vont d'abord sur les berges pour s'exposer au soleil afin de permettre à leur métabolisme de s'activer. C'est à ce moment qu'elles sont le plus faciles à observer. C'est pour cette raison que l'inventaire doit se réaliser au cours de cette période;
2. À la fin du printemps, les femelles se déplaceront vers les sites de ponte (période de ponte qui s'étale généralement de la fin mai à la fin juin) (Walde, 1998; Arvisais et coll., 2002);
3. Au cours de l'été, bien que l'espèce utilise régulièrement le milieu aquatique pour, entre autres, régulariser leur température corporelle, les tortues passent beaucoup de temps en milieu terrestre afin d'y trouver leur nourriture. Toutefois, les mâles ont tendance à rester à proximité de l'eau, tandis que les femelles sont observées plus loin en milieu terrestre (Foscarini, 1994; Tingley et Herman, 2008). Au cours de cette période, les déplacements varient et s'effectuent dans des habitats diversifiés;

4. À l'automne, à partir du mois de septembre, les tortues retournent au cours d'eau qui leur sert de site d'hibernation. C'est durant cette période (fin août à fin septembre) que les jeunes éclosent et se dirigent vers la rivière pour y trouver un endroit où passer l'hiver;
5. Les tortues passent l'hiver sous l'eau, dans des milieux bien oxygénés, et peuvent parfois se regrouper aux sites d'hibernation (Bloomer, 1978; Harding et Bloomer, 1979; Graham et Forsberg, 1991; Ultsch, 2006; Ernst et Lovich, 2009). Les tortues demeurent généralement inactives durant l'hiver à notre latitude (Graham et Forsberg, 1991; Bider et Walde, 1997; Walde et Bider, 1998; Walde, 1998).

La tortue des bois est principalement diurne, mais les activités de copulation et de ponte peuvent s'étendre jusqu'à la nuit (Harding et Bloomer, 1979; Bider et Walde, 1997; Walde et Bider, 1998; Ernst et Lovich, 2009). Durant la nuit, les tortues des bois se reposent dans des abris aménagés dans les ruisseaux ou sur la terre, dans des dépressions, dans l'herbe, sous les feuilles et des débris de coupe (Harding et Bloomer, 1979; Ernst, 1986; Farrell et Graham, 1991; Kaufmann, 1992b).

Étant un animal ectotherme, son activité dépend de la température du milieu. Les tortues des bois peuvent être actives à des températures aussi basses que 3 °C pour l'air et 6 °C pour l'eau, mais elles ne s'alimentent qu'à des températures corporelles supérieures à 15 °C (Ernst, 1986). Dans une étude menée au New Jersey, la température cloacale des tortues actives variait de 3,4 à 31,0 °C (moyenne de 16,2 °C) tandis que, pendant l'inactivité, la température cloacale variait de 0 à 28,1 °C (moyenne de 9,5 °C) (Farrell et Graham, 1991). La température cible recherchée par les tortues est autour de 30 °C, ce qui leur permet d'augmenter leur métabolisme et d'optimiser les processus physiologiques tels que la digestion, la croissance et le développement des œufs (Dubois et coll., 2008). Les tortues tenteront ainsi de régulariser leur température corporelle en s'exposant au soleil et en sélectionnant des habitats thermiquement favorables (Dubois et coll., 2009). Les tortues des bois peuvent demeurer inactives pendant les périodes les plus chaudes de l'été en s'enfonçant dans le sol ou dans des mares de boue, ou bien en retournant dans l'eau (Harding et Bloomer, 1979; Litzgus et Brooks, 1996). Ce comportement n'est pas observé au printemps, période où se font les inventaires.

Domaine vital

Le domaine vital se définit comme l'aire dans laquelle un animal se déplace afin de réaliser ses activités journalières (Jewell, 1966). Les tortues des bois demeurent généralement dans des domaines vitaux réduits, quoique ceux-ci varient entre les populations et les individus, et ce, indépendamment du sexe de l'animal (Strang, 1983; Ernst, 1986; Ross et coll., 1991; Ernst et Lovich, 2009). La dimension d'un domaine vital peut ainsi varier de moins de 1 ha à plus de 100 ha, voire 200 ha (Brooks, 1990 dans Galois et Bonin, 1999; Brooks et Brown, 1991 dans Galois et Bonin, 1999; Quinn et Tate, 1991).

Les déplacements journaliers des tortues des bois dépassent souvent une centaine de mètres (Strang, 1983; Ross et coll., 1991) et s'effectuent la plupart du temps à une distance inférieure à 200 m d'un cours d'eau (Arvais et coll., 2002; Équipe de rétablissement des tortues du Québec, 2019; Trochu, 2004). Il est donc considéré qu'une zone de 200 m de part et d'autre du cours d'eau englobera la majeure partie de son domaine vital. Cependant, beaucoup de tortues des bois s'aventurent plus loin, jusqu'à 500 ou 600 m (Kaufmann, 1992; Foscariini et Brooks, 1997; Compton, 1999). Certains individus peuvent parcourir de plus longues distances. Arvais et coll. (2001) et Trochu (2004) rapportent que la distance

parcourue dans le cours d'eau par les individus suivis par télémétrie dans leurs études respectives était de 1 à 3 km pour atteindre leur site de ponte. Cette migration ne se fait pas linéairement, elle s'effectue principalement le long des voies d'eau (Walde, 1998; Arvisais et coll., 2002). Ces distances pourraient cependant dépendre de la densité des tortues dans l'habitat et du paysage où coule la rivière. Des tortues ont été retrouvées à plus de 2 km de leur point de capture (Litzgus et Brooks, 1996; Daigle, 1997; Masse, 1996). Brooks et Brown (1991 dans Galois et Bonin, 1999) rapportent qu'un mâle a parcouru plus de 30 km en deux ans. En Mauricie, les déplacements de plus de 2 km en une semaine ont été observés en 1997 et de 6 km en 13 jours en 1998. Des déplacements hivernaux allant jusqu'à 10 m ont également été observés en Mauricie (Galois et Bonin, 1999). Des tortues des bois peuvent également parcourir de grandes distances (1,4 à 16,8 km) vers l'aval des rivières en se faisant emporter par les crues printanières ou automnales (Jones et Sievert, 2009). Les tortues semblent fidèles à un domaine vital au fil des années (Brooks et Brown, 1991 dans Galois et Bonin, 1991; Quinn et Tate, 1987). Au Michigan, une femelle a été capturée trois fois sur ou près d'un même site d'exposition au soleil au cours de six années (Harding et Bloomer, 1979). Les tortues déplacées retournent aussi à leur site d'origine, surtout si elles n'ont pas été déplacées sur plus de 2 km (Carroll et Ehrenfeld, 1978; Harding and Bloomer, 1979).

Des habitats lenticques tels des étangs à castor et des petits lacs peuvent être utilisés par l'espèce (Arvisais et coll., 2004). Toutefois, les grands plans d'eau sont exclus, car aucune des populations recensées ne semble être associée à ces milieux (Giguère et coll., 2011).

Au cours des années, les inventaires sur le terrain effectués par le Ministère ont permis d'observer que des tortues étaient trouvées dans des ruisseaux intermittents (Simon Pelletier, technicien de la faune, MFFP; Yohann Dubois, biologiste, MFFP; P. Dombrowski, biologiste, MFFP; communications personnelles).

Toutes ces données indiquent une grande variabilité individuelle dans la superficie des domaines vitaux pour des habitats apparemment identiques, avec cependant une persistance dans la taille et l'emplacement de ces domaines au cours des années.

Habitat

L'habitat propice comprend un cours d'eau avec un substrat de sable ou de gravier, un débit lent ou moyen, ainsi que beaucoup de méandres (Ernst et Lovich, 2009). L'habitat terrestre est généralement composé de forêts, d'arbustales et de milieux ouverts dans des proportions variables. Diverses études démontrent que les tortues des bois choisissent les habitats et ne les fréquentent pas au hasard (Brewster et Brewster, 1991; Kaufmann, 1992b; Ernst et Lovich, 2009). Elles utilisent différents types de milieux selon la période de l'année. Généralement, la tortue des bois est considérée comme une des espèces les plus terrestres de la famille des Emydidae. Dubois et coll. (2009) ont évalué que 30 % des localisations se trouvaient en rivière, alors que la majorité (70 %) se trouvait en milieu terrestre. Sur terre, cette tortue utilise les milieux forestiers, mais préfère les aires riveraines avec une couverture arborescente ouverte (Ernst et Lovich, 2009). Dubois et coll. (2009) ont également établi la préférence de l'espèce pour les milieux ouverts contrairement aux milieux fermés. Diverses études menées dans l'aire de répartition montrent une grande variabilité dans les habitats utilisés (Harding et Bloomer, 1979; Farrell et Graham, 1991; Quinn et Tate, 1991; Ross et coll., 1991; Kaufmann, 1992b; Masse, 1996; Saumure, 1997; Arvisais et coll., 2004). En plus des ruisseaux et des rivières, elle peut utiliser d'autres

habitats comme les lacs, les marais, les tourbières, les prairies humides, les étangs à castor, les zones de coupe forestière, les pâturages, les champs cultivés et les habitats adjacents (Harding et Bloomer, 1979; Farrell et Graham, 1991; Quinn et Tate, 1987; Ross et coll., 1991; Masse, 1996; Daigle, 1997; Saumure, 1997; Arvisais et coll., 2004).

L'habitat de ponte est constitué de berges érodées sans végétation avec un substrat de sable et de gravier (Harding et Bloomer, 1979). Elle utilise également les gravières (Masse, 1996; Bider et Walde, 1997) et les chemins forestiers (Galois et Bonin, 1999). Les sites d'exposition au soleil comprennent les rives herbeuses, sablonneuses ou nues, les boisés ouverts et les champs avec une végétation courte, les racines émergées des aulnes et quelquefois les troncs émergeant dans les ruisseaux (Litzgus et Brooks, 1996; Ernst et Lovich, 2009).

Les tortues hibernent dans l'eau, à des profondeurs variant de 0,3 m à 1,8 m (Bishop et Schoonmacher, 1921; Bloomer, 1978; Gilhen, 1984; Graham et Forsberg, 1991). En Mauricie, la profondeur moyenne des sites d'hibernation est de 1 m (Galois et Bonin, 1999). Elles peuvent hiberner au fond des cours d'eau, au pied des barrages de castor, dans les terriers de rat musqué, sous les souches immergées et dans des fossés (Bishop et Schoonmacher, 1921; Bloomer, 1978; Harding et Bloomer, 1979; Gilhen, 1984; Ernst, 1986; Brooks et Brown, 1991 dans Galois et Bonin, 1999; Graham et Forsberg, 1991). Les contraintes associées à l'hibernation sont d'éviter le gel et le manque prolongé d'oxygène. Contrairement aux tortues d'étangs, telles que la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*), la tortue peinte (*Chrysemys picta marginata*) et la tortue mouchetée, la tortue des bois est classée dans les espèces intolérantes à l'anoxie. C'est probablement ce qui explique sa présence le long des rivières plutôt que dans les étangs de façon à avoir suffisamment d'oxygène (Ultsch, 2006).

Viabilité des occurrences

Le CDPNQ compile l'ensemble des données sur la biodiversité, et donc l'ensemble des données concernant la tortue des bois. Les occurrences¹ y sont colligées et analysées en fonction de la viabilité. La viabilité d'une occurrence est une estimation de la probabilité de persistance de la population locale sur une échelle de 20 à 30 ans si les conditions actuelles s'y maintiennent. Elle est estimée à la suite de l'évaluation dans la clé décisionnelle de NatureServe² des facteurs qui y sont limitants pour l'espèce (Hammerson et coll., 2020). De ces facteurs limitants, certains peuvent être inférés par géomatique à l'échelle du paysage (p. ex., couverture forestière, activités agricoles), tandis que d'autres doivent être documentés sur le terrain lorsque l'information n'est pas disponible, incomplète ou incohérente (p. ex., espèces exotiques envahissantes [EEE], abondance d'abris, drainage). C'est le cas notamment de nombreuses données de microhabitat dont la survie d'une population peut dépendre, mais pour lesquelles très peu d'information est disponible. Ces données doivent donc être recueillies par les

¹ Terme en usage dans le réseau de centres de données sur la conservation associés à NatureServe. Ce mot désigne un territoire (point, ligne ou polygone cartographique) abritant ou ayant jadis abrité un élément de la biodiversité. Une occurrence a une valeur de conservation (cote de qualité) pour l'élément de la biodiversité. Lorsqu'on parle d'une espèce, l'occurrence correspond généralement à l'habitat occupé par une population locale de l'espèce en question. Ce qui constitue une occurrence et les critères retenus pour attribuer la cote de qualité qui lui est associée varient selon l'élément de la biodiversité considéré. L'occurrence peut correspondre à une plage cartographique unique (ou point d'observation) ou à un regroupement de plusieurs plages rapprochées (CDPNQ, 2005).

² NatureServe est un organisme non gouvernemental environnemental spécialisé dans la conservation de la nature. Cette organisation fait partie du Réseau de programmes et de centres d'information sur la conservation créée par The Nature Conservancy. Des centres existent aux États-Unis, au Canada, en Amérique du Sud et dans les Caraïbes. Le CDPNQ est un membre actif de NatureServe.

équipes de terrain de façon à pouvoir améliorer le suivi des populations et à documenter, dans les occurrences, les paramètres qui sont importants pour la survie de l'espèce.

La répartition de la tortue des bois serait limitée par trois facteurs naturels (Bleakney, 1958; Parmalee et Klippel, 1981; Bobyn et Brooks, 1994; McKenney et coll., 1998) :

- la température (nombre d'unités thermiques durant la saison de croissance et durée du couvert de glace);
- les précipitations;
- l'accès à des habitats propices.

Menaces pesant sur l'espèce

L'analyse des menaces du Ministère se base sur la *Classification standardisée des menaces affectant la biodiversité* (MFFP, 2021c) pour lesquelles des indicateurs concrets ont été identifiés afin de faciliter leur documentation sur le terrain. Comme pour l'analyse de la viabilité, de nombreux outils géomatiques permettent une analyse à l'échelle du territoire mais plusieurs menaces doivent être documentées par des observations sur le terrain.

La documentation des menaces sur le terrain vise à identifier des enjeux pour l'espèce au cours des inventaires. De ce fait, l'observation des menaces dans le cadre des inventaires réguliers ne requiert pas d'analyse extensive mais permettra d'identifier des besoins ponctuels et de dresser un portrait de l'incidence de ces menaces à travers les occurrences. .

Plusieurs menaces planent sur les populations de salamandres à quatre orteils. Par contre, ces dernières ne sont pas toutes visibles sur le terrain (p. ex., effluents agricoles). Les menaces documentées par le protocole et le formulaire de terrain ne comprennent que les menaces pour lesquelles l'information terrain est essentielle et détectable. Le tableau 2 dresse la liste des menaces appréhendées pour la tortue des bois (Équipe de rétablissement des tortues du Québec, 2019).

Dans la mesure du possible, une attention particulière doit être portée à ces menaces durant les inventaires. Elles doivent être notées, selon les indications fournies à la section « Méthodologie », sous-section « Menaces à considérer », si elles sont décelées sur le terrain.

Tableau 2. Menaces pesant sur la tortue des bois au Québec

N° de la menace	Libellé	Impact de la menace		Portée	Sévérité
1	Développement résidentiel et commercial	C	Moyenne	Restreinte (11-30 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
1,1	Zones résidentielles et urbaines (y compris la villégiature)	C	Moyenne	Restreinte (11-30 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
1,2	Zones commerciales et industrielles	D	Faible	Petite (1-10 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
1,3	Zones touristiques et récréatives		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Modérée, déclin de 11-30 %
2	Agriculture et aquaculture	C	Moyenne	Large (31-70 %)	Modérée, déclin de 11-30 %
2,1	Exploitation agricole, cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois	C	Moyenne	Large (31-70 %)	Modérée, déclin de 11-30 %
2,2	Plantations pour la production de bois et de pâte		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Légère, déclin de 1-10 %
2,3	Élevage de bétail	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère, déclin de 1-10 %
3	Production d'énergie et exploitation minière	D	Faible	Petite (1-10 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
3,1	Forage pétrolier et gazier		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable, déclin de < 1 %
3,2	Exploitation de mines et de carrières	D	Faible	Petite (1-10 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
4	Corridors de transport et de service	B	Élevé	Large (31-70 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
4,1	Routes et voies ferrées	B	Élevé	Large (31-70 %)	Sérieuse, déclin de 31-70 %
4,2	Lignes de services publics		Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable, déclin de < 1 %
5	Utilisation des ressources biologiques	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée — faible
5,1	Collecte, garde en captivité et commerce illégal	D	Faible	Restreinte — petite	Modérée — faible
5,3	Exploitation forestière et récolte du bois	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère, déclin de 1-10 %
5,4	Pêche et récolte de ressources aquatiques		Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable, déclin de < 1 %
6	Intrusions et perturbations humaines	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère, déclin de 1-10 %
6,1	Activités récréatives	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Légère, déclin de 1-10 %
7	Modifications des systèmes naturels	D	Faible	Restreinte — petite	Légère, déclin de 1-10 %
7,2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages	D	Faible	Restreinte — petite	Légère, déclin de 1-10 %
8	Espèces envahissantes et autres problématiques liées aux espèces	C	Moyenne	Large (31-70 %)	Modérée, déclin de 11-30 %
8,1	Espèces exotiques envahissantes et maladies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère, déclin de 1-10 %
8,2	Espèces indigènes et prédation	C	Moyenne	Large (31-70 %)	Modérée, déclin de 11-30 %

N° de la menace	Libellé	Impact de la menace	Portée	Sévérité
9	Pollution	Inconnu	Restreinte (11-30 %)	Inconnue
9,1	Eaux usées domestiques et urbaines	Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue
9,3	Effluents agricoles et sylvicoles	Inconnu	Restreinte (11-30 %)	Inconnue
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques extrêmes	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable, déclin de < 1 %
11,4	Tempêtes et inondations	Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable, déclin de < 1 %

Source : Équipe de rétablissement des tortues du Québec (2019). Ce profil des menaces qui pèsent sur la tortue des bois est basé sur les avis d'experts et est validé par le Groupe de mise en œuvre du rétablissement de la tortue des bois. Ce tableau est adapté du calculateur NatureServe et la numérotation des menaces ne témoigne pas d'un ordre de priorité pour l'espèce, mais affiche une arborescence analogue à celle de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) selon laquelle des catégories de menaces sont examinées et précisées lorsque possible (MFFP, 2021c).

Limites et mises en garde

Méthode retenue

Une méthode de suivi par CMR a été privilégiée par rapport à la méthode basée seulement sur l'observation des individus (voir le *Protocole standardisé d'inventaire de la tortue des bois au Québec*; MFFP, 2021). Ce choix a été motivé par plusieurs considérations (voir la comparaison entre ces deux types principaux de méthodes à l'annexe B).

Notons que l'utilisation de méthodes basées sur l'observation des individus aurait requis l'échantillonnage d'au moins 25 sites pour modéliser l'abondance de tortues des bois à ces sites. Or, cela constituerait un effort d'échantillonnage et engendrerait des déplacements considérables. De plus, ce protocole a été choisi pour étudier en détail quelques populations (subissant chacune certains degrés d'interventions humaines néfastes ou bénéfiques), plutôt que d'avoir un aperçu général de toutes les populations. Un *Programmes de suivi de la tortue des bois au Québec* (MFFP, 2021a) a été développé pour décrire le profil global de la situation de l'espèce sur le territoire.

Les techniques de CMR ont également l'avantage de permettre de mesurer d'autres paramètres en plus de l'abondance (taux de survie, taux de recrutement, structure de la population, etc.). En outre, cette technique a été expérimentée avec succès et requiert relativement peu de matériel et de ressources humaines. Toutefois, pour l'estimation des taux de survie et de recrutement, des données doivent être accessibles sur plusieurs années pour une population donnée.

Par ailleurs, étant donné que les tortues des bois observées peuvent généralement être capturées avec succès sans l'ajout d'un effort d'échantillonnage supplémentaire, les techniques basées seulement sur l'observation des individus ne présentent pas dans ce cas une réduction de l'effort d'échantillonnage.

Pour plus de détails sur les différentes techniques, se référer à Dubois (2008) et à Mazerolle et coll. (2007).

Population fermée

Idéalement, afin d'obtenir le maximum d'information et de précision sur les estimations, la population de tortues des bois à l'étude devrait être fermée au moment de l'échantillonnage. C'est-à-dire que la mort, la natalité, l'émigration et l'immigration doivent être assez faibles pour pouvoir être considérées comme nulles.

La méthode de suivi par CMR avec une population fermée permettra de connaître la taille de la population de tortues des bois de l'aire d'étude choisie. Si répétée sur plusieurs années, cette méthode permet également d'obtenir une tendance de population (taux de survie et taux de recrutement; voir la section « Conception robuste »). L'état de la population pourra également être évalué en calculant le ratio mâle/femelle et juvénile/adulte au sein de la population.

Dans le cas de la tortue des bois, la natalité ne devrait pas présenter de problème étant donné que les œufs éclosent vers la fin de l'été (vers la fin août et septembre) et que les nouveau-nés sont facilement

identifiables. Étant donné la grande longévité des tortues des bois, la mort pourra aussi être considérée comme étant nulle si l'échantillonnage a lieu sur une courte période (de l'ordre de deux à trois semaines).

En ce qui concerne l'émigration et l'immigration, la meilleure façon de s'assurer de l'absence de migrations est de choisir une aire d'étude qui est fermée par des barrières physiques (obstacle insurmontable, habitat non propice, etc.). Cependant, comme il est difficile de trouver des aires d'étude se conformant à ces conditions, la restriction de la période d'échantillonnage au printemps, alors que les tortues des bois sortent de l'hibernation et sont très peu mobiles, peut être considérée comme la meilleure avenue pour minimiser les migrations. À titre d'exemple, les analyses statistiques effectuées par Daigle et Jutras (2005) sur leurs données issues d'une aire d'étude présentant des barrières naturelles modestes³ indiquent que la population de tortues des bois étudiée était tout de même fermée au cours de l'échantillonnage. L'analyse des données collectées durant les premières années d'application du protocole de suivi de population par CMR (Lapointe St-Pierre et Mazerolle, 2018) suggère que les conditions de fermeture de la population tendent à ne pas être respectées lorsque le nombre de séances (période d'échantillonnage) augmente.

En résumé, dans le cas de la méthode de suivi par CMR avec une population fermée, les hypothèses suivantes doivent être respectées :

- 1) Il n'y a pas (ou très peu) de morts ni de naissances ni d'émigration ou d'immigration durant la période d'échantillonnage;
- 2) Tous les individus ont une probabilité de capture égale (ou très similaire) lors d'une visite donnée (il est possible d'utiliser une analyse stratifiée si la probabilité de capture dépend du sexe ou de l'âge);
- 3) Aucune marque d'identification n'est effacée ou non détectée par les observateurs (et les marques sont lues correctement).

Cependant, la probabilité de capture peut varier d'une visite à l'autre (l'important est qu'elle soit la même pour tous les individus à une visite donnée; il est aussi possible d'intégrer une analyse stratifiée qui tient compte d'une probabilité de capture différente selon le sexe, par exemple). En revanche, il demeure essentiel de s'efforcer d'obtenir les meilleures conditions d'échantillonnage possibles pour maximiser la probabilité de détection afin d'obtenir les meilleures estimations possibles. En effet, étant donné que les projets de suivi se font dans un contexte de ressources limitées, il est primordial de maximiser l'efficacité des séances d'échantillonnage et d'en limiter le nombre. De plus, il importe que la longueur des tronçons et la superficie d'inventaire soient identiques au cours des six séances d'inventaire.

Finalement, il est nécessaire de tester *a posteriori* la fermeture de la population grâce au logiciel *CloseTest* (Stanley et Richards, 2011) afin de s'assurer qu'elle est fermée (voir section « Analyse des données » pour plus de détails).

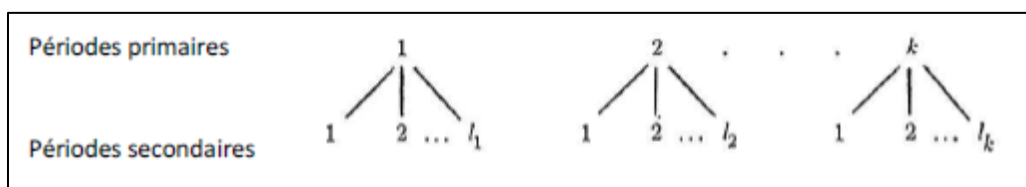
Robustesse de la conception expérimentale

La conception robuste correspond à un design d'échantillonnage qui permet de regrouper une série d'analyses de suivi de populations fermées par CMR (répétées année après année) dans une analyse

³ Les limites fixées, par commodité, par des ponts, donnaient sur une section de rapides en amont et sur un secteur d'eau lente sur argile en aval, le cœur de l'aire d'étude étant situé dans une zone de courant modéré sur substrat de gravier.

globale de population ouverte. Ainsi, la population est fermée durant l'échantillonnage au cours d'une saison, mais ouverte entre les années.

Avec la conception robuste, on échantillonne un site ou un petit nombre de sites visités successivement en périodes primaires et en périodes secondaires (figure 5). Le CMR robuste permet d'estimer la survie entre périodes primaires pour lesquelles la population est ouverte et l'abondance pour les périodes secondaires d'une période primaire donnée (pendant lesquelles la population est fermée).



Adapté de Kendall (1995).

Note : Les périodes primaires (k) correspondent à des années différentes (c.-à-d. 2009, 2012, 2015, etc.), alors que les périodes secondaires (l_k) correspondent aux séances d'échantillonnage à l'intérieur d'une séance primaire (c.-à-d. 1^{er} mai 2009, 3 mai 2009, etc.).

Figure 5. Illustration des périodes d'échantillonnage primaires et des périodes secondaires d'échantillonnage de la méthode par CMR avec conception robuste

Un minimum de trois périodes primaires (donc au moins trois ans) est nécessaire pour estimer la survie annuelle.

Cette technique a déjà été utilisée dans le cadre d'une étude portant sur la tortue des bois. En effet, Daigle et Jutras (2005) ont appliqué un modèle de conception robuste pour estimer la taille d'une population de tortues des bois sur la rivière Sutton. Cette méthode a permis d'obtenir des estimations précises de la taille de la population et a permis de documenter le déclin de la population. C'est la méthode qui semble la plus appropriée pour le suivi à long terme de populations de tortues des bois.

Unité d'échantillonnage

Dans le cas de la méthode de suivi de population par CMR, l'unité d'échantillonnage correspond à l'individu.

Biais d'observation

Il faut faire attention au biais de l'observateur : un observateur pourra inconsciemment porter une plus grande attention à un endroit où il a observé une tortue durant une séance d'échantillonnage antérieure. Or, considérant que les tortues des bois peuvent demeurer dans un même endroit de façon récurrente au printemps, ce comportement introduit un biais de probabilité de détection (allant à l'encontre d'une hypothèse de base de la méthode), accordant à l'individu préalablement observé une plus grande probabilité de détection ultérieure.

Pour contrer ce biais potentiel, les observateurs devront changer de côté de rivière entre eux d'une séance d'échantillonnage à l'autre.

Propagation des maladies et des espèces exotiques envahissantes

Il est fortement recommandé d'adopter une approche de biosécurité permettant de réduire les risques de propagation de maladies ou d'EEE.

Dans le cas où certaines exigences seraient inscrites sur le permis SEG, ces dernières ont préséance sur les recommandations de la présente section.

Manipulation

Le port de gants ou la désinfection des mains entre les manipulations est recommandé pour les gens qui manipulent les tortues. Il est important de changer de gants entre les individus.

Élimination des organismes à la suite d'une exposition à une maladie ou à une EEE

Tout le matériel ayant été en contact avec l'eau (bottes, bottes de pêche, épuisettes, nasses, seaux, etc.) peut être un vecteur de transmission d'agents infectieux ou d'EEE. Il est donc recommandé de nettoyer à la brosse et de rincer (avec l'eau du milieu hydrique) l'ensemble du matériel utilisé afin d'enlever la terre, la vase, les algues, les plantes aquatiques et tous les petits organismes qui auraient pu adhérer à l'équipement (Dejean et coll., 2007; Groupe de travail canadien sur la santé de l'herpétofaune [GTCSH], 2017). Selon cet organisme, il est recommandé de procéder au lavage avant de quitter le site d'échantillonnage ou sur une surface imperméable.

Il est également possible de faire sécher le matériel pour détruire les organismes. Le séchage ne détruit pas l'ADN, il élimine uniquement les maladies ou les EEE. Afin d'éliminer ces derniers, il est nécessaire de prévoir un temps de séchage minimum de cinq jours consécutifs. Les conditions météorologiques pendant ces cinq jours doivent être propices au séchage, soit une absence de pluie et un taux d'humidité inférieur à 65 % (tableau 3). Si jamais la météo est défavorable (pluie ou taux d'humidité atmosphérique trop élevé), le temps de séchage devra être prolongé. Avant la période de séchage, toute eau stagnante doit être drainée de l'embarcation et de l'équipement.

Désinfection du matériel après une exposition à une maladie ou à une EEE

L'objectif de la désinfection est d'éliminer du matériel toute trace d'agents pathogènes qui pourrait être transportée vers un autre milieu hydrique. Ainsi, tout le matériel doit être désinfecté sur place après la prise d'échantillons. Il est préférable de choisir un chemin, une route ou une surface compacte et imperméable suffisamment éloignée du milieu aquatique pour limiter les écoulements de la solution désinfectante dans le milieu naturel.

Plusieurs désinfectants chimiques ont été évalués pour leur efficacité, leur disponibilité, leur facilité d'utilisation et de rejet après utilisation (Dejean et coll., 2007). L'eau de Javel (hypochlorite de sodium) est un désinfectant efficace, mais son utilisation comporte certains risques pour les utilisateurs, les amphibiens et le milieu aquatique. Toutefois, le GTCSH (2017) mentionne que l'eau de Javel se dégrade relativement vite et présente un risque plus faible pour l'environnement que d'autres désinfectants. Selon ce groupe, une immersion dans une solution d'eau de Javel, diluée pour obtenir une solution à 5 % (une partie d'eau de Javel dans 19 parties d'eau; p. ex., 50 ml d'eau de Javel dans 950 ml d'eau), suffit pour neutraliser la maladie du chytride (*Batrachochytrium dendrobatidis*), les ranavirus et la maladie

fongique du serpent, causée par le champignon *Ophidiomyces ophiodiicola* (GTCSH, 2017). L'eau de Javel doit être appliquée et doit agir pendant au moins 15 minutes. Son utilisation doit se faire aussi loin que possible du milieu aquatique (Dejean et coll., 2007; GTCSH, 2017).

Tableau 3. Résumé des différentes méthodes de décontamination proposées dans le *Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes*

Méthode	Concentration	Pression	Temps de traitement par surface pour déloger les organismes
Nettoyage*	Vapeur > 60 °C	2 600 psi	5-10 secondes
Eau chaude*	60 °C	Sans pression	10 minutes
	60 °C	2 600 psi	5-10 secondes
Eau froide	< 40 °C	2 600 psi	30 secondes
Chlore ou eau de Javel (non concentré)*	100 ml/L	-	10 minutes
Vinaigre blanc*	750 ml/L	-	20 minutes
Séchage à l'air*	Humidité de < 65 %	-	5 jours consécutifs
Congélation*	Entre -9 et 0 °C	-	24 heures
	-9 °C et moins	-	8 heures

Source : MFFP (2018).

*Tue les organismes aquatiques si les directives sont respectées.

Matériel requis

Le matériel suivant est requis pour bien décontaminer les éléments utilisés durant un inventaire en milieux aquatiques (GTCSH, 2017; figure 6) :

- agent de blanchiment domestique vendu dans le commerce : p. ex., eau de Javel Clorox^{MD} (ingrédient actif : hypochlorite de sodium à 4 % à 6 %);
- savon biodégradable;
- grand seau ou sac pouvant contenir environ 25 L d'eau (p. ex., sacs Rubbermaid^{MD});
- seau ou contenant muni d'un couvercle étanche;
- contenant d'eau du robinet;
- flacons pulvérisateurs;
- brosses à récurer;
- gants à vaisselle ou jetables;
- lunettes de sécurité.



Source : GTCSH (2017).

Figure 6. Matériel de décontamination

Véhicules et embarcations

Les véhicules terrestres (camionnettes, véhicules utilitaires sport [VUS], véhicules tout-terrain [VTT]) ne semblent pas être des vecteurs de transmission reconnus d'agents infectieux. Cependant, un nettoyage régulier est une précaution recommandée. La désinfection après l'usage de l'équipement utilisé et son rangement dans des bacs (eux-mêmes régulièrement désinfectés) dans le véhicule permet de limiter les risques de contamination croisée secondaire.

Les VTT qui ont été en contact avec le milieu hydrique, ainsi que toutes les embarcations et le matériel entrés en contact avec l'eau (remorques, ancre, rames, etc.) devraient faire l'objet d'une désinfection (lavage à l'eau, puis en fonction de leur taille, trempage, lessivage ou pulvérisation de solution désinfectante), puis sécher à l'air libre (Dejean et coll., 2007; MFFP, 2018). Une visite au lave-auto est une autre option préconisée. Pour les embarcations, l'utilisation d'une station de lavage de bateau avec un boyau à pression est un excellent moyen de déloger les résidus qui pourraient contaminer d'autres plans d'eau.

Méthodologie

En fonction des objectifs établis précédemment, il est possible d'opter pour différentes méthodes d'échantillonnage, décrites par Dubois (2008). Dans cette section, les raisons qui ont motivé le choix d'une méthode par capture-marquage-recapture et des précisions sur cette méthode sont détaillées.

L'annexe A présente un aide-mémoire des principaux points à se remémorer avant d'entreprendre une séance d'échantillonnage (procédure abrégée).

Matériel

Il est important d'avoir tout le matériel nécessaire pour procéder aux séances d'observation. Selon l'organisation des équipes déployées, il peut être judicieux de prévoir deux ensembles afin de maximiser l'autonomie des équipes et l'efficacité de l'inventaire. Celui-ci inclut la liste suivante, sans toutefois s'y limiter :

- permis SEG, selon le cas;
- épuisette;
- embarcation et matériel nautique (s'il est possible de naviguer sur la rivière);
- bottes-salopettes si l'embarcation n'est pas utilisée;
- bottes cuissardes;
- bac de plastique (pour déposer les tortues dans l'embarcation);
- vernier forestier;
- balance Pesola, ou autre, et sac de pesée;
- limes de 6 mm (marquage des adultes) et de 3 mm (marquage des juvéniles);
- alcool pour désinfecter les limes;
- GPS + piles;
- appareil photo;
- thermomètre;
- lunettes polarisantes;
- jumelles;
- fiches de terrain (papier ou électronique — tablette ou téléphone intelligent);
- liste des tortues marquées sur la rivière avec leur historique de capture pour la campagne de l'année en cours;
- compresses de gaze stériles et cicatrisant ou antiseptique en vaporisateur Cothivet^{MD};
- matériel de désinfection (voir section « Propagation des maladies et des espèces exotiques envahissantes »);
- gants à usage unique ou désinfectant pour les mains.

Période d'échantillonnage

Le choix de la période d'échantillonnage doit permettre de :

- maximiser la probabilité de détection :

Pour la tortue des bois, cette période correspond à la plage de journées printanières durant laquelle la crue des rivières a diminué et la végétation herbacée et arbustive n'a pas encore envahi le sol. Durant cette période, la visibilité au sol est grande, ce qui augmente la probabilité de détection des tortues;

- maintenir une logistique simple — en matière d'accessibilité — entourant la tenue des séances d'échantillonnage :

Les berges doivent être accessibles à pied et la navigation ou la marche en bottes-salopettes doit être possible dans la rivière;

- confirmer les hypothèses d'une population fermée :

Au printemps, les tortues des bois sont concentrées à proximité de la rivière et leurs déplacements sont limités, ce qui permet de minimiser les migrations de tortues à l'intérieur ou à l'extérieur de l'aire d'étude et de considérer la population comme étant fermée.

Comme elle permet de satisfaire les trois conditions énoncées ci-dessus, la période d'échantillonnage propice pour la tortue des bois est de la fin avril à la fin mai. La période optimale varie selon les années et les régions, mais elle peut être évaluée en fonction des conditions décrites dans le paragraphe précédent. Les conditions optimales d'échantillonnage durant la période propice sont décrites dans la section suivante.

Conditions d'inventaire optimales

Selon la méthode d'échantillonnage choisie, il n'est pas nécessaire que les conditions environnementales soient les mêmes à chacune des séances secondaires. La probabilité de détection peut varier d'une visite à l'autre; ce qui est important est que la probabilité de capture de chacun des individus soit la même durant une séance d'échantillonnage donnée. Encore une fois, l'essentiel est de s'assurer que la probabilité de détection est la plus élevée possible. Ainsi, plusieurs facteurs peuvent être considérés lors de la détermination des conditions optimales d'échantillonnage :

- Commencer l'échantillonnage après le début du retrait des eaux au printemps;
- Terminer l'échantillonnage avant que la végétation (notamment le vérâtre vert [*Veratrum viride*] et les fougères) ait envahi le sol et que le couvert herbacé fasse chuter la probabilité de détection des tortues;
- Exclure les journées froides et pluvieuses; privilégier les journées où la température de l'air est plus élevée que la température de l'eau;
- Viser une température de l'air de plus de 10 °C lorsque le ciel est ensoleillé (Walde, 1998);

- Viser une température de l'air de plus de 15 °C lorsque le ciel est nuageux ou les conditions d'ensoleillement sont sous-optimales (Ernst, 1986);
- Tenir chacune des séances d'échantillonnage de 8 h à 16 h, période où le comportement d'exposition au soleil pour réguler la température corporelle est le plus fréquent (Dubois, 2006);
- Respecter la longueur des tronçons et la superficie de l'aire d'inventaire d'une séance à l'autre.

Effort

En théorie, un minimum absolu de trois séances d'échantillonnage doit être prévu pour toute étude de suivi de l'abondance d'une population. Le nombre total de séances d'inventaire nécessaires dépend de la probabilité de détection (Mackenzie et Royle, 2005) qui est inconnue avant la tenue des séances d'inventaire.

Pour les suivis de populations de tortues des bois au Québec, six séances d'inventaire (occasions de capture) doivent être tenues (Lapointe St-Pierre et Mazerolle, 2018) pour atteindre les objectifs du présent protocole. Autant que possible, il faut concentrer les séances d'inventaire sur 14 jours en moyenne. Si l'on étend les six visites sur une plus longue période ou si l'on procède aux inventaires en deux blocs séparés, la prémisse de population fermée est plus difficile à valider. Si des journées hâtives en saison semblent favorables à l'observation de tortues, mais que la météo à moyen terme est encore changeante, il est préférable de les utiliser pour de la prospection ou des validations d'occurrences, mais pas pour le suivi de population.

Pour ce qui est de l'intervalle de temps requis entre les séances d'inventaire, il doit permettre l'indépendance des données. Selon la longueur du tronçon choisi et du temps nécessaire pour parcourir ce dernier, il peut être possible de tenir deux séances d'échantillonnage par jour. Cependant, il faut déterminer le temps nécessaire entre chaque séance pour que les données soient indépendantes. Il est possible que la manipulation des tortues les rende craintives et que ces dernières retournent à l'eau (ou dans un autre refuge) pour le reste de la journée. Si tel est le cas, les séances d'échantillonnage pourraient être tenues à intervalle d'une journée. Cet intervalle permet de concentrer les six séances d'échantillonnage durant la période propice à l'inventaire.

Aire d'étude

Le choix de l'aire d'étude doit prendre en considération plusieurs facteurs.

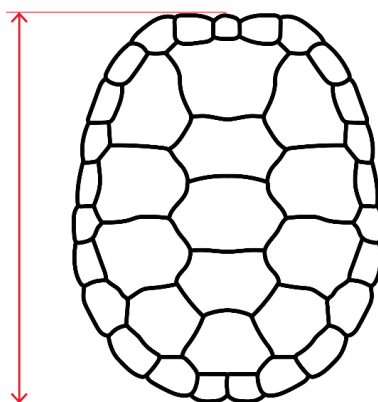
- Il doit être possible de parcourir le tronçon de rivière choisi en une journée d'échantillonnage. Un tronçon de 5,7 km de la rivière Sutton était efficacement échantillonné en une journée dans l'étude de Daigle et Jutras (2005). Ainsi, un tronçon de 4 à 6 km représente une aire d'étude propice (en suivant les méandres et non à vol d'oiseau). Toutefois, il n'y a pas de longueur ni de largeur précise à respecter, puisque l'habitat potentiel de la tortue des bois peut varier d'une rivière à l'autre. Un tronçon pourrait être plus court, mais optimal quant à la qualité de l'habitat. Un autre tronçon pourrait être plus long, mais moins large, car les aulnaies y sont étroites. Il y a aussi les milieux humides situés à proximité de la rivière où les tortues peuvent se réfugier. Lorsque

pertinents, ces milieux humides devraient être intégrés à l'aire d'étude. Une analyse approfondie de l'habitat potentiel avant le suivi de population est essentielle.

- L'aire d'étude choisie doit offrir un intérêt de suivi à long terme. Il faut garder à l'esprit que le suivi fournira des données à long terme sur le tronçon de rivière choisi et que celui-ci doit être représentatif de la rivière choisie ou d'autres rivières afin que les résultats puissent être inférés au reste de la rivière ou à d'autres populations. Ainsi, dans le cas où l'intérêt serait d'évaluer le poids d'une menace donnée sur une population de tortues des bois, il serait intéressant d'amorcer le suivi de population avant l'apparition de la menace et suivre l'évolution de la population de tortues des bois par la suite.
- Afin de maximiser l'efficacité de l'effort d'échantillonnage investi, il est aussi important de choisir une aire d'étude fréquentée par une densité relativement élevée de tortues des bois, ou dès le commencement du suivi, et non un secteur où seulement quelques tortues sont observées sporadiquement.
- Idéalement, le tronçon devrait être délimité de part et d'autre par des zones où l'habitat n'est pas propice afin de limiter au maximum les possibilités de migration au cours d'une période d'échantillonnage primaire (afin de confirmer les hypothèses pour une population fermée). Cependant, il peut être difficile de délimiter une aire d'étude présentant cette caractéristique. La tenue des séances d'échantillonnage secondaires au printemps dans un court intervalle (14 jours) de temps permettra de s'assurer de la fermeture de la population même si le tronçon ne possède pas cette caractéristique.
- Afin d'optimiser la probabilité de détection, la direction de recherche entre les visites doit être inversée, soit de l'amont vers l'aval et ensuite de l'aval vers l'amont, ou vice versa. Cette considération est toutefois optionnelle en cas de contraintes logistiques comme l'accès au cours d'eau ou la difficulté de remonter la rivière en canot.

Discrimination entre les adultes et les juvéniles

Une longueur de carapace supérieure à 16 cm est considérée pour discriminer les adultes des juvéniles (Yohann Dubois, biologiste, MFFP, communication personnelle, 18 juillet 2019). Pour mesurer précisément la longueur d'une tortue, il faut évaluer ce que l'on appelle « la longueur linéaire totale de la carapace ». Il faut donc mesurer la carapace d'une extrémité à l'autre à l'aide d'un vernier (figure 7).



Inspiré de Coquet (2013)

Figure 5. Mesure de la longueur linéaire totale de la carapace d'une tortue à l'aide d'un vernier

Capture

La capture des tortues des bois se fait à la main lorsque les tortues sont sur la berge ou à l'aide d'une épuisette lorsqu'elles sont dans l'eau. Ainsi, au moins quatre observateurs (deux de chaque côté de la rivière) marchent le long de la berge et cherchent les tortues exposées au soleil ou cachées sous des abris. Les observateurs devraient couvrir au moins une bande d'une vingtaine de mètres de chaque côté de la rivière (Daigle, 1997; Walde, 1998; Arvisais et coll., 2002). La largeur couverte augmentera lorsque l'habitat favorable s'éloignera de la berge. À titre d'exemple, les contours des cuvettes d'eau, des étangs temporaires, des anciens méandres délaissés, des parcelles d'habitats plus ensoleillées sont des habitats favorables qu'un observateur aurait intérêt à parcourir à pied. Il sera alors important de parcourir cette même zone d'une journée à l'autre afin que toute la zone d'étude soit couverte à chaque séance et que toutes les tortues aient une probabilité d'être détectées.

Idéalement, une cinquième personne pourra naviguer en embarcation sur la rivière, ou marcher en bottes-salopettes, et effectuer les manipulations sur les individus et noter les données afin d'accélérer le processus. Cette cinquième personne pourra également capturer les tortues observées dans l'eau ou en bordure de rivière, ou encore les tortues effarouchées par les autres observateurs sur la berge.

L'identité et le nombre d'observateurs peuvent varier d'une séance secondaire à l'autre sans réel problème (un modèle avec probabilité de capture différente pour chaque visite permet de prendre en compte cette variabilité). L'essentiel est de s'assurer que la probabilité de détection est la plus grande possible à chaque séance. Ainsi, le nombre d'observateurs (au moins cinq) expérimentés est à favoriser.

De plus, si des observateurs supplémentaires sont disponibles, ceux-ci devront être répartis proportionnellement à la probabilité de rencontrer des habitats favorables de part et d'autre de la rivière, de façon à couvrir la même zone que pendant les autres séances, mais en investissant plus d'efforts aux endroits qui offrent plus de potentiel, notamment les aulnaies et les milieux humides.

Points importants à retenir

Il est important que les observateurs aient en tête les éléments suivants :

1. Ne pas se limiter seulement à la berge (il faut investir davantage d'efforts dans les habitats à plus fort potentiel : rives, contour d'étangs, anciens méandres, parcelles d'habitats ouverts avec soleil). Dans l'eau, les tortues seront souvent dans ou à proximité d'abris : embâcle, racines ou branches d'aulnes riverains;
2. Couvrir le plus possible les mêmes zones d'une séance à l'autre pour que toutes les tortues aient une probabilité d'être détectées;
3. Avoir une idée précise de ce que l'on cherche : sur la terre, il faut rechercher la couleur de la carapace et la forme des écailles marginales à l'arrière de la carapace (figures 8 et 9); dans l'eau, il faut rechercher l'orangé des pattes et du cou (figures 10 et 11);
4. Adapter sa recherche aux conditions météo : si le temps est nuageux et froid, alors consacrer plus d'effort de recherche dans l'eau (rivière, étangs). Au début de la journée, les tortues s'exposent au soleil (porter plus d'attention aux endroits où le soleil est intense), à mesure que la journée avance, les tortues sont de plus en plus cachées sous des abris (branches, pieds des aulnes) qui eux sont tout de même exposés au soleil;

5. Chercher des micro-habitats qui sont réchauffés plus que la moyenne : parcelle bien orientée (généralement sud-est, sud, sud-ouest), pente ou talus qui permettent à la tortue de se placer à 90° par rapport aux rayons du soleil. La raison pour laquelle une tortue se trouve sur la terre ferme durant la période où les inventaires sont effectués est la recherche de chaleur pour augmenter sa température corporelle, alors il faut la chercher aux endroits qui lui permettent d'atteindre cet objectif.

Sur terre



Figure 6. Couleur et forme des écailles marginales à l'arrière de la carapace



Figure 7. Tortue des bois camouflée dans la végétation

Dans l'eau



Figure 8. Aperçu d'une tortue des bois dans l'eau

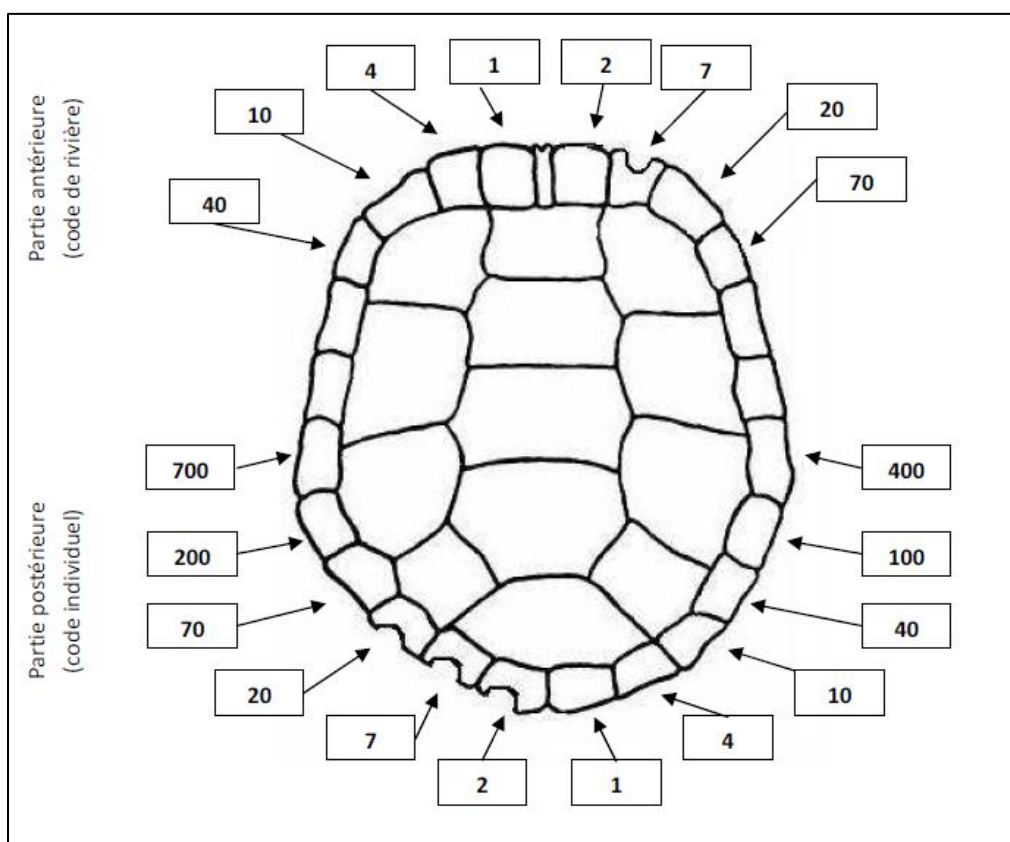


Figure 9. Aperçu d'une tortue des bois dans l'eau

Marquage

Les tortues des bois sont marquées individuellement en limant les écailles marginales de la carapace (Cagle, 1939). Un code individuel est limé sur la partie postérieure de la carapace et un code d'identification de rivière d'origine est limé à l'avant (figure 12). Le code de rivière est attribué par le Service de la conservation de la biodiversité et des milieux humides du Ministère (annexe C). Il faut aussi joindre la DGFa pour éviter de dupliquer les numéros d'identification des tortues.

Précisons que le marquage du code de rivière n'est pas obligatoire. Il s'avère toutefois pertinent lorsque deux rivières sont près l'une de l'autre et qu'il est probable que des individus migrent entre elles.



Adaptée de Kendall (1995).

Note : Le code d'identification de l'individu correspond à la somme des nombres associés à chacune des écailles limées dans la partie postérieure de la carapace. Les écailles limées dans la partie antérieure de la carapace correspondent au code de rivière. Dans cet exemple, il s'agit de la tortue n° 29 de la rivière n° 7.

Figure 10. Méthode de marquage des tortues des bois

Prise de données

Afin de maximiser l'efficacité des séances d'échantillonnage, seulement les données présentant un intérêt direct pour les objectifs fixés seront mesurées sur le terrain.

En rapport avec chaque séance d'échantillonnage, les données suivantes seront prises (annexe D) :

- nom des observateurs et organisation;
- date;
- nom de la rivière;
- type d'effort d'inventaire (nombre d'observateurs sur les berges et dans la rivière);
- heure de début et heure de fin de chaque séance;
- ensoleillement au début, vers midi et à la fin de chaque séance;
- précipitation au début, vers midi et à la fin de chaque séance;
- température de l'air au début, vers midi et à la fin de chaque séance;
- température de l'eau au début, vers midi et à la fin de chaque séance;
- coordonnées (NAD83) de départ et coordonnées de fin de tronçon (en degrés décimaux);
- description sommaire de l'habitat;
- description des menaces.

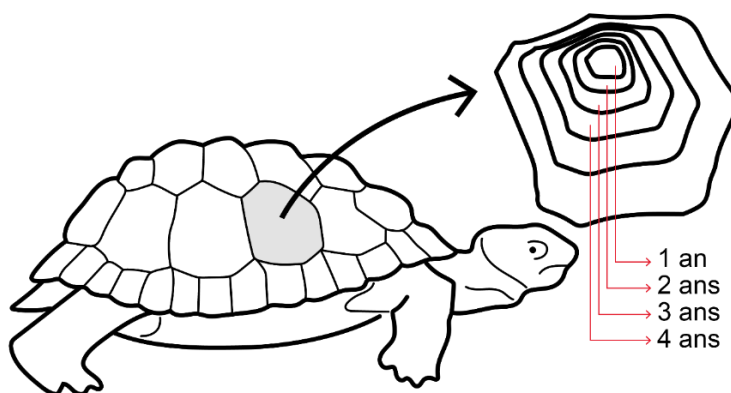
Il est important de garder à l'esprit qu'il faut parcourir au complet le tronçon de rivière à chaque séance d'échantillonnage. Cependant, la prise des coordonnées géographiques de début et de fin permettra de retrouver les transects qui auront été parcourus partiellement (en cas de situations inhabituelles : bris mécanique, orages, etc.) et de les éliminer de l'analyse.

De plus, les données suivantes devront être prises par rapport aux observations et les captures de tortues des bois effectuées (annexe E) :

- nom des observateurs qui ont trouvé et manipulé la tortue;
- date;
- nom de la rivière;
- identification de la tortue (code de carapace). Idéalement, prendre les marques en photo pour pouvoir s'y référer s'il y a un doute dans l'identification de l'individu;
- heure de la capture;
- coordonnées de la capture (NAD83);
- marquage ou recapture;
- type d'effort de capture (capturée ou observée);
- sexe (M/F/Juvenile);
- données sur les anneaux de croissance (figure 13);
- longueur de la carapace (vernier forestier, ± 5 mm);
- longueur du plastron (vernier forestier, ± 5 mm)⁴;

⁴ Dans le cas de la longueur du plastron et de la carapace et du poids, il pourrait être possible de ne pas mesurer de nouveau ces données sur une tortue déjà capturée au cours de l'année courante afin d'accélérer le processus d'échantillonnage. À cette fin, la feuille de terrain présentée à l'annexe E pourra être utilisée pour noter les tortues qui auront déjà été capturées et mesurées. Notons cependant qu'il serait approprié de mesurer au moins deux fois chaque tortue capturée de nouveau afin de minimiser les risques d'erreur de mesure.

- poids en grammes;
- prélèvement de tissus (oui, non) (voir le protocole de prélèvements à l'annexe F);
- lieu de la capture (eau, berge);
- distance de la capture par rapport à la berge (pour les captures en milieu terrestre);
- numéro des photos prises;
- blessure ou amputation;
- description des menaces.



Inspiré de Bruno (2017).

Figure 11. Décompte des anneaux de croissance sur une écaille de tortue

Menaces à considérer

Plusieurs menaces peuvent réduire la viabilité des populations de tortue des bois (tableau 2, voir section « Notions d'écologie », sous-section « Menaces pesant sur l'espèce »). Cependant, ces menaces ne nécessitent pas toutes d'être relevées sur le terrain. Les menaces documentées par le protocole et la fiche de terrain ne comprennent que les menaces pour lesquelles l'information relative au terrain est essentielle. Ainsi, les menaces suivantes sont à noter :

- sentiers récréatifs (p. ex., VTT, motocross, etc.);
- activités nautiques de plaisance (p. ex., pêche récréative, motomarine, etc.) et piégeage;
- modification des berges (p. ex., stabilisation de berges par empierrement);
- roseau commun (phragmites);
- renouée du Japon.

Identification des spécimens

Pour identifier les différentes espèces de tortues d'eau douce du Québec, on peut consulter le site Internet de l'*Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec* (AARQ, 2019) ainsi que le guide *Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes* (Rodrigue et Desroches, 2018).

Les principaux critères d'identifications de la tortue des bois sont (Rodrigue et Desroches, 2018) :

- la tête et le dessus des pattes noires;
- le cou et l'intérieur des pattes orangés;
- les écailles de la dossière qui sont légèrement surélevées et qui comportent des anneaux concentriques;

- la carapace brunâtre ou grise;
- les écailles marginales postérieures qui sont légèrement dentées;
- le plastron jaunâtre et chaque écaille porte une tache noire sur le bord externe;
- les pieds faiblement palmés et pourvus de fortes griffes.

Prélèvement de tissus pour analyse génétique

Dans le cadre d'analyses génétiques, de très petits morceaux d'écailles peuvent être prélevés selon la méthode de prélèvement de tissus de Tessier et Lapointe (2011). Pour la tortue des bois, suivre la procédure suivante :

1. Étirer la patte avant ou arrière de manière à exposer les écailles;
2. Soulever délicatement une écaille de la peau et couper la marge de la cellule épithéliale (figure 14);
3. Prélever 4 morceaux d'environ 0,4 cm sur 0,4 cm pour les adultes ou 8 morceaux de 0,2 cm sur 0,2 cm pour les individus plus petits (figure 15);
4. Déposer les morceaux d'écailles dans une fiole contenant de l'alcool 70 à 95 %;
5. Identifier la fiole à l'aide d'un crayon de plomb en indiquant sur une languette de papier le numéro de l'individu, l'espèce, la date et le site de capture. Éviter les marqueurs permanents, puisque l'écriture disparaît au contact de l'alcool;
6. Déposer l'identification dans la fiole d'alcool.

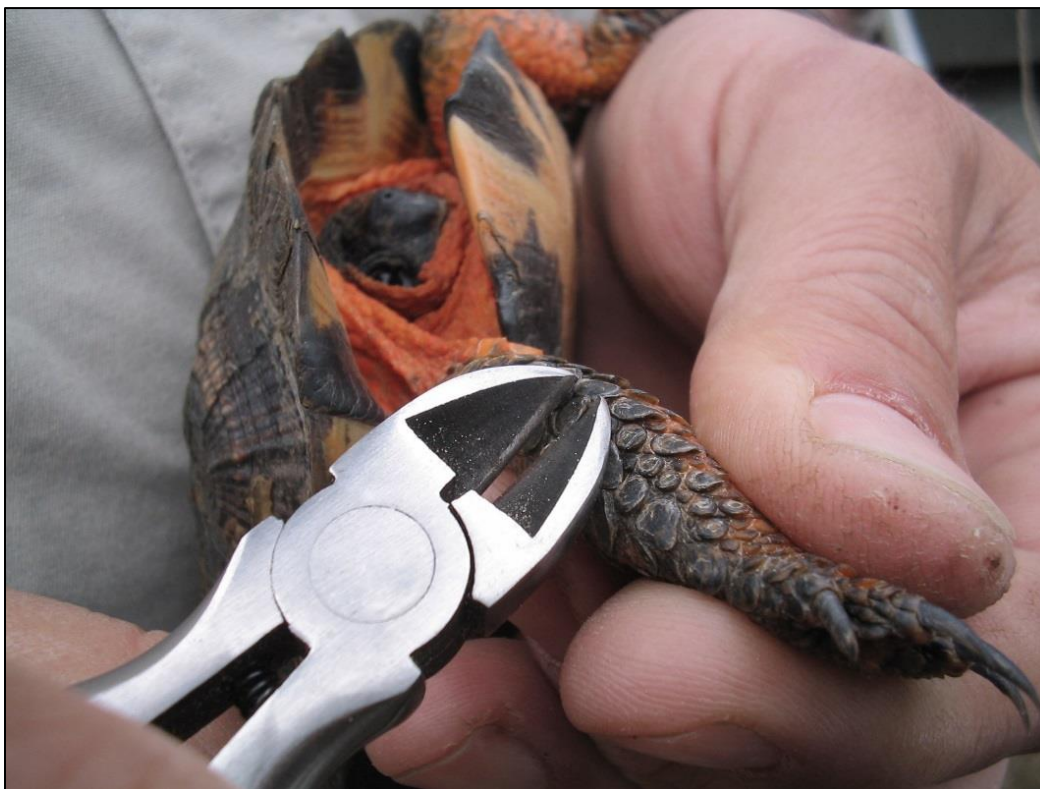


Figure 12. Prélèvement d'une écaille sur la patte avant d'une tortue des bois



Figure 13. Morceaux d'écailles prélevés sur une tortue des bois

Ces manipulations devraient prendre au plus 10 minutes. La tortue est ensuite relâchée à l'endroit où elle a été capturée. Après le prélèvement, l'animal est observé pendant 10 minutes afin de s'assurer qu'il n'y a pas de complications. Les individus manipulés de cette façon ne semblent pas stressés et reprennent rapidement leurs activités ou s'éloignent lentement (Tessier et Lapointe, 2011). Dans le cas d'un saignement causé par le prélèvement d'un morceau d'écaille, tamponner la plaie avec une compresse de gaze stérile et appliquer un cicatrisant ou un désinfectant. Noter que les saignements sont relativement rares.

Après chaque manipulation et entre les individus, il est important de tremper les pinces dans l'alcool afin de les désinfecter et de réduire le risque d'infection aux sites de prélèvement.

Il est fortement conseillé de reprendre un échantillon de tissu sur les tortues qui ont fait l'objet de prélèvements durant les inventaires précédents. À l'occasion, des problèmes d'amplification de l'ADN peuvent survenir au laboratoire, il est donc important de ne pas manquer de tissus ou d'écailles pour les analyses génétiques. Ces prélèvements supplémentaires s'avèrent également utiles pour compléter les analyses ou dans l'éventualité où de nouveaux marqueurs génétiques seraient ajoutés.

Traitement des données

Analyse des données

Environnement de travail et modèle préconisé pour l'analyse

Une fois les données saisies, l'analyse peut être effectuée à l'aide de modèles de CMR, en utilisant des logiciels tels que CAPTURE (Rexstad et Burnham, 1992), R (R Development Core Team, 2017; à l'aide du package RMark [Laake, 2013]) ou MARK (White et Burnham, 1999). Le package RMark est une interface du logiciel MARK et permet d'appeler les routines de MARK à partir de R pour analyser plusieurs types de modèles de population. Par conséquent, il faut installer au préalable le logiciel MARK avant de pouvoir utiliser RMark. MARK est un logiciel pour le système d'exploitation Windows, développé pour estimer des populations d'animaux provenant de différents types de plan d'échantillonnage tels que le CMR ou les analyses d'occupation de site (White et Burnham, 1999). Pour les utilisateurs de macOS ou GNU/Linux, des fichiers binaires sont également disponibles afin d'exécuter MARK dans une console (sans interface graphique), rendant ainsi possible d'utiliser RMark. Selon Lapointe St-Pierre et Mazerolle (2018), parmi plusieurs modèles retrouvés dans MARK, le modèle qui représente le mieux les populations de tortues est celui d'un modèle de population fermée, le modèle de Huggins (Huggins, 1989 et 1991). Le modèle Huggins est constitué de deux paramètres :

- **P** : La probabilité qu'un animal dans la population soit capturé et marqué pour la première fois (nouvel individu jamais marqué auparavant);
- **C** : La probabilité qu'un animal soit de nouveau capturé (individu déjà capturé au moins une fois auparavant).

Le modèle calcule deux probabilités estimées et dérive ensuite le nombre d'individus présents dans la population échantillonnée (Lapointe St-Pierre et Mazerolle, 2018).

Conditions d'application du modèle de Huggins

Quelques conditions d'application doivent être respectées lorsque l'on utilise des modèles de populations fermées (Lapointe St-Pierre et Mazzrolle, 2018). Premièrement, il ne doit pas y avoir de changement démographique (naissances et morts) ni de changement géographique (immigration et émigration) dans la population durant la période d'échantillonnage (une saison). Ensuite, les animaux doivent conserver leurs marques durant l'étude et celles-ci doivent être bien identifiées à chaque séance d'échantillonnage (Otis et coll., 1978).

Afin d'estimer l'abondance d'une population, il faut que celle-ci satisfasse les conditions nécessaires pour qu'elle soit considérée comme fermée. Ce statut peut être vérifié à l'aide du logiciel CloseTest (Stanley et Richards, 2011). Ce logiciel est également utilisable par le système d'exploitation Windows et analyse l'historique de capture des tortues comme données de base (Lapointe St-Pierre et Mazerolle, 2018). À l'aide de deux tests statistiques de fermeture, celui de Stanley et Burnham (1999) et celui d'Otis et coll. (1978), CloseTest détermine s'il y a eu des changements dans les conditions géographiques et démographiques des populations entre chacune des visites. Pour des renseignements sur l'utilisation de ce logiciel, se référer à Stanley et Richards (2005).

Récemment, un progiciel a été développé pour analyser la fermeture des populations dans R. Il s'agit du progiciel `Secr` (Efford, 2018) et de la fonction `closure.test`. Par défaut, la fonction vérifie le test de fermeture d'Otis et coll. (1978), mais il est également possible de calculer celui de Stanley et Burnham (1999) avec l'argument `SB` (`SB = TRUE`). Pour utiliser cette fonction, il faut avoir un historique de capture (`capthist`) conforme à l'utilisation de `secr.fit` (Lapointe St-Pierre et Mazerolle, 2018).

Autres analyses

Si un nombre suffisant de captures est atteint, il sera possible de déterminer si la probabilité de capture est la même selon le stade (juvénile/adulte) et le sexe (mâle/femelle) des tortues.

La santé de la population pourra également être estimée à partir des ratios adulte/juvenile et mâle/femelle obtenus grâce aux données de CMR. Il sera aussi possible de calculer le taux de survie et de recrutement des individus d'une population à l'aide des modèles de conception robuste.

Finalement, il est important de mentionner que les tendances populationnelles tirées de l'analyse des résultats des séances d'échantillonnage porteront seulement sur le tronçon de rivière étudié, mais pourront permettre d'inférer des tendances d'autres populations établies dans un milieu similaire et faisant face à des menaces d'ampleur équivalente.

Transfert des données

Permis SEG

Se référer aux exigences requises par la DGFa se trouvant sur le permis.

Formulaire papier

Toutes les données d'observation devront être inscrites sur les formulaires suivants (annexes E et F) :

- *Formulaire de prise de données — Tortue des bois — Effort*
- *Formulaire de prise de données — Tortue des bois — Capture-marquage-recapture (CMR)*

Il est important d'apporter ces formulaires sur le terrain et d'y inscrire directement les données, de manière à s'assurer que toutes les données sont notées.

Remplir toutes les sections du formulaire et, si possible, y joindre des photos. Inscrire « ND » ou faire un trait lorsque l'information n'est pas disponible.

Il est recommandé de faire une copie de la fiche papier ou de la prendre en photo par précaution après chaque journée passée sur le terrain. Également, dans les 10 jours suivant la fin de la campagne sur le terrain, les fiches photocopiées ou numérisées doivent être transmises à la DGFa du territoire où les travaux d'inventaire sont exécutés (pour les coordonnées de différentes directions, consulter Gouvernement du Québec, 2019).

Formulaire électronique

Le formulaire électronique est disponible sur demande au Ministère pour les personnes ayant accès à un compte ArcGis Online. Cette option est encouragée, puisqu'elle accélère le traitement et la diffusion de l'information.

Espèces exotiques envahissantes

Si des EEE sont répertoriées durant l'inventaire, il est fortement recommandé de rapporter ces observations avec « Sentinelle », l'outil de détection du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, 2014).

Sentinelle est un outil de détection des EEE composé d'une application mobile et d'un système cartographique accessible sur le Web. Cet outil de détection permet de rapporter et de consulter les plantes et des animaux exotiques envahissants les plus préoccupants. Le rapport se fait directement en ligne ou au moyen de l'application mobile (MELCC, 2014).

Références

- AARQ (2021). *Atlas des amphibiens et reptiles du Québec — Les tortues* [En ligne] [<http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/wp/tortues/>] (Consulté le 15 juin 2021).
- ARVISAIS, M., J.-C. BOURGEOIS, D. MASSE, C. DAIGLE, J. JUTRAS, S. PARADIS, R. BIDER et E. LÉVESQUE (2001). « Écologie d'une population de tortues des bois (*Clemmys insculpta*) en Mauricie », *Le Naturaliste Canadien*, 125 (1): 23-28.
- ARVISAIS, M., J. C. BOURGEOIS, E. LEVESQUE, C. DAIGLE, D. MASSE et J. JUTRAS (2002). "Home range and movements of a wood turtle (*Clemmys insculpta*) population at the northern limit of its range", *Canadian Journal of Zoology*, 80 (3): 402-408.
- ARVISAIS, M., E. LÉVESQUE, J.-C. BOURGEOIS, C. DAIGLE, D. MASSE et J. JUTRAS (2004). "Habitat selection by the wood turtle (*Clemmys insculpta*) population at the northern limit of its range", *Canadian Journal of Zoology*, 82 (3): 391-398.
- BERNIER, P.-A. et M. MAZEROLLE (2009). *Guide de suivi des populations de tortues des bois (Glyptemys insculpta) au Québec*, Service canadien de la faune et Centre d'étude de la forêt de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue pour le compte du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 33 p. + annexe.
- BIDER, J. R. et S. MATTE (1994). *Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec*, Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Québec, Québec, 106 p.
- BIDER, R. et A. WALDE (1997). *Activité de ponte pour une population de tortues des bois (Clemmys insculpta) sur un site de la rivière Shawinigan*, rapport rédigé pour le compte de Parcs Canada — Patrimoine canadien, 27 p.
- BISHOP, S. C. et W. J. SCHOONMACHER (1921). "Turtle hunting in midwinter", *Copeia*, 96: 37-38.
- BLEAKNEY, J. S. (1958). *A zoogeographical study of the amphibians and reptiles of Eastern Canada*, National Museum of Canada, Bulletin 155, Queen's Printer, Ottawa, 119 p.
- BLOOMER, T. J. (1978). "Hibernacula congregating in the *Clemmys* genus", *Journal of Northern Ohio Association of Herpetologists*, 4: 37-42.
- BOBYN, M. L. et R. J. BROOKS (1994). "Incubation conditions as potential factors limiting the northern range distribution of snapping turtles, *Chelydra serpentina*", *Canadian Journal of Zoology*, 72: 28-37.
- BOUCHARD, C., N. TESSIER et F.-J. LAPOINTE (2018). "Paternity analysis of wood turtles (*Glyptemys insculpta*) reveals complex mating patterns", *Journal of Heredity*, 109 (4): 405-415.
- BREWSTER, K. N. et C. M. BREWSTER (1991). "Movement and microhabitat use by juvenile wood turtles introduced in a riparian habitat", *Journal of Herpetology*, 25: 379-382.

- BROOKS, R. J., C. M. SHILTON, G. P. BROWN et N. W. S. QUINN (1992). "Body size, distribution, and reproduction in a northern population of wood turtles (*Clemmys insculpta*)", *Canadian Journal of Zoology*, 70 (3): 462-469.
- BRUNO, G. (2017). *Comment connaître l'âge d'une tortue?* [En ligne] [<https://www.cheloniophilie.com/Age/>] (Consulté le 25 janvier 2021).
- BULL, J. J., J. M. LEGLER et R. C. VOGT (1985). "Non-temperature dependent sex determination in two suborders of turtles", *Copeia*, 1985: 784-786.
- CAGLE, F. R. (1939). "A system of marking turtles for future identification", *Copeia*, 1939: 170-172.
- CARROLL, T. E. et D. W. EHRENFELD (1978). "Intermediate-range homing in the wood turtle, *Clemmys insculpta*", *Copeia*, 1978: 117-126.
- CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (CDPNQ) (2005). *Glossaire* [En ligne] [<http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/glossaire.htm>] (Consulté le 15 juillet 2021).
- COMPTON, B. W. (1999). *Ecology and conservation of the Wood Turtle (Clemmys insculpta) in Maine*, mémoire de maîtrise (Master thesis), University of Maine, 91 p.
- 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 (4): 826-833.
- COQUET, M. (2013). *Planche II Dossière et plastron de tortue* [En ligne] [<https://journals.openedition.org/gradhiva/docannexe/image/2627/img-7.jpg>] (Consulté le 15 juillet 2021).
- DAIGLE, C. (1997). "Size and characteristics of a wood turtle, *Clemmys insculpta*, population in southern Québec", *The Canadian Field-Naturalist*, 111: 440-444.
- DAIGLE, C. et J. JUTRAS (2005). "Quantitative evidence of decline in a Southern Québec wood turtle (*Glyptemys insculpta*) population", *Journal of Herpetology*, 39: 130-132.
- DEJEAN, T., C. MIAUD et M. OUELLET (2007). « Proposition d'un protocole d'hygiène pour réduire les risques de dissémination d'agents infectieux et parasitaires chez les amphibiens lors d'intervention sur le terrain », *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 122 : 40-48.
- DUBOIS, Y. (2006). *Écologie thermique et sélection d'habitat chez la tortue des bois (Glyptemys insculpta) à la limite Nord de sa distribution*, mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Québec, 106 p.
- DUBOIS, Y. (2008). *Revue de littérature en vue de la rédaction d'un guide pour le suivi des populations de cinq espèces de tortues du Québec*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 67 p.

- DUBOIS, Y., G. BLOUIN-DEMERS, B. SHIPLEY et D. THOMAS (2009). "Thermoregulation and habitat selection in wood turtles *Glyptemys insculpta*: chasing the sun slowly", *Journal of Animal Ecology*, 78: 1023-1032.
- DUBOIS, Y., G. BLOUIN-DEMERS et D. THOMAS (2008). "Temperature selection in wood turtles (*Glyptemys insculpta*) and its implications for energetics", *Ecoscience*, 15 (3): 398-406.
- EFFORD, M. G. (2018). *secr: Spatially explicit capture-recapture models*, R package version 3.2.0 [En ligne] [<https://cran.r-project.org/web/packages/secr/index.html>] (Consulté le 15 juillet 2021).
- ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DES TORTUES DU QUÉBEC (2019). *Plan de rétablissement de la tortue des bois (Glyptemys insculpta) 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, 57 p.
- ERNST, C. H. (1986). "Environmental temperatures and activities in the Wood Turtle, *Clemmys insculpta*", *Journal of Herpetology*, 20: 222-229.
- ERNST, C. H. et J. E. LOVICH (2009). *Turtles of the United States and Canada*, 2^e édition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 827 p.
- ERNST, C. H. et J. F. MCBREEN (1991). "Wood turtle, *Clemmys insculpta* (LeConte)" (p. 445-457), dans *Virginia's endangered species*, Terwilliger, K. (éditeur), MacDonald and Woodward Publishing Company, Blacksburg, Virginia.
- EWERT, M. A. et C. E. NELSON (1991). "Sex determination in turtles: diverse patterns and some possible adaptive values", *Copeia*, 1991: 50-69.
- EWING, H. E. (1939). "Growth in the eastern box-turtle, with special reference to the dermal shields of the carapace", *Copeia*, 1939: 87-92.
- FARRELL, R. F. et T. E. GRAHAM (1991). "Ecological notes on the turtle *Clemmys insculpta* in northwestern New Jersey", *Journal of Herpetology*, 25: 1-9.
- FOSCARINI, D. A. (1994). *Demography of the wood turtle (Clemmys insculpta) and habitat selection in the Maitland River Valley*, mémoire de maîtrise, University of Guelph, Guelph, Ontario, 108 p.
- FOSCARINI, D. A. et R. J. BROOKS (1997). "A proposal to standardize data collection and implications for management of the Wood Turtle, *Clemmys insculpta*, and other freshwater turtles in Ontario, Canada" (p. 203–209), dans *Conservation, restoration, and management of tortoises and turtles – An international conference* (July 11-16, 1993), Van Abbema, J. (éditeur), New York Turtle and Tortoise Society, New York, New York, USA.
- FROOM, B. (1975). *Ontario turtles*, Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario, 25 p.

- GAGNÉ, C. (2008). *Cartographie des menaces et cibles de conservation à l'échelle provinciale pour les populations de tortues des bois (Glyptemys insculpta) au Québec*, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec, 89 p. + annexes.
- GALBRAITH, D. A. et R. J. BROOKS (1987). "Photographs and dental casts as permanent records for age estimates and growth studies of turtles", *Herpetological Review*, 18: 69-71.
- GALBRAITH, D. A., R. J. BROOKS et M. E. OBBARD (1989). "The influence of growth rate on age and body size at maturity in female snapping turtles (*Chelydra serpentina*)", *Copeia*, 1989: 896-904.
- GALOIS, P. et J. BONIN (1999). *Rapport sur la situation de la tortue des bois (Clemmys insculpta) au Québec*, Faune et Parcs Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec, 45 p.
- GIGUÈRE, S., M.-J. CÔTÉ et C. DAIGLE (2011). *Atlas des habitats potentiels de la tortue des bois (Glyptemys insculpta) au Québec*, Environnement Canada, Service canadien de la faune — Région du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs — Direction du patrimoine écologique et des parcs, ministère des Ressources naturelles et de la Faune — Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Québec, 21 p.
- GILHEN, J. (1984). *Amphibians and reptiles of Nova Scotia*, Nova Scotia Museum, Halifax, Nouvelle-Écosse, 162 p.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2021a). *Directions de la gestion de la faune* [En ligne] [<https://www.quebec.ca/gouv/ministere/forets-faune-parcs/coordonnees-du-ministere/reseau-regional/#c13507>] (Consulté le 15 juillet 2021).
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC (2021b). *Demande de permis SEG pour la capture d'animaux sauvages à des fins scientifiques, éducatives ou de gestion de la faune* [En ligne] [<https://mffp.gouv.qc.ca/le-ministere/permis-autorisations/permis-seq/>] (Consulté le 15 juillet 2021).
- GRAHAM, T. E. et J. E. FORSBERG (1991). "Aquatic oxygen uptake by naturally wintering wood turtles, *Clemmys insculpta*", *Copeia*, 1991: 836-838.
- GROUPE DE TRAVAIL CANADIEN SUR LA SANTÉ DE L'HERPÉTOFAUNE (GTCSH) (2017). *Protocole de décontamination pour le travail sur le terrain avec les amphibiens et les reptiles au Canada*, 8 p. + annexe.
- 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*, NatureServe, 16 p.
- HARDING, J. H. (1985). *Clemmys insculpta* (wood turtle): Predation-mutilation, *Herpetological Review*, 16 (1): 30.

- HARDING, J. H. (1991). "A twenty year wood turtle study in Michigan: Implications for conservation" (p. 31-35), dans *Proceedings of the first International Symposium on turtles and tortoises: Conservation and captive husbandry*, Chapman University, Orange, California.
- HARDING, J. H. et T. J. BLOOMER (1979). "The wood turtle, *Clemmys insculpta*... a natural history", *Herpetological Bulletin of the New York Herpetological Society*, 15: 9-26.
- HIRSCH, K. F. (1983). "Contemporary and fossil chelonian eggshells", *Copeia*, 1983: 382-397.
- HUGGINS, R. M. (1989). "On statistical analysis of capture experiments", *Biometrika*, 76: 133-140.
- HUGGINS, R. M. (1991). "Some practical aspects of a conditional likelihood approach to capture experiments", *Biometrics*, 47: 725-732.
- JEWELL, P. A. (1966). "The concept of home range in mammals" (p. 85-142), dans *Play, exploration and territory in mammals*, Jewell P. A. et C. Loizos (éditeurs), Academic Press, London, Angleterre.
- JONES, M. T. ET P. R. SIEVERT (2009). "Effects of stochastic flood disturbance on adult wood turtles, *Glyptemys insculpta*, in Massachusetts", *Canadian Field-Naturalist*, 123 (4): 313-322.
- KAUFMANN, J. H. (1986). "Stomping for earthworms by wood turtles, *Clemmys insculpta*: A newly discovered foraging technique", *Copeia*, 1986: 1001-1004.
- KAUFMANN, J. H. (1989). "The wood turtles stomp", *Natural History*, 8: 8-10.
- KAUFMANN, J. H. (1992a). "The social behavior of wood turtles, *Clemmys insculpta*, in central Pennsylvania", *Journal of Herpetology*, 26: 315-321.
- KAUFMANN, J. H. (1992b). "Habitat use by wood turtles in central Pennsylvania", *Journal of Herpetology*, 26: 315-321.
- KAUFMANN, J. H., J. H. HARDING et K. N. BREWSTER (1989). "Worm stomping by wood turtles revisited", *Bulletin of the Chicago Herpetological Society*, 24:125-126.
- KENDALL, W. L. (1995). "A likelihood-based approach to capture-recapture estimation of demographic parameters under the robust design", *Biometrics*, 51: 293-308.
- LAAKE, J. L. (2013). *RMark: An interface for analysis of capture-recapture data with MARK*, Alaska Fisheries Science Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Seattle, Washington, USA, 25 p.
- LAPOINTE ST-PIERRE, M. et M. J. MAZEROLLE (2018). *Analyses de trois populations de tortues des bois (Glyptemys insculpta) du Sud du Québec et amélioration du protocole d'échantillonnage*, rapport technique remis au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune, Québec, 17 p. + annexe.

- LITZGUS, J. D. et R. J. BROOKS (1996). *Status report on the wood turtle, Clemmys insculpta, in Canada*, Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC) status report, Ottawa, Ontario, 76 p.
- LOVICH, J. E., C. H. ERNST et J. F. MCBREEN (1990). "Growth, maturity and sexual dimorphism in the wood turtle, *Clemmys insculpta*", *Canadian Journal of Zoology*, 68: 672-677.
- MacKENZIE, D. I. et J. A. ROYLE (2005). "Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort", *Journal of Applied Ecology*, 42: 1105-1114.
- MASSE, D. (1996). *Situation de la population de tortues des bois (Clemmys insculpta) dans le parc national de la Mauricie et la rivière Shawinigan, état des connaissances sur le site de reproduction et préoccupations de conservation*, non publié, Parcs Canada, Service de la conservation, Parc national de la Mauricie, 44 p.
- MAZEROLLE, M. J., L. L. BAILEY, W. L. KENDALL, J. A. ROYLE, S. J. CONVERSE et J. D. NICHOLS (2007). "Making great leaps forward: Accounting for detectability in herpetological field studies", *Journal of Herpetology*, 41: 672-689.
- McKENNEY, D. W., B. G. MACKEY, J. P. BOGART, J. E. MCKEE, M. J. OLDHAM et A. CHEK (1998). "Bioclimatic and spatial analysis of Ontario reptiles and amphibians", *Écoscience*, 5 (1): 18-30.
- MELCC (2014). *Sentinelle* [En ligne] [<https://www.pub.mddefp.gouv.qc.ca/scc/#no-back-button>] (Consulté le 5 août 2019).
- MFFP (2018). *Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes*, gouvernement du Québec, 32 p.
- MFFP (2021a). *Programmes de suivi de la tortue des bois au Québec*, gouvernement du Québec, Québec, 14 p.
- MFFP (2021b). *Protocole standardisé d'inventaire de la tortue des bois au Québec*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, gouvernement du Québec, Québec, 32 p. + annexes.
- MFFP (2021c). *Classification standardisée des menaces affectant la biodiversité – Définitions pour le Centre de données sur la conservation (CDC) du Québec v1.0*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, gouvernement du Québec, Québec, 26 p.
- OLIVER, J. A. (1955). *The natural history of North American amphibians and reptiles*, D. van Nostrand co., Princeton, New Jersey, 359 p.
- OTIS, D. L., K. P. BURNHAM, G. C. WHITE et D. R. ANDERSON (1978). "Statistical inference from capture data on closed animal populations", *Wildlife Monographs*, 62: 1-135.
- PACKARD, M. J., G. C. PACKARD et T. J. BOARDMAN (1982). "Structure of eggshells and water relations of reptilian eggs", *Herpetologica*, 38: 136-155.

- PARMALEE, P. W. et W. E. KLIPPEL (1981). "Remains of the wood turtle *Clemmys insculpta* (Le Conte) from a late Pleistocene deposit in Middle Tennessee", *American Midland Naturalist*, 105: 413-416.
- POLLOCK, K. H. (1982). "A capture-recapture design robust to unequal probability of capture", *Journal of Wildlife Management*, 46: 752-757.
- POLLOCK, K. H., J. D. NICHOLS, C. BROWNIE et J. E. HINES (1990). "Statistical inference for capture-recapture experiments", *Wildlife Monographs*, 107: 1-97.
- POPE, C. H. (1939). *Turtles of the United States and Canada*, Alfred A. Knopf, New York, 343 p.
- QUINN, N. et D. TATE (1987). *Ecology of the wood turtle (Clemmys insculpta) in Algonquin Park*, Progress report, Ontario Ministry of Natural Resources, Whitney, Ontario, 17 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2017). *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical, Vienne, Autriche.
- REXSTAD, E. et K. P. BURNHAM (1992). *Users' guide for Interactive Program CAPTURE: Abundance estimation of closed animal populations*, Colorado State University, Fort Collins.
- RODRIGUE, D. et J.-F. DESROCHES (2018). *Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes*, Éditions Michel Quintin, Montréal, Québec, 375 p.
- ROSS, D. A., R. K. ANDERSON, C. M. BREWSTER, K. N. BREWSTER et N. RATNER (1991). "Aspects of the ecology of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in Wisconsin", *The Canadian Field-Naturalist*, 105: 363-367.
- ROYLE, J. A. (2004). "N-Mixture models for estimating population size from spatially replicated counts", *Biometrics*, 60: 108-115.
- SAUMURE, R. A. (1992). "*Clemmys insculpta* (Wood turtle). Size", *Herpetological Review*, 23: 116.
- SAUMURE, R. A. (1997). *Growth, mutilation, and age structure of two populations of wood turtles (Clemmys insculpta) in southern Québec*, mémoire de maîtrise, Université McGill, Montréal, 70 p.
- SAUMURE, R. et R. BIDER (1998). "Impact of agricultural development on a population of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in Southern Québec, Canada", *Chelonian Conservation and Biology*, 3 (1): 37-45.
- SAUMURE, R. A. et J. BONIN (1998). *Une clef d'identification des fragments d'œufs de tortues d'eau douce du Québec*, rapport présenté au ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, Québec, 4 p.
- STANLEY, T. R. et K. P. BURNHAM (1999). "A closure test for time-specific capture-recapture data", *Environmental and Ecological Statistics*, 6: 197-209.

- STANLEY, T. R. et J. D. RICHARDS (2005). "Software review: A program for testing capture-recapture data for closure", *Wildlife Society Bulletin*, 33(2): 782-785.
- STANLEY, T. R. et J. D. RICHARDS (2011). *CloseTest*, Logiciel, USGS Fort Collins Science Center.
- STRANG, C. A. (1983). "Spatial and temporal activity patterns in two terrestrial turtles", *Journal of Herpetology*, 17: 43-47.
- TESSIER, N. et F.-J. LAPOINTE (2011). *Protocoles de prélèvement d'échantillons de tissu pour analyses génétiques*, ConservAction ACGT Inc., Université de Montréal, 11 p.
- TESSIER, N., S. RIOUX PAQUETTE et F.-J. LAPOINTE (2005). "Conservation genetics of the wood turtle (*Glyptemys insculpta*) in Quebec, Canada", *Canadian Journal of Zoology*, 83: 765-772.
- TINGLEY, R. et T. B. HERMAN (2008). *The effects of agriculture and forestry on the distribution, movements and survival of wood turtles in an intensively managed landscape*, rapport préparé pour le Nova Scotia Habitat Conservation Fund, 57 p.
- TROCHU, K. (2004). *Écologie et conservation d'une population de tortues des bois (Clemmys insculpta) en Outaouais (Québec, Canada)*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, 108 p.
- ULTSCH, G. R. (2006). "The ecology of overwintering among turtles: Where turtles overwinter and its consequences", *Biological Review*, 81: 339-367.
- WALDE, A. (1998). *Ecology of the wood turtle, Clemmys insculpta, Quebec, Canada*, mémoire de maîtrise, Université McGill, Montréal, Québec, 95 p.
- WALDE, A. et J. R. BIDER (1998). *Démographie et écologie de la nidification de la tortue des bois Clemmys insculpta, dans la région de la Mauricie, Québec*, rapport rédigé pour Parcs Canada — Patrimoine canadien, 42 p.
- WHITE, G. C. et K. P. BURNHAM (1999). "Program MARK: survival estimation from populations of marked animals", *Bird Study*, 46 (Suppl.): 120-138.
- WRIGHT, A. H. (1918). "Notes on *Clemmys*", *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 31: 51-58.

Annexe A Procédure abrégée



Protocole standardisé Suivi des populations de tortues des bois au Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs



Procédure abrégée

Objectifs

- Mesurer ponctuellement l'abondance de populations de tortues des bois.
- Analyser les tendances populationnelles dans le temps.

Hypothèses

Les hypothèses suivantes doivent être respectées :

1. Il n'y a pas de mort ni de naissance, ni d'émigration ou d'immigration durant la période d'échantillonnage (ou elles sont assez faibles pour pouvoir être considérées comme nulles). Ainsi, il faut tenir toutes les séances d'échantillonnage dans le plus court laps de temps possible;
2. Tous les individus ont la même probabilité de capture durant une visite donnée (ou elle est assez semblable pour être considérée comme identique), mais la probabilité de capture peut varier d'une visite à l'autre. Ainsi, il faut parcourir toujours la même zone de recherche d'une séance à l'autre.
3. Aucune marque d'identification n'est effacée ou non détectée par les observateurs (et les marques sont lues correctement). Idéalement, photographier les marques pour pouvoir s'y référer s'il y a un doute sur l'identification de l'individu.

Points importants à retenir

Il est important que les observateurs aient en tête les éléments suivants :

1. Ne pas se limiter seulement à la berge (il faut concentrer l'effort davantage dans les habitats à plus fort potentiel : rives, contour d'étangs, anciens méandres, parcelles d'habitats ouverts ensoleillés). Dans l'eau, les tortues seront souvent dans ou à proximité d'abris : embâcle, racines ou branches d'aulnes riverains;
2. Couvrir le plus possible les mêmes zones d'une séance à l'autre pour que toutes les tortues aient une probabilité d'être détectées;
3. Avoir une idée précise de ce que l'on cherche : sur la terre, il faut rechercher la couleur de la carapace et la forme des écailles marginales à l'arrière de la carapace; dans l'eau, il faut rechercher l'orangé, des pattes et du cou;
4. Adapter sa recherche aux conditions météo : si nuageux et froid, alors plus d'effort de recherche dans l'eau (rivière, étangs). Au début de la journée, les tortues s'exposent au soleil (porter plus d'attention aux endroits où le soleil est intense), à mesure que la journée avance, les tortues sont de plus en plus cachées sous des abris (branches, pieds des aulnes) qui, eux, sont tout de même exposés au soleil.

Protocole standardisé Suivi des populations de tortues des bois au Québec

Procédure abrégée (suite)

Points importants à retenir (suite)

5. Chercher des micro-habitats qui sont réchauffés plus que la moyenne : parcelle bien orientée (généralement sud-est, sud, sud-ouest), pente ou talus qui permettent à la tortue de se placer à 90° par rapport au rayon du soleil. La raison pour laquelle une tortue se trouve sur la terre ferme durant la période où les inventaires sont effectués est la recherche de chaleur pour augmenter sa température corporelle, alors il faut la chercher aux endroits qui lui permettent d'atteindre cet objectif.

Matériel

- Permis SEG, le cas échéant
- Épuisette
- Embarcation et matériel nautique (s'il est possible de naviguer sur la rivière)
- Bottes-salopettes si l'embarcation n'est pas utilisée
- Bottes cuissardes
- Bac de plastique (pour déposer les tortues dans l'embarcation)
- Vernier forestier
- Balance Pesola, ou autre, et sac de pesée
- Limes de 6 mm (marquage des adultes) et de 3 mm (marquage des juvéniles)
- Alcool pour désinfecter les limes
- GPS + piles
- Appareil photo
- Thermomètre
- Lunettes polarisantes
- Jumelles
- Fiches de terrain (papier ou électronique — tablette ou téléphone intelligent)
- Liste des tortues marquées sur la rivière avec leur historique de capture pour la campagne de l'année en cours
- Compresse de gaze stérile et cicatrisant ou antiseptique en vaporisateur Cothivet^{MD}
- Matériel de désinfection et gants à usage unique ou désinfectant pour les mains

Conditions optimales d'échantillonnage

- Commencer l'échantillonnage après le début du retrait des eaux au printemps, lorsque la rivière a regagné son lit sur la majeure partie du tronçon.
- Terminer l'échantillonnage avant que la végétation ait envahi le sol et que le couvert herbacé fasse chuter la probabilité de détection des tortues.
- Exclure les journées froides et pluvieuses : privilégier les journées où la température de l'air est plus élevée que la température de l'eau.

Protocole standardisé Suivi des populations de tortues des bois au Québec

Procédure abrégée (suite)

Conditions optimales d'échantillonnage (suite)

- Viser une température de l'air de plus de 10 °C lorsque le ciel est ensoleillé.
- Viser une température de l'air de plus de 15 °C lorsque le ciel est nuageux.
- Tenir chacune des séances d'échantillonnage de 8 h à 16 h, période où le comportement d'exposition au soleil pour réguler la température corporelle est le plus fréquent.

Méthodologie

- Prévoir un minimum de cinq observateurs (deux de chaque côté de la rivière), avec idéalement une cinquième personne qui couvre le cours d'eau en embarcation ou à pied.
- Échanger les côtés de rivière entre les observateurs d'une séance d'échantillonnage à l'autre.
- Garder à l'esprit qu'il est important de parcourir l'ensemble du tronçon de rivière délimité, avec les mêmes « écarts » (voir section sur l'effort plus grand dans les habitats à fort potentiel) d'une séance d'échantillonnage à une autre.
- Capture à la main lorsque la tortue est sur la terre ferme et capture à l'épuisette, au besoin, lorsque la tortue est dans l'eau.
- Respecter les bonnes pratiques durant la manipulation des individus (Normes de bons soins aux animaux sauvages — Tortues et conditions permis SEG).
- Marquer les tortues avec un numéro unique (avoir la liste des numéros des tortues déjà marquées sur la rivière et avoir un numéro de rivière).
- Remplir au complet les fiches de terrain (effort et CMR).

Données à collecter

Effort

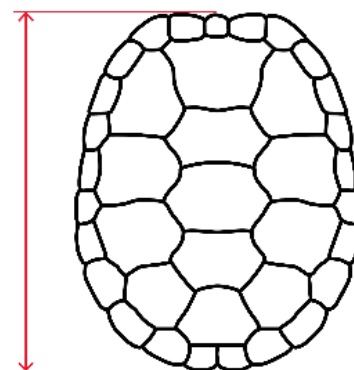
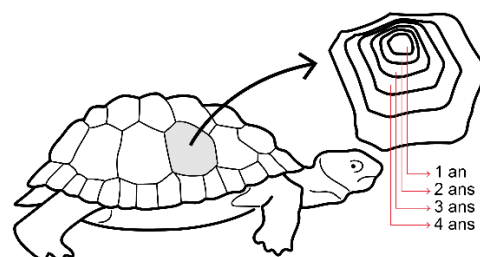
- Nom des observateurs et organisation
- Date
- Nom de la rivière
- Type d'effort d'inventaire (nombre d'observateurs sur les berges et dans la rivière)
- Heure de début et heure de fin de chaque séance
- Temps de pause le midi
- Ensoleillement au début, vers midi et à la fin de chaque séance
- Précipitation au début, vers midi et à la fin de chaque séance
- Température de l'air au début, vers midi et à la fin de chaque séance
- Température de l'eau au début, vers midi et à la fin de chaque séance
- Coordonnées (NAD83) de départ et coordonnées de fin de tronçon
- Description sommaire de l'habitat

Protocole standardisé Suivi des populations de tortues des bois au Québec

Procédure abrégée (suite)

CMR

- Nom des observateurs qui ont trouvé et manipulé la tortue
- Date
- Nom de la rivière
- Identification de la tortue (code de carapace)
- Heure de la capture
- Coordonnées de la capture (NAD83)
- Type d'effort de capture (capturée ou observée)
- Sexe (M/F/Juvénile)
- Longueur de la dossière de la carapace (vernier forestier, ± 5 mm)
- Longueur du plastron (vernier forestier, ± 5 mm)⁵
- Poids (en grammes)
- Interprétation de l'âge
- Température de l'air
- Température de l'eau
- Numéro des photos prises
- Blessure ou amputation
- Description des menaces



Blessure/amputation

Acronymes pour la prise de données :

- PAVG : patte avant gauche;
- PAVD : patte avant droite;
- PARG : patte arrière gauche;
- PARD : patte arrière droite.

Description des menaces (à noter seulement si elles sont visibles à partir du point de capture)

- Sentiers récréatifs (p. ex. VTT, motocross, etc.)
- Activités nautiques de plaisance (pêche récréative, motomarine, etc.)
- Modification des berges (p. ex., stabilisation de berges par empierrement)
- Roseau commun (phragmites)
- Renouée du Japon

⁵ Dans le cas de la longueur du plastron et de la carapace, et du poids, il pourrait être possible de ne pas mesurer de nouveau ces données sur une tortue déjà capturée au cours de l'année courante afin d'accélérer le processus d'échantillonnage. À cette fin, la feuille de terrain présentée à la figure 5 (section 4) pourra être utilisée pour noter les tortues qui auront déjà été capturées et mesurées. Notons cependant qu'il serait approprié de mesurer au moins deux fois chaque tortue capturée de nouveau afin de minimiser les risques d'erreur de mesure.

Protocole standardisé Suivi des populations de tortues des bois au Québec

Procédure abrégée (suite)

IMPORTANT

- Il est très important de remplir toutes les « cases » des feuilles ou des formulaires de terrain en écrivant non disponible (ND) au besoin.
- Ne pas oublier de prendre en photo le numéro et les blessures observées sur les individus capturés.

Critère d'identification de la tortue des bois

Les principaux critères d'identifications de la tortue des bois sont :

- tête et dessus des pattes noires;
- cou et intérieur des pattes orangés;
- écailles de la dossière légèrement surélevées et comportent des anneaux concentriques;
- carapace brunâtre ou grise;
- écailles marginales postérieures légèrement dentées;
- plastron jaunâtre et chaque écaille porte une tache noire sur le bord externe;
- pieds faiblement palmés et pourvus de fortes griffes.



Sur terre



Dans l'eau



Protocole standardisé Suivi des populations de tortues des bois au Québec

Procédure abrégée (suite)

Prélèvement de tissus pour analyse génétique

Suivre la procédure suivante :

1. Étirer la patte de manière à exposer les écailles;
2. Soulever délicatement une écaille de la peau et couper la marge de la cellule épithéliale;
3. Prélever environ quatre gros morceaux d'écaille pour les adultes et huit petits morceaux pour les petits individus;
4. Déposer les écailles dans une fiole contenant de l'alcool 70 à 95 %;
5. Identifier la fiole à l'aide d'un crayon de plomb en indiquant sur une languette de papier le numéro de l'individu, l'espèce, la date et le site de capture. Éviter les marqueurs permanents parce que l'écriture disparaît au contact de l'alcool.
6. Déposer l'identification dans la fiole d'alcool.



Prélèvement d'une écaille sur une patte

Annexe B Comparaison entre deux méthodes principales de suivi de populations de tortues des bois

Comparaison entre deux méthodes principales de suivi de populations de tortues des bois

Méthode	Hypothèses à respecter (Mazerolle et coll., 2007)	Effort d'échantillonnage	Résultats attendus	Limitations	Références
Capture-Marquage-Recapture avec conception robuste	1. Fermeture de la population 2. Tous les individus ont la même probabilité de capture 3. Les marques sont lues correctement et ne s'effacent pas	Environ 8 séances par site	Estimation de la taille de population Estimation du taux de survie Estimation de la structure de la population	Requiert la capture des individus Nombre important de captures requis pour obtenir une estimation fiable	Pollock, 1982 Pollock et coll., 1990 Kendall, 1999
Observation sans marquage	1. Il n'y a pas de variation de l'abondance aux sites entre la première et la dernière visite. 2. La probabilité de détection est constante entre les sites 3. Les détections sont indépendantes d'une visite à l'autre à un site donné. 4. L'abondance suit la distribution spécifiée par le modèle	Au moins trois séances par site dans 25-30 sites minimum	Modélisation de l'abondance dans les 25-30 sites suivis	Requiert un nombre élevé de sites Fournit moins de renseignements sur la population que les méthodes de suivi impliquant la capture des individus	Royle, 2004

Annexe C Liste des codes de rivières pour l'inventaire de la tortue des bois

Liste des numéros de rivières pour l'inventaire de la tortue des bois

Numéro*	Rivière	Région
1	Rivière aux Brochets	Montréal
2	Rivière Sutton	Estrie
3	Rivière Yamaska	Montréal
4	Rivière Tomifobia	Estrie
5	Rivière Mastigouche	Mauricie
6	Rivière Kazabazua	Outaouais
7	Rivière Shawinigan	Mauricie
8	Rivière L'Assomption	Lanaudière
9	Rivière de l'Aigle	Outaouais
10	Rivière du Chêne	Chaudière-Appalaches
11	Rivière Noire	Chaudière-Appalaches
12	Rivière du Loup	Mauricie
13	Rivière Missisquoi et tributaire Missisquoi Nord	Estrie
14	Rivière Petite Cascapédia	Gaspésie
15	Rivière aux Rats (près de La Tuque)	Mauricie
16	Rivière aux Pins	Chaudière-Appalaches
17	Rivière au Saumon	Estrie
18	Rivière Ulverton	Estrie
19	Rivière Picanoc	Outaouais
20	Rivière Gentilly	Centre-du-Québec
21	Rivière Coulonge	Outaouais
22	Rivière Ouareau	Lanaudière
24	Rivière Saint-Charles	Capitale-Nationale
25	<i>Numéro disponible</i>	Chaudière-Appalaches
26	Branche ouest de la Petite rivière Noire	Bas-Saint-Laurent
27	Rivière Madawaska et tributaires (rivière aux Bouleaux, rivière Griffin, rivière Lizotte et rivière Languedoc)	Bas-Saint-Laurent
28	Ruisseau Branche à Jerry	Bas-Saint-Laurent

* Si vous voulez faire un inventaire sur une nouvelle rivière, veuillez contacter la DGFA de votre région qui vous attribuera un numéro de rivière.

Liste des numéros de rivières pour l'inventaire de la tortue des bois (suite)

Numéro	Rivière	Région
29	Rivière Coulonge-Est	Outaouais
30	Ruisseau Baker Nord	Bas-Saint-Laurent
31	Rivière Désert	Outaouais
36	Rivière Bourbon	Centre-du-Québec
37	Rivière aux Rats	Mauricie
38	Rivière du Milieu	Mauricie
44	Rivière Cabano	Bas-Saint-Laurent
45	Rivière Ashberish	Bas-Saint-Laurent
46	Rivière Bleue	Bas-Saint-Laurent
47	Rivière à la Truite	Bas-Saint-Laurent
48	Rivière Pointe de Sable	Bas-Saint-Laurent
49	Rivière Boisbouscache	Bas-Saint-Laurent
52	Rivière Noire	Centre-du-Québec
53	Rivière du Diable	Laurentides
54	Rivière Massawippi	Estrie
55	Rivière Bellecombe	Abitibi-Témiscamingue
60	Rivière Saint-François/ruisseau Paul-Boisvert	Estrie
61	Rivière Etchemin	Chaudière-Appalaches
63	Ruisseau Cedar	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
64	Rivière Touladi	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
65	Rivière Horton	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
66	Rivière Chat Sauvage	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
67	Rivière des Crocs	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
68	Rivière Saint-François	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
69	Rivière Squatec	Bas-Saint-Laurent/N.-B.
71	Rivière au Lait	Mauricie
72	Rivière Noire	Estrie
75	Rivière Dufresne	Lanaudière
76	Rivière Versailles	Lanaudière
81	Rivière aux Perches	Bas-Saint-Laurent

Annexe D Formulaire de prise de données — Tortue des bois — Effort

FORMULAIRE DE PRISE DE DONNÉES — TORTUE DES BOIS — EFFORT

Noms des observateurs	Organisme	Noms des observateurs	Organisme

Nom de la rivière/site : _____ Date : _____

Nombre d'observateurs : _____ À partir de la berge droite _____ À partir de la berge gauche _____ À partir d'une embarcation

DÉBUT

Heure de début de l'inventaire : _____

Température de l'air : _____ °C

Température de l'eau : _____ °C

Ennuagement :

☐ 0-25 % ☐ 25-50 % ☐ 50-75 % ☐ 75-100 %

Précipitations :

☐ Aucune ☐ Faible ☐ Modérée ☐ Forte

Coordonnées GPS (NAD83) :

Lat. : _____

Long. : _____

Commentaires : _____

MIDI

PREMIER TRONÇON

Température de l'air : _____ °C

Température de l'eau : _____ °C

Ennuagement :

☐ 0-25 % ☐ 25-50 % ☐ 50-75 % ☐ 75-100 %

Précipitations :

☐ Aucune ☐ Faible ☐ Modérée ☐ Forte

Habitat

Substrat à nu (sable ou gravier) :

☐ Abondant ☐ modéré ☐ rare

Aulnaie : ☐ abondante et largeur variable ☐ linéaire

☐ rare ou absente

Menaces (type ou traces selon les menaces)

☐ Véhicules motorisés (VTT, motocross, etc.)

☐ Activités nautiques de plaisance motorisée

☐ Modification anthropique des berges

☐ Roseau commun (phragmites)

☐ Renouée du Japon

Temps de pause : _____

FIN

DEUXIÈME TRONÇON

Température de l'air : _____ °C

Température de l'eau : _____ °C

Ennuagement :

☐ 0-25 % ☐ 25-50 % ☐ 50-75 % ☐ 75-100 %

Précipitations :

☐ Aucune ☐ Faible ☐ Modérée ☐ Forte

Habitat

Substrat à nu (sable ou gravier) :

☐ Abondant ☐ modéré ☐ rare

Aulnaie : ☐ abondante et largeur variable ☐ linéaire

☐ rare ou absente

Menaces (type ou traces selon les menaces)

☐ Véhicules motorisés (VTT, motocross, etc.)

☐ Activités nautiques de plaisance motorisée

☐ Modification anthropique des berges

☐ Roseau commun (phragmites)

☐ Renouée du Japon

Coordonnées GPS Lat. : _____

Long. : _____

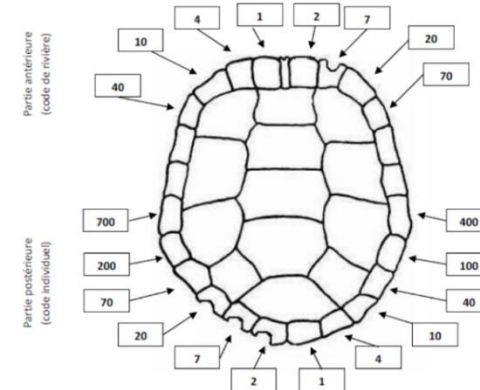
Heure de fin de l'inventaire : _____

Annexe E Formulaire de prise de données —
Tortue des bois — Capture-marquage-
recapture (CMR)

FORMULAIRE DE PRISE DE DONNÉES — TORTUE DES BOIS — CMR

Noms des observateurs	Organisation	Noms des observateurs	Organisation

Nom de la rivière : _____ Date : _____



Individu n° _____

Heure : _____

Coordonnées GPS Lat. : _____

Long. : _____

Type : ☐ Marquage ☐ Recapture (année en cours)

Type d'effort : ☐ Capturée ☐ Observée

Sexe : ☐ Mâle ☐ Femelle ☐ Juvénile

Nombre d'anneaux : _____

Longueur carapace : _____ mm

Longueur plastron : _____ mm

Poids : _____ g

Prélèvement de tissus : ☐ Oui ☐ Non

Capturée : ☐ Eau ☐ Talus

☐ Berge, à quelle distance _____ m

N° de photo : _____

Blessure/amputation : ☐ Carapace ☐ Plastron

☐ Queue ☐ PAVG ☐ PAVD ☐ PARG ☐ PARD

☐ Tête

Menace (blessure/mort) : ☐ Agricole

Nautique ☐ Route ☐ Maladie ☐ Prédation

Individu n° _____

Heure : _____

Coordonnées GPS Lat. : _____

Long. : _____

Type : ☐ Marquage ☐ Recapture (année en cours)

Type d'effort : ☐ Capturée ☐ Observée

Sexe : ☐ Mâle ☐ Femelle ☐ Juvénile

Nombre d'anneaux : _____

Longueur carapace : _____ mm

Longueur plastron : _____ mm

Poids : _____ g

Prélèvement de tissus : ☐ Oui ☐ Non

Capturée : ☐ Eau ☐ Talus

☐ Berge, à quelle distance _____ m

N° de photo : _____

Blessure/amputation : ☐ Carapace ☐ Plastron

☐ Queue ☐ PAVG ☐ PAVD ☐ PARG ☐ PARD

☐ Tête

Menace (blessure/mort) : ☐ Agricole

Nautique ☐ Route ☐ Maladie ☐ Prédation

Individu n° _____

Heure : _____

Coordonnées GPS Lat. : _____

Long. : _____

Type : ☐ Marquage ☐ Recapture (année en cours)

Type d'effort : ☐ Capturée ☐ Observée

Sexe : ☐ Mâle ☐ Femelle ☐ Juvénile

Nombre d'anneaux : _____

Longueur carapace : _____ mm

Longueur plastron : _____ mm

Poids : _____ g

Prélèvement de tissus : ☐ Oui ☐ Non

Capturée : ☐ Eau ☐ Talus

☐ Berge, à quelle distance _____ m

N° de photo : _____

Blessure/amputation : ☐ Carapace ☐ Plastron

☐ Queue ☐ PAVG ☐ PAVD ☐ PARG ☐ PARD

☐ Tête

Menace (blessure/mort) : ☐ Agricole

Nautique ☐ Route ☐ Maladie ☐ Prédation



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 