

L'influence des facteurs météorologiques sur la ponte des tortues à deux sites de nidification anthropiques de tortues à Bristol et Clarendon, Pontiac, Québec, Canada

Par Sofia Pizzuto
300174830

BIO 4009 – Projet de recherche
Superviseur : Dr Gabriel Blouin-Demers

Université d'Ottawa
Département de Biologie

26 avril 2024

Résumé

De nombreux organismes ectothermiques ont la capacité d'ajuster leur physiologie et leur comportement pour tolérer leur environnement thermique. Dans les régions tempérées en particulier, il est observé qu'à mesure que les températures se réchauffent, les événements de reproduction (par exemple, la parade nuptiale, la nidification et l'éclosion) surviennent plus tôt dans la saison, au printemps ou en été. Le moment des événements reproducteurs lors d'une saison a plusieurs implications sur l'aptitude des tortues. Elles dépendent des conditions temporelles spécifiques pour la ponte des œufs. Les indices environnementaux qui déclenchent l'activité de nidification des tortues sont mal connus, malgré leurs implications importantes pour guider les efforts de conservation des espèces. J'ai surveillé deux sites de nidification anthropiques dans la région du Pontiac au Québec afin de répondre à mes deux objectifs; déterminer si le temps de la ponte des tortues dépend de la température et des précipitations et de déterminer les sites de nidification anthropiques sont potentiellement des pièges écologiques pour les populations de tortues. Avec les variables environnementales de température et précipitation, j'ai voulu prédire quand les tortues vont nicher. Je n'ai pas trouvé d'effet dans mes analyses. L'absence d'association dans mes analyses peut être en raison d'une sous-estimation du nombre de nids recensés et de ma petite taille d'échantillon. Mes résultats pourraient tout de même suggérer que les sites anthropiques surveillés ne contribuent pas véritablement à l'effort reproductif des populations de tortues locales et pourraient servir à informer des projets de conservation dans la région.

Abstract

Many ectothermic organisms can adjust their physiology and behaviour to tolerate their thermal environment. In temperate regions, it is observed that as temperatures warm, reproductive events (for example, courtship, nesting, and hatching) occur earlier in the season, in spring or summer. The timing of reproductive events in a season has several implications for turtle fitness. They depend on specific temporal conditions for egg laying. The environmental cues that trigger turtle nesting activity are poorly understood, despite their important implications for guiding species protection efforts. I monitored two anthropogenic nesting sites in the Pontiac region of Quebec to meet my two objectives; determine whether the timing of turtle nesting events depend on temperature and precipitation and to determine if the anthropogenic nesting sites are potentially ecological traps for turtle populations. With the environmental variables of temperature and precipitation, I wanted to predict when turtles will nest. I found no significant effect in my analysis. The lack of association in my analyses may be due to an underestimation of the number of identified nests and my small sample size. However, my results may suggest that the anthropogenic sites monitored do not contribute to the reproductive effort of local turtle populations and may be used to inform conservation projects in the region.

Remerciements

J'aimerais tout d'abord remercier mon superviseur Gabriel Blouin-Demers de m'avoir accordé l'opportunité de rejoindre son laboratoire d'herpétologie et pour son soutien continu tout au long de mon projet. Je souhaite également remercier Conservation de la nature Canada de m'avoir accordé l'opportunité de réaliser la collecte de données lors de l'été 2023, encadré d'une équipe formidable que je n'aurai pas pu imaginer meilleure. Je tiens à remercier tout particulièrement Francisco Retamal-Diaz, mon superviseur de stage, pour son expertise de terrain et sa contribution à la planification et la concrétisation de ce projet. Merci également à Amélie Boutin de son aide sur le terrain et pour tous les bons moments partagés. Je n'aurais pas pu faire ça sans vous. Un gros merci aux autres étudiantes de thèse dans le laboratoire d'herpétologie pour le soutien moral et à ma famille pour leur amour inconditionnel.

Table de matière

Résumé	2
Abstract	3
Remerciements	4
Liste de tableaux	6
Liste de figures	7
Introduction	8
Méthodes	13
<i>Aire et durée de l'étude</i>	13
<i>Surveillance des sites de ponte anthropiques par pièges-caméras</i>	13
<i>Évaluation du taux de prédation</i>	14
<i>Analyses statistiques</i>	14
Résultats	16
<i>Fréquentation de tortues et nids recensés</i>	16
<i>L'activité de nidification selon les conditions météorologiques</i>	16
<i>Le taux de prédation des nids de tortues</i>	16
Discussion	17
<i>Prédire la ponte selon les conditions météorologiques</i>	17
<i>Le taux de prédation des nids de tortues</i>	18
<i>Recensement des nids de tortues</i>	19
<i>Implications et conclusions</i>	21
Références	22
Tableaux	26
Figures	30
Informations supplémentaires	33

Liste de tableaux

Tableau 1. Taux de prédation des nids de tortues d'eau douce nord-américaines (tortue géographique, tortue mouchetée, tortue peinte et tortue serpentine) dans des sites qui subissent divers niveaux de perturbations humaines.

Tableau 2. Modèle linéaire généralisé de type binomial négatif pour déterminer les effets de la météo sur le nombre de nids par jour combiné des tortues locales du site Bristol et du site Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) en 2023 (N = 25). Les données météorologiques de la température moyenne et des précipitations proviennent de la station Ottawa CDA d'environnement et changement climatique Canada, située à proximité des sites de pont.

Tableau 3. Modèle linéaire pour déterminer les effets des précipitations sur le délai entre la pont et la prédation des nids de tortues dans les sites Bristol et Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) en 2023 (N = 35). Les données météorologiques de la température moyenne et des précipitations proviennent de la station Ottawa CDA d'environnement et changement climatique Canada, située à proximité des sites de pont.

Liste de figures

Figure 1. Carte des deux sites de pontes anthropiques dans la région du Pontiac (Québec, Canada) surveillés pour une durée de 48 jours, du 31 mai au 17 juillet 2023, lors de la saison de nidification des tortues. La surveillance s'est déroulée au site Bristol (ancienne carrière de sable), représentée par l'icône rouge, et Clarendon (aménagement faunique), représentée par l'icône jaune.

Figure 2. Le nombre de pontes dans une journée prédite par une régression Poisson en fonction des A) précipitations et de la B) température. Les points représentent le nombre total de nids des sites Bristol et Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) dans une journée de suivi en 2023. Les lignes sont les régressions et le nuage bleu représente l'intervalle de confiance à 95%.

Figure 3. La régression linéaire du délai en heures entre la ponte et la prédation en fonction des précipitations. Les points représentent la durée en heures du délai entre la ponte et la prédation du nid de tortue des sites Bristol et Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) en 2023. La ligne représente la régression et le nuage bleu représente l'intervalle de confiance à 95%.

Introduction

Les ectothermes représentent la majorité de la biomasse animale et comprennent environ 99% des espèces animales dans le monde (Zhang, 2011). Les ectothermes incluent, notamment, les poissons, les reptiles (par exemple les lézards, les tortues, les crocodiles et les serpents), les amphibiens (par exemple les grenouilles, les salamandres et les tritons) et les invertébrés (par exemple les insectes, les arachnides et les crustacés). Contrairement aux endothermes qui peuvent maintenir leur température corporelle via des processus métaboliques (Boyles et al., 2011), les ectothermes régulent leur température corporelle principalement par des stratégies comportementales telles que l'exposition au soleil et la recherche de zones ombragées (Walther et al., 2002).

Étant donné leur sensibilité particulière à l'environnement thermique, l'activité et la locomotion des ectothermes varient en fonction de la température. Ils constituent le principal groupe d'animaux terrestres adaptés à leur environnement thermique local ou qui dépendent principalement sur la thermorégulation comportementale pour optimiser leur efficacité, améliorer leur aptitude et assurer leur survie (Willmer, 1991; Porter et Gates, 1969). Chez de nombreux ectothermes, la température ambiante peut être considérée une ressource environnementale en déterminant la température corporelle, ce qui entraîne des changements comportementaux (par exemple l'acquisition de ressources alimentaires, l'établissement de la dominance sociale et l'évitement des prédateurs), morphologiques et physiologiques, ayant un impact crucial sur leur survie et leur reproduction (Huey, 1969; Huey et Stevenson, 1979). De nombreux organismes ectothermiques ont la capacité d'ajuster leur physiologie et leur comportement pour tolérer leur environnement thermique. Autrement dit, la température influence non seulement la façon dont les comportements sont exécutés (par exemple, la rapidité), mais peut également déterminer si un

comportement donné est exprimé ou non. L'activité des ectothermes se déroule dans un seuil thermique, lorsque la température corporelle est supérieure ou inférieure à ce seuil, l'activité ne se produira pas (Dawson, 1975). Ce ne sont pas tous les comportements qui seront nécessairement effectués à toutes les températures corporelles dans la période active. Différentes activités sont susceptibles d'avoir leurs fonctions de probabilité uniques dépendantes de la température.

La température a une influence sur le métabolisme et le comportement des tortues. À mesure que la température augmente, l'énergie plus élevée des réactions biochimiques accélère le rythme des processus métaboliques, influençant ainsi la physiologie et le comportement des organismes (Angilletta, 2009). Un tel comportement est le choix du site de nidification; les tortues peuvent effectuer leur choix en fonction de la température afin d'assurer des conditions optimales pour le développement des œufs (Roosenburg, 1996; Schwarzkopf et Brooks, 1985), ces organismes peuvent alors avoir un effet maternel comportemental. La température joue aussi un rôle important dans le moment de la nidification, l'étendue de son effet peut varier d'une espèce de tortue à l'autre et selon ses préférences (Bowen et Janzen 2005). Par exemple, chez la tortue peinte (*Chrysemys picta*), la période de nidification se déroule typiquement de la fin mai à la mi-juillet avec un pic en juin et au début juillet, la plage optimale pour leur activité tombe entre 17-23 °C (Ernst et Lovich, 2009). Au Québec, le début de la saison de nidification est corrélé avec la température moyenne de l'année précédente et non de la température du mois d'avril (Ernst et Lovich, 2009). La majorité des tortues serpentine (*Chelydra serpentina*) dans leur répartition nord-américaine ont une période de nidification qui a lieu entre mai et juin et s'étale sur trois semaines. Le réchauffement des températures ambiantes semble déclencher le comportement de nidification chez les femelles. L'augmentation de la température au-dessus de 10-16 °C au mois de mai provoque une plus grande activité de ponte (Ernst et Lovich, 2009; Hammer, 1969).

Les tortues pourraient décider de pondre pendant les journées pluvieuses pour masquer les indices olfactifs et pour faciliter la construction des nids. Les tortues subissent le taux de mortalité le plus élevé au stade des oeufs (Ernst et Lovich, 2009). Muell et al. (2021) ont démontré que les températures plus élevées et les précipitations étaient corrélées avec plus de pontes chez les tortues peintes. La pluie sert potentiellement à cacher les indices olfactifs des nids, mais il y a de l'incertitude quant à ses effets. Les prédateurs, particulièrement les mammifères, utilisent les indices olfactifs afin de trouver leurs proies; la pluie pourrait servir à atténuer ces signaux. Legler (1954) a émis l'hypothèse que les odeurs des nids peuvent être cachées par les pluies et que les nids construits suivant les pluies sont moins à risque d'être détruits par les prédateurs. Burke et al. (1994) ont aussi suggéré que nicher pendant les épisodes de pluie pourrait être un mécanisme anti-prédateur employé par les tortues pour masquer les indices olfactifs associés aux nids. En plus de minimiser le risque de prédation, la nidification pendant ou après la pluie pourrait offrir des avantages pour les reptiles aquatiques nichant au sol en minimisant la perte d'eau par évaporation (Wilson et al., 1999) et en facilitant la locomotion sur le substrat ramolli (Pike, 2008). Les précipitations peuvent également déclencher la nidification des tortues en facilitant la construction des nids; il est suggéré que la pluie facilite le creusage des nids en rendant le sol plus meuble (Bowen et Janzen, 2005).

Les reptiles, et surtout les tortues, sont particulièrement à risque face aux pressions des activités humaines. Les tortues comptent parmi les groupes de vertébrés les plus menacés au monde, avec plus de la moitié des 360 espèces vivantes actuellement menacées d'extinction (Lovich et al., 2018; Stanford et al., 2020). Les raisons de la situation désastreuse des tortues dans le monde incluent la destruction de l'habitat, la surexploitation et le changement climatique (Lovich et al, 2018). La stratégie d'histoire de vie des tortues est caractérisée par une maturité

sexuelle tardive et une longévité extrême (Congdon et al., 1993). Ces caractères les rendent vulnérables à l'extinction face au rythme accéléré des changements anthropiques (Stanford et al., 2020), surtout à l'augmentation de la mortalité.

Comme le climat change rapidement, comprendre les facteurs météorologiques qui influencent le comportement de nidification pourrait fournir des informations importantes afin d'améliorer les actions de conservation des tortues. Il y a plusieurs facteurs abiotiques qui pourraient influencer la saison de nidification ainsi que l'activité de nidification quotidienne des tortues, mais leur impact n'est pas clair, ni les mécanismes possibles derrière la variation des temps de pontes lors d'une saison de nidification. Plusieurs études ont tenté de comprendre les indices environnementaux qui dictent le début de la saison de nidification (Congdon et al., 1993; Hendrick, 2021; Bowen et Janzen, 2005; Thompson et al., 2017), mais peu d'entre elles visaient à déterminer le rôle de ces indices sur le comportement de nidification sur une base quotidienne. Étant donné le rôle que les conditions météorologiques peuvent jouer, examiner le comportement de nidification à une échelle temporelle plus courte pourrait fournir des informations intéressantes pour analyser le comportement reproducteur des tortues.

Mon objectif principal était de déterminer si le temps de la ponte des tortues dépend de la température et des précipitations. J'ai testé l'hypothèse selon laquelle les conditions météorologiques, la température et les précipitations ont une influence sur la nidification des tortues. J'ai également testé l'hypothèse selon laquelle les précipitations peuvent servir à masquer les indices olfactifs des nids. J'ai prédit que le nombre de nids pondus augmentera lorsque les températures approchent de 17-23 °C (Ernst et Lovich, 2009) et lors des jours de pluie. De plus, le délai entre la ponte et la prédation d'un nid de tortue devrait être plus long les jours de pluie. Mon objectif secondaire était de déterminer si les sites de nidification anthropiques sont potentiellement

des pièges écologiques pour les populations de tortues. J'ai donc évalué le taux de prédation des nids de tortues à deux sites de nidification anthropiques.

Méthodes

Aire et durée de l'étude

Dans les vastes complexes des milieux humides du Grand Marais de Bristol et de Clarendon dans la région du Pontiac, Québec, se trouvent des sablières anthropiques. Ces sites anthropiques représentent des aires de nidification pour les tortues, dont la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*), une espèce désignée comme « menacée » en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (MFFP). Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), quant à lui, a désigné la tortue mouchetée « en voie de disparition » en 2016 lors du réexamen de son statut (ECCC, 2017). Le projet s'est déroulé sur deux sites dont une sablière à Bristol et un site de ponte artificiel aménagé à Clarendon (*Figure 3*) sur des propriétés protégées par Conservation de la nature Canada. Les sites ont été surveillés lors de la saison de ponte des tortues, c'est-à-dire de la fin mai à la mi-juillet 2023. Cela englobe la saison de ponte des tortues peintes (Christens et Bider, 1987), des tortues serpentines (Ernst et Lovich, 2009) et des tortues mouchetées (Congdon et al., 1983). Il est important de noter que les tortues locales de la région surveillée pourraient pondre plus qu'une couvée par saison alors il est possible que le même individu ait été observé pondre à plusieurs reprises (Christens et Bider, 1983).

Surveillance des sites de ponte anthropiques par pièges-caméras

Afin de surveiller les sites de ponte, j'ai installé des pièges-caméras (Reconyx, Spypoint et Bushnell) du 31 mai au 17 juillet 2023 inclusivement. Les caméras ont été réglées afin qu'elles soient actives 24 heures sur 24 et qu'une photo soit prise aux 5 minutes. Elles ont été disposées de sorte que l'aire surveillée soit maximisée, approximativement aux 50 mètres. La visibilité a aussi été prise en compte lors de l'installation des pièges-caméras afin de minimiser le chevauchement

du champ de vision entre les caméras et pour optimiser la détection des pontes dans les sablières. Le nombre de pièges-caméras installés dépendait de la superficie et du paysage du site de ponte. J'ai installé quatre pièges-caméras afin de surveiller le site de ponte artificiel de Clarendon (S4; S5) et treize pièges-caméras pour la sablière de Bristol (S3; S6). L'objectif était de dénombrer les pontes des tortues locales à l'aide des photos prises et ensuite d'évaluer l'état de la ponte, soit prédaté ou non, lors des visites de terrain.

Évaluation du taux de prédation

J'ai effectué des suivis bihebdomadaires afin de documenter le taux de prédation dans les sites d'étude. J'ai analysé les photos prises par les pièges-caméras et noté l'heure de début et de fin de chaque ponte observée. Une tortue qui restait au même endroit pour une période de 30 minutes ou plus était considérée comme ayant niché. Pour éviter le comptage en double des nids, les nids prédatés étaient remblayés et les coquilles dispersées dans le milieu naturel à proximité.

Analyses statistiques

Afin d'analyser les associations entre l'activité de nidification et les conditions météorologiques, je me suis servie des observations combinées des deux sites surveillés et des données de la température moyenne et des précipitations quotidiennes de la station météo Ottawa CDA d'Environnement et changement climatique Canada qui se situe approximativement à 50 km des sites de pontes (S1).

Mon premier modèle était un modèle linéaire généralisé (GLM) de type binomial négatif pour modéliser le nombre de nids par jour en fonction des variables météorologiques. Comme variable dépendante, je me suis servie du nombre de nids par jour depuis la première ponte

observée jusqu'à la dernière ponte observée durant la période de surveillance (*S1*). En raison de ma taille d'échantillon modeste ($n = 25$ jours), j'ai évalué deux variables indépendantes: la température et les précipitations. La distribution de mes données respectait une distribution Poisson (*S2*). À cause d'un problème de surdispersion, j'ai opté pour un modèle binomial négatif (Smith et al., 2009). Mon deuxième modèle était un modèle linéaire simple pour évaluer l'effet des précipitations sur le délai entre la ponte et la prédation d'un nid. Comme variable dépendante, j'ai calculé le délai en heures depuis l'heure de la fin de la ponte et l'heure de la détection du nid par un prédateur. Comme variable prédictive j'ai utilisé les précipitations. J'ai réalisé mes analyses statistiques avec le logiciel RStudio version 4.3.1 (RStudio team, 2023).

Résultats

Fréquentation de tortues et nids recensés

Au total, j'ai recensé 56 nids de tortues dont 50 appartenait aux tortues serpentine (*Chelydra serpentina*), un à la tortue peinte (*Chrysemys picta*) et cinq à des espèces qui n'ont pu être identifiées (SI). Le site Clarendon avec le maximum de nids observés dans une journée (11 nids), est également le site avec le plus de nids observés en tout (45 nids) (SI). Le nombre maximal de pontes dans une journée était de 12. La nidification quotidienne était plus élevée entre 06:00 h et 11:00 h et entre 19:00 h et 22:00 h (*Figure 3*).

L'activité de nidification selon les conditions météorologiques

L'effet de la température et des précipitations sur le nombre de nids pondus (*Tableau 2*) et sur le délai entre la ponte et la prédation (*Tableau 3*) était très faible (*Figure 2; Figure 3*) et non significatif ($p > 0.05$, température $p = 0.178$, précipitation $p = 0.790$). J'ai refait les analyses en éliminant les données aberrantes, c'est-à-dire, le point 12 nids par jour et le point des 56 mm de pluie (*Figure 2; Figure 3*), les conclusions étaient les mêmes.

Le taux de prédation des nids de tortues

Au total, 52 des 56 nids recensés ont été prédatés par les rats laveurs, cela correspond à un taux de prédation de 93%. De ces 52 nids, 97% ont été détruits dans les 24 premières heures suivant l'oviposition (SI; *Figure 3*). En réalisant une revue d'autres études, j'ai trouvé que le taux de prédation des nids de tortue d'eau douce nord-américaine variait de 63 % à 100 % et était en moyenne $86 \% \pm 13.4 \%$ (*Tableau 1*).

Discussion

Prédire la ponte selon les conditions météorologiques

Le moment des événements reproducteurs lors d'une saison a plusieurs implications sur l'aptitude des tortues. Mon objectif principal était de déterminer si le moment de la ponte des tortues dépend des conditions météorologiques. J'ai testé l'hypothèse selon laquelle les conditions météorologiques, dont la température et les précipitations, exercent une influence sur la capacité des tortues de nicher. J'ai également testé l'hypothèse selon laquelle les précipitations peuvent servir à masquer les indices olfactifs des tortues nicheuses. Contrairement à mes attentes, la température et les précipitations n'ont pas eu d'effet significatif sur le nombre de nids par jour des tortues. Il n'eut aucun effet significatif des précipitations sur le délai entre la ponte et la prédation non plus.

Ces résultats ne coïncident pas avec les trouvailles d'autres études. Par exemple, Muell et Janzen (2021) ont trouvé du support dont les pluies peuvent servir comme indice pour prédire le comportement de nidification des tortues peintes au cours de leur saison de ponte. Bowen et Janzen (2005), quant à eux, ont trouvé que la température ambiante et la température de l'eau contribuaient le plus à prédire le comportement de nidification. De plus, une étude par Hammer (1969) menée en Dakota du Sud a démontré que l'augmentation des femelles en nidification était associée à l'augmentation de la température de l'air et à de légères précipitations. Il est possible que je n'aie pu détecter d'effet dans mes analyses dues à la taille relativement petite de mon échantillon.

Malgré le manque d'effet significatif dans mes trouvailles, il semble logique que le délai entre la ponte et la prédation d'un nid de tortue doive être plus long les jours de pluie parce que l'odeur des nids ou des traces menant aux nids aurait le temps de dissiper avant le début de l'activité des prédateurs. Bowen et Janzen (2005) ont trouvé une association entre la quantité de

pluie lors de l'oviposition et la prédation des nids. Plus spécifiquement, les nids construits lors des journées avec plus de pluie étaient moins susceptibles d'être détruits avant l'éclosion que les nids construits lors d'une journée avec moins de pluies.

Il est possible que je n'aie pas détecté d'effet dans mes analyses parce que le moment de la ponte des tortues était plutôt dicté par la température des mois précédant l'oviposition (Ernst et Lovich, 2009) que de la température au sein de la saison de nidification. La quantité d'énergie thermique acquise pendant la période du développement folliculaire en automne (du mois d'août à octobre, Congdon et Tinkle, 1982) limite la quantité d'énergie qui peut être allouée au développement des follicules (Rollinson et Brooks, 2007) cela pourrait ainsi influencer le moment de la ponte. En d'autres mots, le moment de la ponte pourrait dépendre de la capacité physiologique de la tortue.

Lors d'une même saison de ponte, la variation du moment de la nidification pourrait résulter de l'interaction entre les caractéristiques individuelles de l'organisme et les effets environnementaux (Conroy et al., 2020). Les disparités dans le moment où se déroulent les événements de nidification existent au sein d'individus (Iverson et Smith, 1993). D'après l'hypothèse de l'inertie thermique, les ectothermes qui ont une taille corporelle plus petite pourraient être soumis à une activité qui se produit pendant une période de température relativement étroite. Donc, il est possible que la période et la journée pendant laquelle les tortues nidifient varient en fonction de leur taille corporelle au sein d'une même espèce. Par exemple, Conroy et al. (2020) ont trouvé que les tortues peintes plus larges préfèrent pondre à des températures relativement fraîches.

Le taux de prédation des nids de tortues

Mon objectif secondaire était de déterminer si les sites de nidification anthropiques sont potentiellement des pièges écologiques pour les populations de tortues. Pour ce faire, j'ai évalué le taux de prédation combiné des deux sites de nidification surveillés, puis je l'ai comparé aux taux de prédation des nids de tortues nord-américaines avec des niveaux de perturbations humaines variables (*Tableau 1*). Les sites varient d'une manière continue dans leur niveau d'impact anthropique. Le taux de prédation documenté sur les sites d'étude surveillés semble correspondre aux taux des sites plus perturbés du *Tableau 1* (routes, bâtiments, zones récréatives, taux de prédation = 83 % – 100 %) plutôt qu'aux taux des sites moins perturbés (parc protégé et clôturé, taux de prédation = 63 - 70 % *Tableau 1*). Le taux de prédation de 93 % suggère que les sites anthropiques surveillés, particulièrement le site Clarendon, où la majorité des pontes ont été recensées, peuvent limiter la population des tortues. Il est probable que la forte densité des nids sur ce site et sa proximité au milieu humide a contribué à la prédation intense des nids (Marchand et al., 2002). Généralement les nids agglomérés subissent des taux de prédation plus élevés que les nids dispersés, de plus, le taux de prédation pourrait diminuer le plus éloigné les nids sont de l'eau (Marchand et al., 2002). Il est tout de même important de considérer que des variations annuelles du taux de prédation des nids existent, par exemple, le taux de prédation moyen d'une population de tortues serpentes au Michigan était de 70% sur une période de 8 ans, mais le niveau variait de 30 - 100% (Congdon et al., 1987).

Recensement des nids de tortues

Le nombre de pontes observées par jour peut être influencé par plusieurs facteurs. En premier lieu, il pourrait y avoir une sous-estimation du nombre de nids puisque je n'avais pas

suffisamment d'équipement pour surveiller l'entièreté des sites de ponte. Le site Bristol, d'une superficie de 10 000 m² et présentant une topographie dénivelée, exigeait plus que 13 pièges-caméras pour une surveillance exhaustive. Initialement, j'ai réparti 17 pièges-caméras sur trois sites d'étude, dont 2 sites à Bristol ainsi qu'un à Clarendon. J'ai installé 6 pièges-caméra dans une deuxième sablière à Bristol qui ont ensuite été retirés le 14 juin et réinstallés dans la sablière surveillée pour l'étude afin de maximiser la détection de pontes. Dû au changement au milieu de la saison de ponte, certaines sections de la sablière du site Bristol ont été surveillées pour une période plus courte (soit du 14 juin au 17 juillet). Pour cette raison, la probabilité de détection de la prédation d'œufs de tortues n'était pas aussi élevée sur le site Bristol que sur le site Clarendon. De plus, les caméras sur le site Bristol surveillaient une plus grande surface depuis un point d'observation plus éloigné, alors, lorsque la nuit tombait, la visibilité de l'aire surveillée était fortement diminuée en comparaison au site Clarendon. Lors des suivis de terrain, j'ai observé des nids prédatés qui n'avaient pas été détectés par les pièges-caméras, parce qu'ils tombaient hors du champ de vision. Approximativement 30 nids ont échappé à la détection sur le site Clarendon, tandis que 17 sont passés inaperçus sur le site Bristol.

La densité des populations de tortues pourrait également contribuer à expliquer le nombre de nids recensés. Avoir une estimation de l'abondance des espèces qui fréquentent les milieux humides et les sites de nidification permettrait de mieux évaluer l'impact des conditions météorologiques et du taux de prédation sur les populations de tortues locales. Cela pourrait également expliquer la disparité dans la densité des nids observés entre les deux sites étudiés.

Considérant que les tortues locales de la région surveillée peuvent pondre plus qu'une couvée dans une saison de nidification (Christens et Bider, 1986), il est possible que j'aie observé le même individu pondre plusieurs couvées. Il pourrait alors y avoir des problèmes de

pseudoréplication dans mes observations puisque je n'ai pas identifié chaque individu qui nichait dans les sites de ponte. Il pourrait aussi y avoir un manque d'indépendance dans mes observations si les tortues surveillées sont de la même population.

Implications et conclusions

Mon étude suggère que les conditions météorologiques ne servent pas à prédire le moment de la ponte des tortues ni à expliquer le délai entre la ponte et la prédation des nids de tortues. Il faut interpréter ces résultats avec prudence. L'absence d'association dans mes analyses peut être due à une sous-estimation du nombre de nids recensés et à ma petite taille d'échantillon. L'absence d'effet pourrait nous mener à penser que les conditions météorologiques, la température en particulier, ont un effet au niveau individuel dans une saison de nidification (Conroy et al., 2020). D'autre part, il se peut que ce soient les mois précédant l'oviposition qui prédisent le moment de la ponte. Quant à l'absence d'effet des précipitations, je n'ai qu'une seule année de données alors il est probable que les événements pluvieux en 2023 étaient inférieurs aux années précédentes, ainsi aucun effet était détecté.

Le taux de prédation que j'ai observé peut suggérer que les sites anthropiques surveillés ne contribuent pas véritablement à l'effort reproductif des populations de tortues locales. Cette conclusion peut servir à informer des projets de conservation dans la région, notamment aux projets de Conservation de la Nature Canada (CNC) sur les propriétés protégées desquelles se trouvent les sites de nidification anthropiques.

Références

- Abram, P. K., Boivin, G., Moiroux, J., & Brodeur, J. (2017). Behavioural effects of temperature on ectothermic animals: unifying thermal physiology and behavioural plasticity. *Biological Reviews*, 92(4), 1859-1876.
- Angilletta, M. J. (2009). Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis.
- Bowen, K. D., & Janzen, F. J. (2005). Rainfall and depredation of nests of the painted turtle, *Chrysemys picta*. *Journal of Herpetology*, 39(4), 649-652.
- Boyles, J. G., Seebacher, F., Smit, B., & McKechnie, A. E. (2011). Adaptive thermoregulation in endotherms may alter responses to climate change. *Integrative and Comparative Biology*, 51(5), 676-690.
- Burke, V. J., Gibbons, J. W., & Greene, J. L. (1994). Prolonged nesting forays by common mud turtles (*Kinosternon subrubrum*). *American Midland Naturalist*, 190-195.
- Chessman, B. C. (2021). Introduced red foxes (*Vulpes vulpes*) driving Australian freshwater turtles to extinction? A critical evaluation of the evidence. *Pacific Conservation Biology*, 28(6), 462-471.
- Christens, E., & Bider, J. R. (1986). Reproductive ecology of the painted turtle (*Chrysemys picta marginata*) in southwestern Quebec. *Canadian Journal of Zoology*, 64(4), 914-920.
- Congdon, J.D., Breitenbach, G.L., van Loben Sels, R.C. & Tinkle, D.W. (1987) Reproduction and nesting ecology of snapping turtles (*Chelydra serpentina*) in southeastern Michigan. *Herpetologica*, 43(1), 39–54.
- Congdon, J. D., & Tinkle, D. W. (1982). Reproductive Energetics of the Painted Turtle (*Chrysemys picta*). *Herpetologica*, 38(1), 228–237.
- Congdon, J.D., Tinkle, D.W., Breitenbach, G.L. & Richard, C.v.L.S. (1983) Nesting ecology and hatching success in the turtle *Emydoidea blandingi*. *Herpetologica*, 39(4), 417–429.

- Conroy, J. W., Leivesley, J. A., Brooks, R. J., Litzgus, J. D., & Rollinson, N. (2020). Body size of ectotherms constrains thermal requirements for reproductive activity in seasonal environments. *Canadian Journal of Zoology*, 98(10), 651-659.
- Dawson, W. R. (1975). On the physiological significance of the preferred body temperatures of reptiles. In *Perspectives of biophysical ecology* (pp. 443-473). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Environnement et changement climatique Canada (ECCC). (23 Octobre, 2017). Gouvernement du Canada. Canada.ca. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/tortue-mouchetee-2016/chapitre-1.html>
- Ernst, C. H., and J. E. Lovich. 2009. *Turtles of the United States and Canada*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- Feinberg, J. A., & Burke, R. L. (2003). Nesting ecology and predation of diamondback terrapins, *Malaclemys terrapin*, at Gateway National Recreation Area, New York. *Journal of Herpetology*, 37(3), 517-526.
- Geller, G. A. (2012). Notes on the nest predation dynamics of *Graptemys* at two Wisconsin sites using trail camera monitoring. *Chelonian Conservation and Biology*, 11(2), 197-205.
- Geller, G. A. (2015). A test of substrate sweeping as a strategy to reduce raccoon predation of freshwater turtle nests, with insights from supplemental artificial nests. *Chelonian Conservation and Biology*, 14(1), 64-72.
- Gibbons, J. W. (1968). Observations on the ecology and population dynamics of the Blanding's turtle, *Emydoidea blandingi*. *Canadian Journal of Zoology*, 46(2), 288-290.
- Hammer, D. A. (1969). Parameters of a marsh snapping turtle population Lacreek Refuge, South Dakota. *The Journal of Wildlife Management*, 995-1005.
- Hedrick, A. R., Greene, D. U., Lewis, E. L., Hood, A. S., & Iverson, J. B. (2021). Climate effects on nesting phenology in Nebraska turtles. *Ecology and Evolution*, 11(3), 1225-1239.

- Horne, B. D., Brauman, R. J., Moore, M. J., & Seigel, R. A. (2003). Reproductive and nesting ecology of the yellow-blotched map turtle, *Graptemys flavimaculata*: implications for conservation and management. *Copeia*, 2003(4), 729-738.
- Huey, R. B. (1991). Physiological consequences of habitat selection. *The American Naturalist*, 137, S91-S115.
- Huey, R. B., & Stevenson, R. D. (1979). Integrating thermal physiology and ecology of ectotherms: a discussion of approaches. *American Zoologist*, 19(1), 357-366.
- Hedrick, A. R., Greene, D. U., Lewis, E. L., Hood, A. S., & Iverson, J. B. (2021). Climate effects on nesting phenology in Nebraska turtles. *Ecology and Evolution*, 11(3), 1225-1239.
- Legler, J. M. (1954). Nesting habits of the western painted turtle, *Chrysemys picta bellii* (Gray). *Herpetologica*, 10(3), 137-144.
- Marchand, M. N., Litvaitis, J. A., Maier, T. J., & DeGraaf, R. M. (2002). Use of artificial nests to investigate predation on freshwater turtle nests. *Wildlife Society Bulletin*, 1092-1098.
- Muell, M. R., Carter, A. L., & Janzen, F. J. (2021). Modeling Onset of Hourly Nesting Activity in a Freshwater Turtle Using Abiotic Variables and Physiological Capacity. *Journal of Herpetology*, 55(1), 11-20.
- Petokas, P. J., & Alexander, M. M. (1980). The nesting of *Chelydra serpentina* in northern New York. *Journal of Herpetology*, 239-244.
- Pike, D. A. (2008). Environmental correlates of nesting in loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Animal Behaviour*, 76(3), 603-610.
- Porter, W. P., & Gates, D. M. (1969). Thermodynamic equilibria of animals with environment. *Ecological monographs*, 39(3), 227-244.
- Robinson, C., & Bider, J. R. (1988). Nesting synchrony: a strategy to decrease predation of snapping turtle (*Chelydra serpentina*) nests. *Journal of Herpetology*, 22(4), 470-473.
- Rollinson, N., & Brooks, R. J. (2007). Proximate constraints on reproductive output in a northern population of painted turtles: an empirical test of the bet-hedging paradigm. *Canadian Journal of Zoology*, 85(2), 177-184.

- Schwarzkopf, L., & Brooks, R. J., (1985). Sex determination in northern painted turtles: effect of incubation at constant and fluctuating temperatures. *Canadian Journal of Zoology*, 63(11), 2543-2547.
- Stevenson, R. D. (1985). The relative importance of behavioral and physiological adjustments controlling body temperature in terrestrial ectotherms. *The American Naturalist*, 126(3), 362-386.
- Strickland, J. T., & Janzen, F. J. (2010). Impacts of anthropogenic structures on predation of painted turtle (*Chrysemys picta*) nests. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(1), 131-135.
- Thompson, M., M., Coe, B. H., Congdon, J. D., Stauffer, D. F., & Hopkins, W. A. (2017). Nesting ecology and habitat use of *Chelydra serpentina* in an area modified by agricultural and industrial activity. *Herpetological Conservation and Biology*, 12, 292-306.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., ... & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389-395.
- Willmer, P. (1991). Thermal biology and mate acquisition in ectotherms. *Trends in Ecology & Evolution*, 6(12), 396-399.
- Wilson, D. S., Mushinsky, H. R., & McCoy, E. D. (1999). Nesting behaviour of the striped mud turtle, *Kinosternon baurii* (Testudines: Kinosternidae). *Copeia*, 958-968.
- Wirsing, A. J., Phillips, J. R., Obbard, M. E., & Murray, D. L. (2012). Incidental nest predation in freshwater turtles: inter-and intraspecific differences in vulnerability are explained by relative crypsis. *Oecologia*, 168, 977-988.
- Zhang, Z. Q. (2011). *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. Magnolia press.

Tableau 1. Taux de prédation des nids de tortues d’eau douce nord-américaines (tortue géographique, tortue mouchetée, tortue peinte et tortue serpentine) dans des sites qui subissent divers niveaux de perturbations humaines.

Espèce de tortue	Province ou état	Site	Taille d'échantillon (nombre de nids)	Taux de prédation	Principal prédateur	Référence
<i>Chelydra serpentina</i>	Michigan	Réserve clôturée, approximativement 1300 acres (ESGR)	N = 70	70 %	<i>Procyon lotor</i>	Congdon et al. (1987)
<i>Chelydra serpentina</i>	New York	Marais du fleuve St-Laurent et hautes terres contiguës	N = 43	94 %	<i>Procyon lotor</i>	Petokas et Alexander (1980)
<i>Chelydra serpentina</i>	Quebec	Scierie abandonnée avec des zones marécageuses qui s'étend vers la rivière d'Ottawa	N = 113	84 %	<i>Memphitis memphitis</i>	Robinson et Bider (1988)
<i>Chelydra serpentina</i>	Ontario	Portion est du parc point pelee relativement non-perturbé	N = 87	65.5 %	<i>Procyon lotor</i>	Wirsing et al. (2012)
<i>Chelydra serpentina</i>	Ontario	Portion ouest du parc national point pelee avec des plages perturbées dû aux activités anthropiques; visiteurs, routes, bâtiments etc.	N = 111	98.2 %	<i>Procyon lotor</i>	Wirsing et al. (2012)
<i>Chelydra serpentina</i>	Virginie	Source ponctuelle historique de mercure et terres transformées. Paysage fortement modifié et pollué.	N = 29	83 %	N/A	Thompson et al. (2017)
<i>Chrysemys picta</i>	Illinois	Zone récréative de camping près du fleuve Mississippi; contient un site de nidification d'environ 1.5 acres et bordé d'un marécage	N = 170	92.4 %	<i>Procyon lotor</i>	Bowen et Janzen (2005)
<i>Chrysemys picta</i>	Illinois	Zone récréative de camping près du fleuve Mississippi; contient un site de nidification d'environ 1.5 acres et bordé d'un marécage	N = 285	96 %	<i>Procyon lotor</i>	Strickland et Janzen (2015)

<i>Emydoide a blandingii</i>	Michigan	Réserve clôturée, approximativement 1300 acres (ESGR)	N = 73	63 %	<i>Procyon lotor</i>	Congdon et al. (1983)
<i>Emydoide a blandingii</i>	Wisconsin	Complexes de milieux humides dans une zone protégée pour la faune de 291 hectares	N = 16	100 %	<i>Memphitis memphitis</i>	Ross et Anderson (1990)
<i>Graptemys spp.</i>	Wisconsin	Sables d'épandage sur la rive sud de la rivière Wisconsin, à moins de 10 km d'une ville	N = 42	90 %	<i>Procyon lotor</i>	Geller (2012)
<i>Graptemys ouachitensis</i>	Wisconsin	Sables d'épandage sur la rive sud de la rivière Wisconsin, à moins de 10 km d'une ville	N = 20	100 %	<i>Procyon lotor</i>	Geller (2015)

Tableau 2. Modèle linéaire généralisé de type binomial négatif pour déterminer les effets de la météo sur le nombre de nids par jour combiné des tortues locales du site Bristol et du site Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) en 2023 (N = 25). Les données météorologiques de la température moyenne et des précipitations proviennent de la station Ottawa CDA d’environnement et changement climatique Canada, située à proximité des sites de ponte.

Variables	Estimé	Ecart-type	Score-Z	Valeur-p
Ordonnée à l’origine	2.558	1.286	1.989	0.047
Température	0.092	0.068	-1.347	0.178
Précipitations	-0.006	0.022	-0.266	0.790

Tableau 3. Modèle linéaire pour déterminer les effets des précipitations sur le délai entre la ponte et la prédation des nids de tortues dans les sites Bristol et Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) en 2023 (N = 35). Les données météorologiques de la température moyenne et des précipitations proviennent de la station Ottawa CDA d'environnement et changement climatique Canada, située à proximité des sites de ponte.

Variables	Estimé	Erreur standard	Valeur-t	Valeur-p
Ordonnée à l'origine	2.558	6.474	2.710	0.011
Température	0.092	0.357	-1.485	0.147
Précipitations	-0.006	0.121	-0.047	0.963

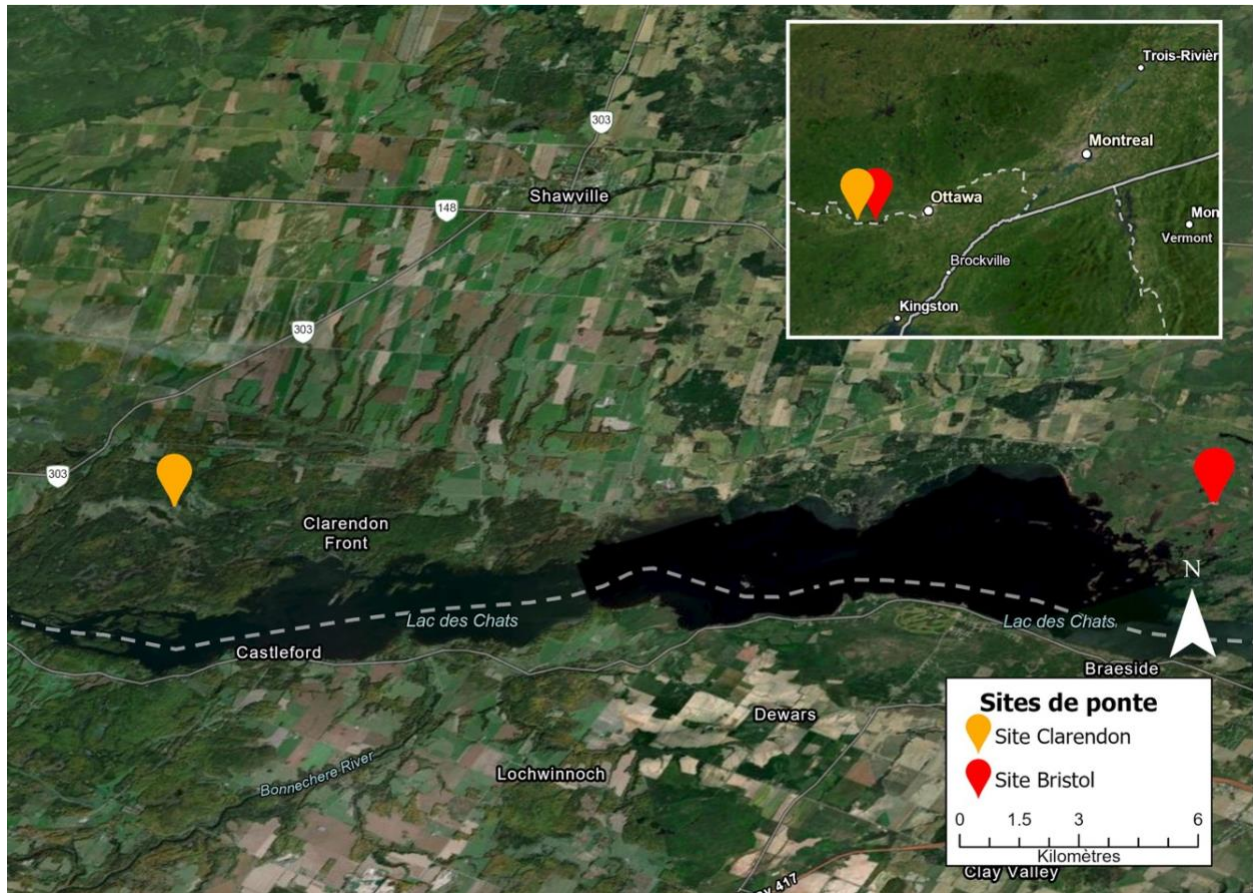


Figure 1. Carte des deux sites de ponts anthropiques dans la région du Pontiac (Québec, Canada) surveillés pour une durée de 48 jours, du 31 mai au 17 juillet 2023, lors de la saison de nidification des tortues. La surveillance s’est déroulée au site Bristol (ancienne carrière de sable), représentée par l’icône rouge, et Clarendon (aménagement faunique), représentée par l’icône jaune.

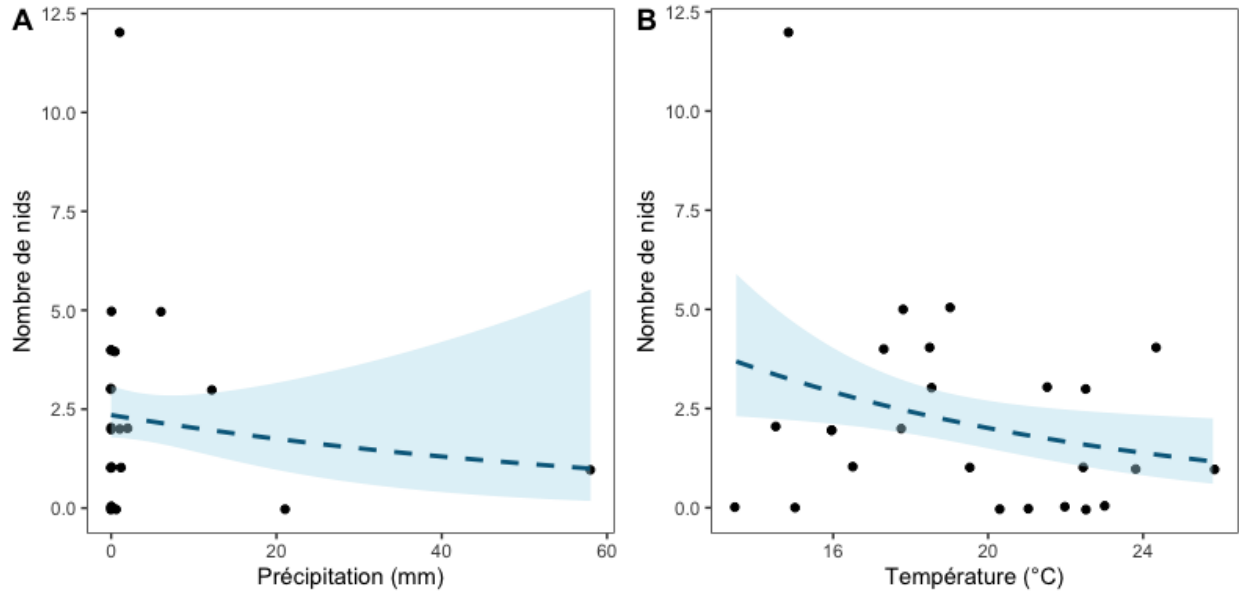


Figure 2. Le nombre de pontes dans une journée prédite par une régression Poisson en fonction des A) précipitations et de la B) température. Les points représentent le nombre total de nids des sites Bristol et Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) dans une journée de suivi en 2023. Les lignes sont les régressions et le nuage bleu représente l'intervalle de confiance à 95%.

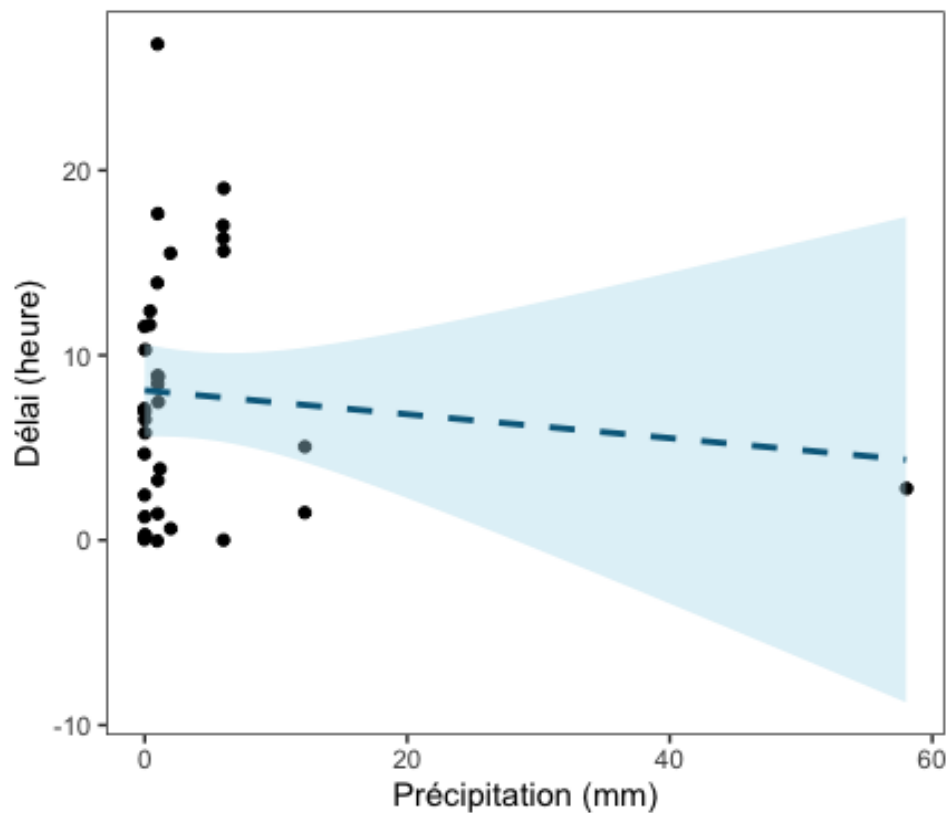


Figure 3. La régression linéaire du délai en heures entre la ponte et la prédation en fonction des précipitations. Les points représentent la durée en heures du délai entre la ponte et la prédation du nid de tortue des sites Bristol et Clarendon dans la région du Pontiac (Québec, Canada) en 2023. La ligne représente la régression et le nuage bleu représente l'intervalle de confiance à 95%.

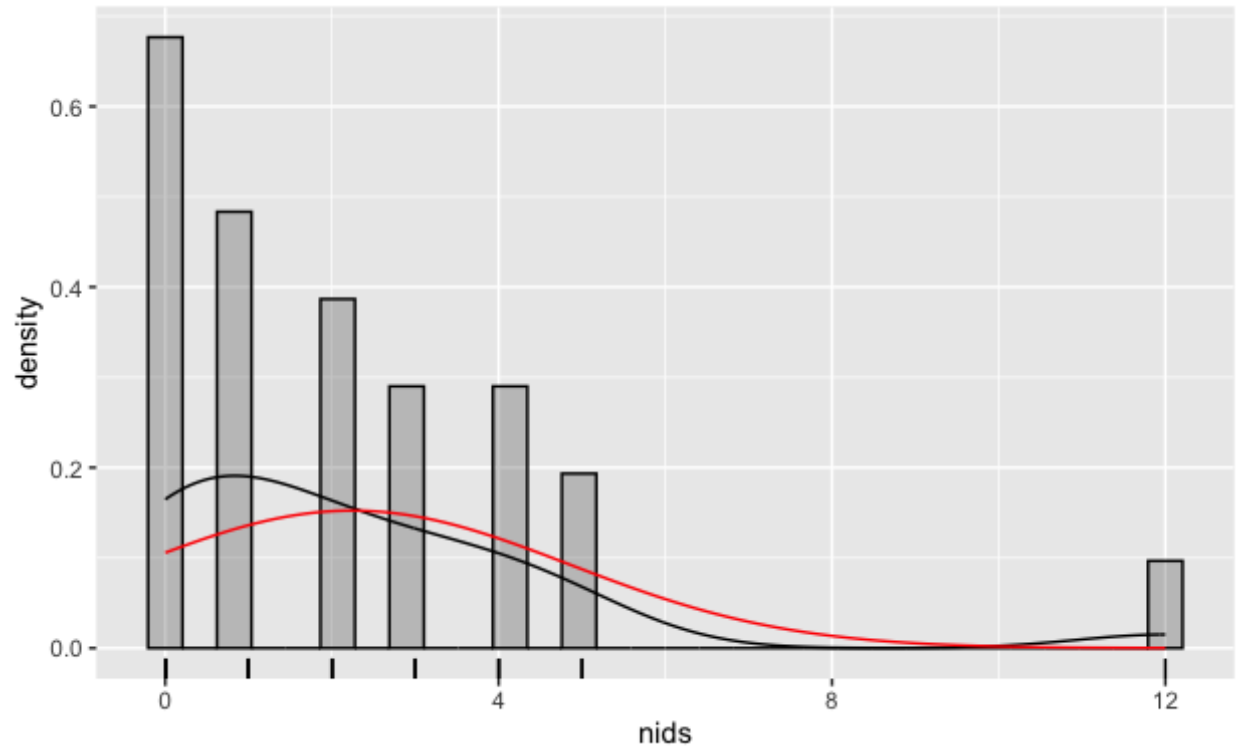
Informations supplémentaires

S1. Sommaire des informations des 56 pontes recensées au site Bristol et au site Clarendon.

Date	Température moyenne	Précipitations (mm)	Site	Début ponte	Fin ponte	Prédaté	Espèce	Délai ponte prédation
2023-06-02	25.8	0	Domtar Inc.	21:03	21:48	Oui	serpentine	0.25
2023-06-03	18.5	0	Domtar Inc.	8:10	9:10	Oui	serpentine	6.53
2023-06-03	18.5	0	Domtar Inc.	7:08	8:10	Oui	serpentine	
2023-06-03	18.5	0	Domtar Inc.	8:04	9:04	Oui	serpentine	6.95
2023-06-04	16	0	Domtar Inc.	9:18	10:48	Oui	serpentine	4.7
2023-06-04	16	0	Domtar Inc.	9:33	11:03	Oui	serpentine	2.42
2023-06-05	16	0	Domtar Inc.	5:33	8:06	Oui	serpentine	10.25
2023-06-05	16	0	Domtar Inc.	5:45	8:04	Oui	serpentine	
2023-06-06	17.8	6	Domtar Inc.	17:00	19:12	Oui	serpentine	0
2023-06-06	17.8	6	Domtar Inc.	18:29	20:25	Oui	serpentine	18
2023-06-06	17.8	6	Domtar Inc.	19:27	21:21	Oui	serpentine	17.32
2023-06-06	17.8	6	Domtar Inc.	20:39	22:59	Oui	serpentine	16.67
2023-06-06	17.8	6	Domtar Inc.	20:08	20:51	Oui	serpentine	21
2023-06-07	13.5	0						
2023-06-08	15	0.6						
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	10:18	11:46	Oui	serpentine	26.82
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	11:16	12:15	Oui	serpentine	8.87
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	12:00:00	12:58	Oui	serpentine	7.43
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	12:29	13:43	Oui	serpentine	13.91
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	14:58	15:58	Oui	serpentine	3.22
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	15:58	18:12	Oui	serpentine	0

2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	8:03	8:59	Oui	serpentine	
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	10:10	12:05	Oui	serpentine	
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	10:10	11:36	Oui	serpentine	17.63
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	12:20	14:01	Oui	serpentine	1.48
2023-06-09	14.8	1	Domtar Inc.	19:58	20:42	Oui	serpentine	8.47
2023-06-09	14.8	1	Twolan	16:00	17:00	Oui	serpentine	
2023-06-10	16.5	0	Twolan	18:30	20:00	Oui	serpentine	
2023-06-11	17.8	1	Domtar Inc.	8:39	9:52	Oui	serpentine	8.87
2023-06-11	17.8	1	Twolan	20:00	20:45	Oui	serpentine	
2023-06-12	22.5	12.2	Domtar Inc.	6:27	8:07	Oui	serpentine	5.1
2023-06-12	22.5	12.2	Domtar Inc.	13:57	14:57	Oui	serpentine	1.47
2023-06-12	22.5	12.2	Twolan	18:29	20:48	Oui		
2023-06-13	19	0	Domtar Inc.	9:50	11:04	Oui	serpentine	7.13
2023-06-13	19	0	Domtar Inc.	6:28	7:25	Oui	serpentine	
2023-06-13	19	0	Domtar Inc.	9:19	11:27	Oui	serpentine	
2023-06-13	19	0	Domtar Inc.	17:26	18:21	Oui	serpentine	0.25
2023-06-13	19	0	Twolan	20:05	20:50	Non		
2023-06-14	14.5	2	Domtar Inc.	8:45	10:30	Oui	serpentine	0.65
2023-06-14	14.5	2	Domtar Inc.	21:00	22:40	Oui	serpentine	15.5
2023-06-15	21.5	0	Domtar Inc.	6:41	8:47	Oui	serpentine	5.83
2023-06-15	21.5	0	Domtar Inc.	9:39	10:56	Oui	serpentine	
2023-06-15	21.5	0	Twolan	19:57	20:54	Oui	serpentine	0.08
2023-06-16	21	0						
2023-06-17	17.3	0	Domtar Inc.	7:02	7:22	Oui	serpentine	
2023-06-17	17.3	0	Domtar Inc.	8:00	8:57	Oui	serpentine	
2023-06-17	17.3	0	Domtar Inc.	20:58	22:35	Oui	serpentine	
2023-06-17	17.3	0	Domtar Inc.	9:58	10:57	Oui	serpentine	11.53

2023-06-18	19.5	1.2	Domtar Inc.	8:22	9:10	Oui	serpentine	3.9
2023-06-19	18.5	0	Domtar Inc.	8:07	8:26	Oui	serpentine	
2023-06-19	18.5	0	Domtar Inc.	8:12	9:10	Oui	serpentine	
2023-06-19	18.5	0	Twolan	20:27	21:33	Non		
2023-06-19	18.5	0	Twolan	17:45	21:15	Oui		
2023-06-20	20.3	0						
2023-06-21	22	0						
2023-06-22	22.5	0	Twolan	18:45	19:00	Oui	serpentine	1.27
2023-06-24	24.3	0.4	Domtar Inc.	6:53	8:28	Oui	serpentine	12.35
2023-06-24	24.3	0.4	Domtar Inc.	8:40	10:41	Oui	serpentine	11.63
2023-06-24	24.3	0.4	Twolan	4:30	6:15	Non		
2023-06-24	24.3	0.4	Twolan	2:00	6:30	Non	peinte	
2023-06-25	22.5	0						
2023-06-26	23.8	58	Domtar Inc.	9:27	9:52	Oui	serpentine	2.75



S2. Distribution du nombre de nids par jour recensé dans les sites de pont Bristol et Clarendon du 2 juin au 26 juin. La ligne noire démontre la distribution des données et la ligne rouge représente la distribution gaussienne prédite. Les données suivent une distribution poisson.



S3. Sablière anthropique à Bristol, Pontiac. Prise de vue d'un piège-caméra installé dans la sablière à Bristol, Pontiac. L'ancienne carrière de sable dénivelée a une superficie d'approximativement 1 hectare ou 10 000 m² et ce revégétalise d'arbustes et d'herbes.





S4. Site de ponton artificiel à Clarendon, Pontiac. Prise de vue d'un piège-caméra installé dans le site de ponton artificiel à Clarendon, Pontiac. Le site de ponton a une superficie d'approximativement 0.03 hectare ou 300 m² et ce revégétalise d'herbes.

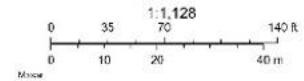
Site de ponté articiel - Clarendon



30/01/2024 10:42:15

Infrastructure ponctuelle

-  Aménagement faunique
-  Équipement



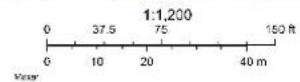
Satellite
Conservation de la nature Canada

S5. Carte du site de ponté artificiel surveillé à l'aide de pièges-caméras à Clarendon, Pontiac. Les quatre (4) pièges-caméras, représentés par les points équipement, sont installés systématiquement afin de surveiller le site de ponté artificiel utilisé comme site de nidification par les populations de tortues locales à Clarendon, Pontiac.

Site de ponte sablière - Bristol



30/01/2024 10:57:45
Infrastructure ponctuelle
▲ Équipement



Sefa Pizello
Coordination de la relation Client

S6. Carte de la sablière anthropique surveillée à l'aide de caméras-pièges à Bristol, Pontiac. Les treize (13) pièges-caméras, représentés par les points équipement, sont installés systématiquement afin de surveiller la sablière anthropique utilisée comme site de nidification par les populations de tortues locales à Bristol, Pontiac. Le point équipement numéroté 2 correspond à un emplacement avec deux pièges-caméras installés à la même localisation.