



UTILISER DES DONNÉES DE REPÉRAGE PAR SATELLITE POUR DÉLIMITER L'HABITAT IMPORTANT DE LA TORTUE LUTH DANS LES EAUX CANADIENNES DE L'ATLANTIQUE : MISE À JOUR DE 2019

Contexte

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 22 janvier 2019 sur l'Examen de l'habitat important de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. La tortue luth (*Dermodochelys coriacea*) a été désignée à titre d'espèce en voie de disparition par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) en avril 1981 et a de nouveau été évaluée et désignée à titre d'espèce en voie de disparition en 2001 (COSEPAC, 2001) et en 2012 (COSEPAC, 2012). L'espèce a été inscrite à l'annexe A de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en juin 2003, et un programme de rétablissement pour la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique a été publié en février 2007 (Équipe de rétablissement de la tortue luth de l'Atlantique, 2006). Le Programme de rétablissement publié par le ministre, qui ne désignait aucun habitat essentiel, contenait toutefois un calendrier des études à cette fin. La LEP exige que le ministre compétent rende compte de la mise en œuvre d'un programme de rétablissement et des progrès accomplis dans l'atteinte de ses objectifs dans les cinq ans suivant son inscription au registre public. Un processus de consultation scientifique zonal a par conséquent été déclenché en 2012 afin que l'on puisse définir l'habitat important de la tortue luth au Canada atlantique à l'aide de données de repérage par satellite. Les résultats du processus de consultation scientifique zonal ont été résumés dans un avis scientifique du Secrétariat canadien de consultation scientifique (MPO, 2012). Le processus de consultation scientifique zonal a été mentionné dans le Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique pour la période 2007-2012 (MPO, 2013); toutefois, la désignation officielle de l'habitat essentiel a été reportée afin d'être incluse dans une version modifiée du programme de rétablissement.

L'objectif du présent processus de réponse des Sciences était de recenser les zones où un habitat important pour la tortue luth persiste d'année en année dans les eaux canadiennes (figure 1) en mettant à jour l'analyse des données de repérage par satellite antérieures (MPO 2012) afin de disposer d'un ensemble de données plus vaste s'échelonnant sur une plus longue période. L'information découlant de ce processus de réponse des Sciences sera utilisée par la Division de la gestion des espèces en péril de la région des Maritimes dans le prochain programme de rétablissement modifié et dans la proposition de désignation de l'habitat essentiel par le ministre des Pêches et des Océans.

Renseignements de base

Biologie de la tortue luth

La tortue luth est la plus grosse tortue de mer au monde et celle dont l'aire de répartition est la plus étendue. Dans les eaux canadiennes de l'Atlantique, la tortue luth peut atteindre une longueur curviligne de 175 cm et un poids de 640 kg (James *et al.*, 2007). Les données de recapture de tortues marquées et les études génétiques confirment que les tortues luths vivant dans les eaux canadiennes de l'Atlantique proviennent de roqueries de l'Atlantique Ouest qui englobent des plages de nidification de la région des Caraïbes, de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale ainsi que de la Floride, aux États-Unis (James *et al.*, 2007; Stewart *et al.*, 2013). L'espèce se nourrit principalement d'organismes gélatineux à corps mou tels que les méduses, les salpes et les siphonophores, des proies qui sont abondantes en saison dans les eaux tempérées des plateaux et des pentes du large dans l'est du Canada. Certaines tortues luths de l'Atlantique Ouest entreprennent des migrations annuelles vers les eaux canadiennes de l'Atlantique (James *et al.*, 2005b), où elles emmagasinent d'abondantes réserves de graisse (Davenport *et al.*, 2011) en se nourrissant de *Scyphomedusae*, y compris les méduses *Cyanea capillata* et *Aurelia aurita* (Heaslip *et al.*, 2012, Wallace *et al.*, 2015). Une seule saison d'alimentation dans les eaux canadiennes peut représenter 59 % du budget énergétique annuel d'une tortue luth non reproductrice et 29 % des besoins énergétiques des femelles matures sur un cycle de reproduction de 2 ans (Wallace *et al.*, 2018). La réduction des menaces et le maintien de la qualité de l'habitat dans les aires d'alimentation importantes de la tortue luth au Canada doivent être considérés comme fortement prioritaires pour ce qui est de leur conservation.

Dans les eaux du plateau continental de l'Est, la tortue luth limite généralement son activité d'alimentation aux heures de clarté (Casey *et al.*, 2014) et à des profondeurs relativement faibles (environ <50 m) dans la zone photique (James *et al.*, 2006a; Hamelin *et al.*, 2014; Wallace *et al.*, 2015), ce qui pourrait signifier que la recherche de proies se fait de façon visuelle. Des analyses à petite échelle du comportement d'alimentation corroborent l'hypothèse selon laquelle les tortues luths utilisent des indices visuels pour améliorer leurs chances de s'alimenter, car les proies semblent être localisées et capturées régulièrement alors qu'elles se démarquent à la surface de l'océan par des tortues luths qui sont en remontée (Wallace *et al.*, 2015).

Étude sur les déplacements des tortues luths à l'aide du repérage par satellite

Comme les tortues de mer doivent respirer, les balises de repérage conventionnelles qui transmettent directement leur position à un réseau de satellites en orbite polaire (système ARGOS) sont parfaitement adaptées à l'étude des déplacements de ces reptiles. Le système ARGOS utilise le décalage Doppler des signaux transmis par les balises pour estimer les emplacements des balises de repérage et assurer un suivi en temps quasi réel. La précision de localisation du système ARGOS a été évaluée à partir de tests stationnaires effectués avec des balises de repérage dont la position pouvait être vérifiée à l'aide du système de positionnement global (GPS) (p. ex. Vincent *et al.*, 2002) et par la comparaison des estimations d'emplacement du système ARGOS avec les positions GPS acquises d'animaux marins en liberté équipés de balises de repérage GPS (p. ex. Costa *et al.*, 2010). Une augmentation de la quantité des estimations de position du système ARGOS et de leur qualité (erreur plus faible) se produit aux hautes latitudes en raison à la fois de la couverture satellite ARGOS améliorée (c.-à-d. plus de passages de satellites par jour) et, dans le cas des tortues de mer, d'une plus grande activité en surface (James *et al.*, 2005b; Wallace *et al.*, 2015).

Les balises de repérage ont été utilisées avec succès pour suivre les tortues luths sur de grandes échelles spatiales et temporelles ainsi que pour recueillir des données de localisation, des données environnementales et des données de plongée (James *et al.*, 2005a; Benson *et al.*, 2011; Dodge *et al.*, 2014; Bond et James 2017). Depuis 1999, des données satellites provenant de tortues luths présentes dans les eaux canadiennes ont été recueillies avec le déploiement de balises sur des tortues luths au large de la Nouvelle-Écosse et dans les aires de nidification de l'Atlantique Ouest grâce à des collaborations avec des groupes de recherche, des organismes de conservation et la communauté des pêcheurs (p. ex. James *et al.*, 2005a; Eckert *et al.*, 2006; Casey *et al.*, 2014).

Dans la présente analyse, les données de repérage par satellite servent d'approximation pour l'échantillonnage direct de l'habitat important, en supposant explicitement que le temps que les tortues luths passent dans différents secteurs de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada est corrélé positivement avec la qualité de l'habitat d'alimentation. Il est important de reconnaître que, bien que le temps passé dans un secteur sera utilisé ici pour soutenir l'éventuelle désignation de l'habitat essentiel en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada, ce sont les composantes fonctionnelles de l'habitat essentiel qui doivent faire l'objet d'une protection (p. ex. les proies gélatineuses).

Motif de l'évaluation

L'objectif du présent processus de consultation scientifique était de recenser les zones où un habitat important pour la tortue luth persiste d'année en année dans les eaux canadiennes (figure 1) en mettant à jour l'analyse des données de repérage par satellite antérieures (MPO 2012) afin de disposer d'un ensemble de données plus vaste s'échelonnant sur une plus longue période. La présente analyse se concentre sur la distinction des profils spatiaux et temporels dans l'aire de répartition de l'espèce à partir d'un échantillon d'individus munis d'une balise de repérage par satellite et ne tient pas compte des variables de l'habitat. Il convient toutefois de noter que les corrélats biologiques et environnementaux de l'aire de répartition de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique ont été déduits à partir de données de télémétrie (Hamelin *et al.*, 2014; Wallace *et al.*, 2015), de données d'observations publiques (p. ex. James *et al.*, 2006b) et de contributions plus récentes à la recherche, y compris deux saisons de relevés des méduses échouées effectués sur le littoral (Nordstrom *et al.*, 2019), et une saison de relevés aériens [Mosnier *et al.*, 2018]. Des relevés sur la mégafaune marine effectués par le Secteur des sciences du Pêches et Océans Canada (MPO) en 2007, en 2016 et en 2018 ont également permis d'observer des tortues luths; des analyses connexes sont en cours [J. Lawson, comm. pers.]. Ces études et d'autres études réalisées à l'extérieur des eaux canadiennes de l'Atlantique [p. ex. McMahon et Hays, 2006; Bailey *et al.*, 2012; Gregr *et al.*, 2015] constituent d'autres approches qui nous permettent d'élargir notre compréhension de l'habitat de la tortue luth.

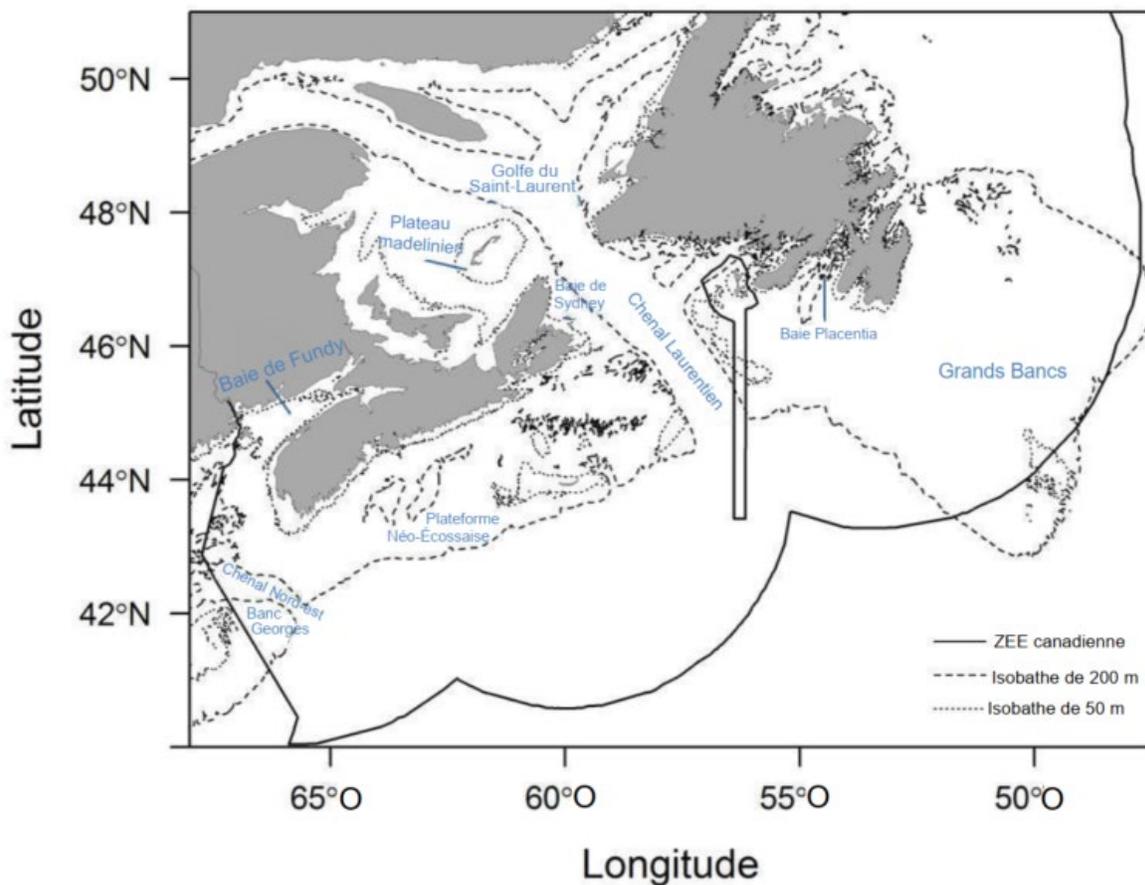


Figure 1. Zone à l'étude.

Analyse et réponse

Utilisation des données de repérage par satellite pour définir l'habitat important

Les données de repérage par satellite provenant de 128 tortues luths suivies dans les eaux canadiennes de l'Atlantique ont été utilisées pour identifier l'habitat important pour l'espèce sur une période de 19 ans et 140 périodes d'alimentation dans les latitudes du Nord. Des tortues luths ont été marquées sur des plages de nidification [n = 23] ou sur l'un des deux sites en mer au large de la Nouvelle-Écosse : Halifax [environ 44° N, 64° O, n = 66] et au nord-est de l'île du Cap-Breton [environ 47° N, 60° O; n = 39]. Dix individus ont été suivis pendant deux étés et un l'a été pendant trois étés. Ces parcours de retour ainsi que les parcours des 23 tortues luths qui ont quitté les plages de nidification ont été particulièrement utiles du fait les données de localisation ont été recueillies à partir du moment de la première entrée dans les eaux canadiennes de l'Atlantique chaque saison [par rapport au marquage à un moment quelconque après l'entrée dans les eaux canadiennes de l'Atlantique]. Afin d'optimiser la distribution spatiale et temporelle des données de télémétrie des tortues luths recueillies dans la ZEE canadienne, les efforts de marquage dans l'eau ont été concentrés à partir de 2005 sur le déploiement de balises au début de l'été, lorsque la plupart des tortues luths commencent leur période d'alimentation saisonnière dans les eaux canadiennes.

Même si environ 40 % des positions calculées par le système ARGOS pour les tortues luths étiquetées dans le présent échantillon ont été estimées à moins de 1 500 m de la position réelle de la balise [classe de localisation 1-3 du système ARGOS; une précision de localisation très élevée], nous avons utilisé un modèle espace-état [SSM, Jonsen *et al.*, 2019] pour filtrer les données de suivi afin de pouvoir les utiliser à des résolutions spatiales relativement fines [p. ex. 0,25 degré]. Il convient de noter que dans une analyse antérieure [MPO, 2012], on avait appliqué un modèle espace-état des changements comportementaux [SSSM; Jonsen *et al.*, 2007] aux positions ARGOS afin d'établir par déduction le comportement de recherche dans une zone restreinte par rapport au comportement de recherche en déplacement. Un modèle espace-état plus simple a été appliqué aux données du fait que des études récentes à plus petite échelle de l'écologie du comportement de recherche des tortues luths dans les eaux canadiennes de l'Atlantique [Casey *et al.*, 2014; Wallace *et al.*, 2015] ont indiqué que certaines hypothèses du modèle espace-état des changements comportementaux fondées sur la non-linéarité versus la linéarité des déplacements associés à la recherche de nourriture pourraient ne pas toujours s'appliquer, et que l'inférence du comportement de recherche dans une zone restreinte peut parfois refléter l'erreur associée aux estimations de localisation dérivées des données satellites.

Le modèle espace-état tient compte de l'incertitude [erreur] dans les positions ARGOS brutes et fournit un ensemble de positions estimées pour chaque tortue luth à un intervalle de temps régulier de 6 heures, lequel est comparable entre les ensembles de données de suivi individuels. Les trajectoires présentant des séries substantielles de données manquantes [c.-à-d. > 7 jours] ont été divisées en sous-trajectoires avant le filtrage pour éviter les interpolations irréalistes. Après le filtrage, les données des 7 premiers jours de suivi après le déploiement ont été supprimées pour réduire le biais potentiel dans la distribution du temps passé dans la zone en raison du lieu où le marquage a été effectué.

Pour évaluer l'utilisation de l'espace par la tortue luth dans les eaux canadiennes, le nombre total d'estimations sur 6 heures correspondant à des cellules de grille de 0,25 × 0,25 degré au nord du 40° degré de latitude a été calculé. Il s'agit d'une estimation non pondérée qui traite toutes les trajectoires des tortues luths de la même manière, quelle que soit la durée du suivi [figure 2]. Le temps passé dans la zone a également été calculé pour chaque tortue luth, pondérant le nombre de positions dans les cellules en fonction de la proportion du temps passé par chaque tortue luth au nord du 40° degré de latitude par rapport au temps total passé par toutes les tortues luths au nord du 40° degré de latitude. Cette pondération tient compte des différentes périodes passées par chaque tortue luth dans les eaux canadiennes. Les valeurs des cellules ont été cartographiées pour que l'on puisse visualiser l'utilisation relative des différentes cellules par toutes les tortues luths suivies dans les eaux canadiennes de l'Atlantique de 1999 à 2018 [figures 2 et 3] et sur une base mensuelle [figure 4].

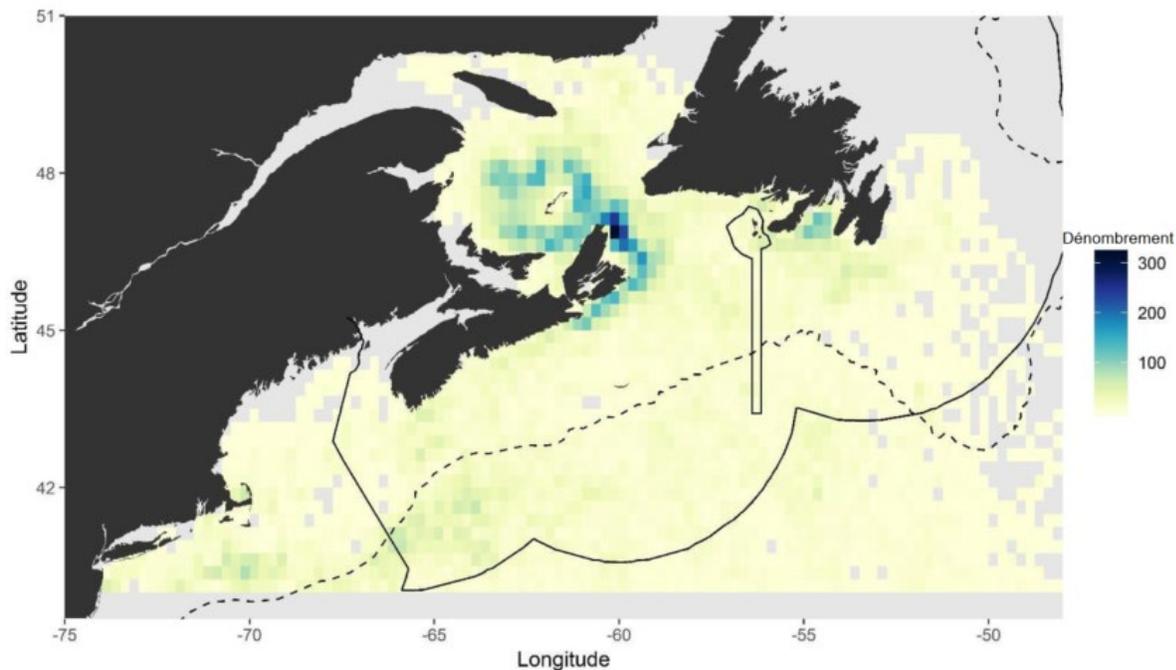


Figure 2. Utilisation de l'espace par les tortues luths fondée sur des estimations de localisation non pondérées de 128 tortues équipées de balises de repérage. Il convient de noter que toutes les zones sauf celles en gris clair ont été échantillonnées par des tortues. La ligne noire épaisse indique la limite de la ZEE dans les eaux canadiennes de l'Atlantique; la ligne noire pointillée indique l'isobathe de 1 000 m. [Données non publiées; à ne pas citer en dehors du contexte du présent processus de consultation scientifique zonal.]

Zones de forte utilisation susceptibles d'être associées à une activité d'alimentation

Deux grandes zones d'habitat important ont été recensées : 1) GSL – le sud-est du golfe du Saint-Laurent et les eaux au large de l'est de l'île du Cap-Breton, y compris la baie de Sydney, le détroit de Cabot, des parties du Plateau madelinien et des parties adjacentes du chenal Laurentien; 2) BP – eaux au sud et à l'est de la péninsule de Burin, à Terre-Neuve, y compris des parties de la baie Placentia (figure 3).

Une troisième zone de forte utilisation correspondant aux eaux à l'est et au sud-est du banc Georges (BG) a été identifiée dans une analyse de l'utilisation spatiale antérieure (MPO, 2012) fondée sur un échantillon plus petit ($n = 70$) et moins diversifié ainsi que par l'application de la probabilité de seuils de résidence fondée sur une estimation comportementale dérivée d'un modèle espace-état des changements comportementaux. Bien que le banc Georges reste apparent dans la présente analyse temporelle non pondérée dérivée des estimations de localisation du modèle espace-état (figure 2), il l'est moins dans l'analyse temporo-spatiale pondérée (figure 3). La zone serait donc relativement moins importante que le GSL et la BP dans leur ensemble, mais elle peut être particulièrement importante pour les tortues luths très tôt ou tard dans la saison d'alimentation (voir ci-dessous). Il convient également de noter que le banc Georges pourrait être considéré comme faisant partie d'une zone d'utilisation plus étendue s'étendant du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse au banc Georges et au sud de la Nouvelle-Angleterre. Le marquage de tortues luths pour le repérage satellite au Massachusetts (Dodge *et al.*, 2014) et les récents relevés aériens du MPO sur la mégafaune marine (2018) ont permis d'établir la présence de tortues dans cette zone (J. Lawson, comm. pers.).

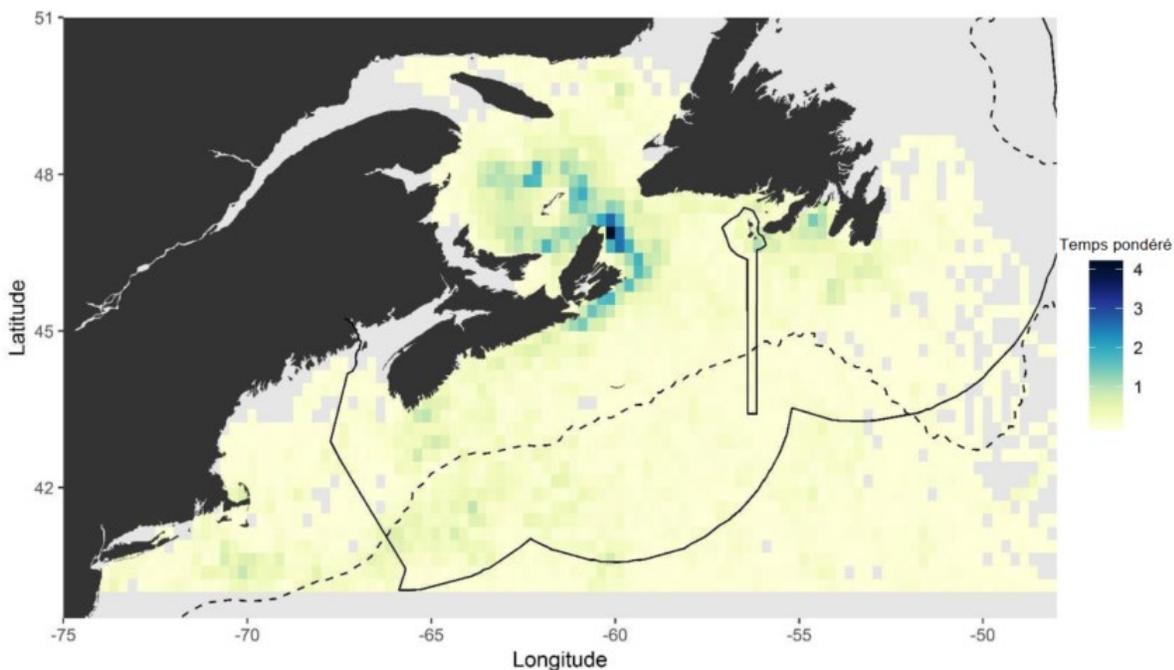
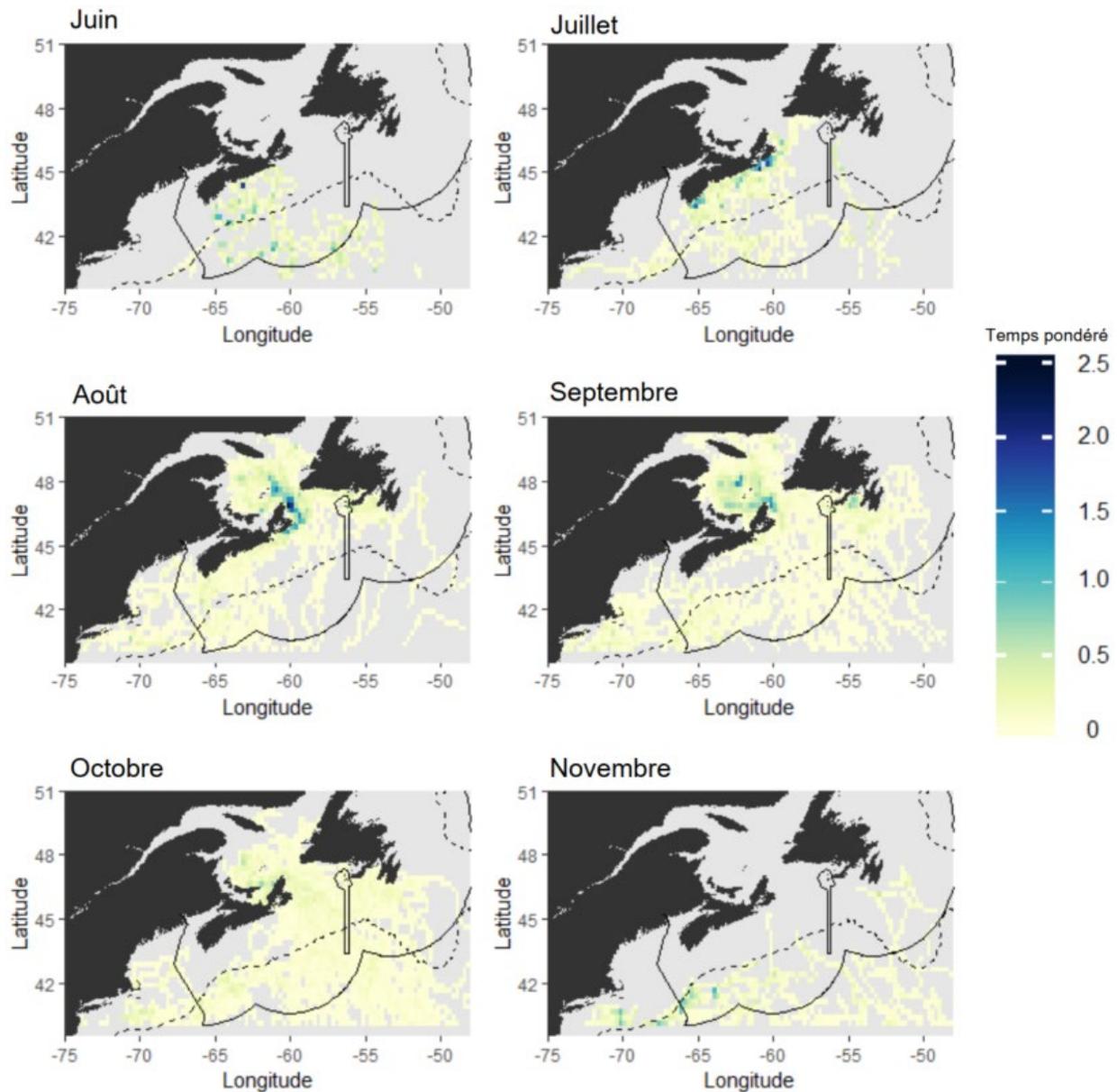


Figure 3. Utilisation de l'habitat spatial par la tortue luth d'après des estimations pondérées de la position de 128 tortues munies de balises de repérage. Utilisation de l'habitat spatial estimée à partir des données de 128 tortues luths équipées de balises de repérage. Il convient de noter que toutes les zones sauf celles en gris clair ont été échantillonnées par des tortues. La ligne noire épaisse indique la limite de la ZEE dans les eaux canadiennes de l'Atlantique; la ligne noire pointillée indique l'isobathe de 1 000 m. (Données non publiées; à ne pas citer en dehors du contexte du présent processus de consultation scientifique zonal.)

Détermination de l'habitat saisonnier

Les cartes saisonnières de l'utilisation spatiale pour les tortues luths présentes dans les eaux canadiennes indiquent un déplacement général des individus du sud-ouest vers le nord-est, tel qu'il a été mentionné précédemment (James *et al.*, 2006b; MPO 2012), alors que de nombreuses tortues luths pénètrent pour la première fois dans les eaux du plateau néo-écossais au début de l'été (de juin à juillet), se déplacent ensuite vers des zones d'alimentation plus au nord vers la fin de l'été et en automne, puis amorcent une migration vers le sud en septembre ou en octobre (figure 4). La tortue luth est abondante dans les eaux canadiennes de l'Atlantique et sur le plateau néo-écossais en particulier à la fin de juin et en juillet. Ce constat correspond à l'arrivée de nombreuses tortues luths le long de la côte de la Nouvelle-Écosse en provenance des eaux du large à cette époque. Ce profil est corroboré par des observations rapportées par le grand public et les activités de recherche sur la tortue luth menées sur le terrain (James *et al.*, 2006b) ainsi que par les déplacements de retour des tortues munies d'une balise de repérage dans les eaux canadiennes l'année précédente (James *et al.*, 2005c). Cependant, les données de repérage par satellite indiquent une densité relativement faible de tortues luths dans la partie nord de l'aire de répartition de l'espèce, y compris dans le GSL, jusqu'en août, et une densité maximale dans la BP en septembre. On observe une migration vers le sud depuis le GSL et la BP à la fin de septembre et en octobre (figure 4). Ce constat est conforme aux études antérieures sur le moment de la migration vers le sud à partir des zones d'alimentation du plateau continental du Canada atlantique, lesquelles études indiquent que la plupart des tortues partent à la mi-octobre (James *et al.*, 2007; Sherrill-Mix *et al.*, 2008).

Cependant, l'utilisation régulière des eaux extracôtières du banc Georges peut persister tard dans l'automne. Ces résultats corroborent le profil de migration vers le sud décrit par Sherrill-Mix *et al.* (2008), où la date de départ était corrélée négativement avec une latitude plus élevée, ce qui pourrait permettre aux tortues de quitter les aires d'alimentation plus au nord pour compenser les plus grandes distances qu'elles ont à parcourir jusqu'aux aires de nidification et d'hivernage du sud.



Disponibilité spatiale des données

Les déplacements des tortues munies de balises de repérage étaient largement répartis dans les eaux canadiennes de l'Atlantique (la majeure partie de la ZEE du Canada atlantique). L'utilisation maximale des zones d'habitat importantes s'est produite en été et en automne. Parmi les zones notables non échantillonnées par des tortues luths marquées, mentionnons certaines parties du nord du détroit de Belle Isle, la côte nord-est de Terre-Neuve, la baie de Fundy et le détroit de Northumberland (figure 4). Bien que des tortues luths aient été observées dans ces régions (Goff et Lien, 1988; James *et al.*, 2006b, Hamelin *et al.*, 2016; Mosnier *et al.*, 2018), de tels signalements sont rares par rapport aux observations correspondant aux zones à forte utilisation définies à l'aide des données de repérage par satellite.

Caractéristiques de l'habitat dans les zones de forte utilisation

On peut également trouver de l'information sur les associations tortues luths-habitats dans les résultats de recherches axées sur les corrélats environnementaux de la distribution des tortues luths découlant d'études de repérage par satellite (p. ex. Benson *et al.*, 2011; Bailey *et al.*, 2012; Dodge *et al.*, 2014, Chambault *et al.*, 2017; Aleksa *et al.*, 2018) et de relevés aériens (p. ex. Shoop et Kenney, 1992; Eguchi *et al.*, 2018; Mosnier *et al.*, 2018). Collectivement, ces études révèlent qu'une production primaire saisonnière élevée ainsi que la présence de remontées d'eau, de zones de rétention et de systèmes océanographiques frontaux sont des corrélats océanographiques communs de l'habitat d'alimentation de la tortue luth. L'écologie physiologique de l'espèce est tributaire du régime thermique (Bostrom *et al.*, 2010; Casey *et al.*, 2014; Wallace *et al.*, 2018), c'est pourquoi la température à la surface de la mer agit également sur la répartition des tortues luths (McMahon et Hays, 2006; Witt *et al.*, 2007).

Sources d'incertitude

Dans la présente analyse, on s'est servi de données de repérage par satellite pour calculer la quantité relative de temps passée par les tortues luths dans différentes zones, en supposant explicitement que la durée de séjour dans une zone était corrélée positivement avec l'acquisition de ressources (c.-à-d. comportement d'alimentation). La quantification du comportement d'alimentation à partir d'études à court terme et à petite échelle dans l'une des zones de forte utilisation indiquée ici (GSL) confirme le rôle fonctionnel principal de cet habitat pour les tortues luths qui y résident sur une base saisonnière (Heaslip *et al.*, 2012; Wallace *et al.*, 2015, 2018), tout comme la recherche par biotélémétrie stomacale s'étalant sur plusieurs semaines (Casey *et al.*, 2014). Les paramètres de l'utilisation spatiale utilisés ici sont donc un indicateur indirect de l'habitat d'alimentation; les mesures directes de la densité des proies (méduses) qui sont associées à la recherche de nourritures par les tortues luths ne sont pas disponibles pour le moment.

On recense un certain nombre d'incertitudes communes aux études par marquage et par télémétrie.

- Biais de l'emplacement où le marquage a eu lieu : Pour réduire l'influence de l'emplacement où le marquage a lieu, on a marqué des tortues luths dans plusieurs zones, y compris des emplacements en mer et plusieurs plages de nidification de l'Atlantique Ouest, et on a supprimé les données des 7 premiers jours de suivi recueillies avant de calculer les probabilités relatives de résidence propres à la cellule. Bien que des trajectoires post-nidification de 23 tortues luths aient été incluses et que les tortues luths se déplacent régulièrement entre les habitats d'alimentation côtiers et extracôtiers dans les hautes latitudes, la majorité des déploiements de balises de repérage effectués dans les latitudes

nordiques ont eu lieu dans les eaux du plateau continental; par conséquent, il est possible que l'utilisation de l'habitat extracôtier soit sous-représentée dans l'échantillon.

- Effets du marquage : Pour réduire d'éventuels effets du marquage, des méthodes de fixation directe des balises sont utilisées depuis 2008 pour toutes les tortues capturées vivantes et celles en train de nicher. La fixation directe est actuellement considérée comme étant la méthode la plus humaine et celle ayant les effets les plus bénins sur les tortues luths et est maintenant une pratique courante dans les recherches connexes (Hamelin et James, 2018). Néanmoins, par mesure de précaution supplémentaire pour garantir la fiabilité des résultats, les données des 7 premiers jours de suivi ont été supprimés.
- Taille de l'échantillon : L'échantillon de 128 tortues luths représente le plus grand ensemble de données de télémétrie disponible pour les tortues luths du nord-ouest de l'Atlantique et comprend des déploiements d'étiquettes en mer et des déploiements sur les plages de nidification. On ne sait pas dans quelle mesure un échantillon de cette taille s'étalant sur 19 ans reflète l'ensemble de la population canadienne en période d'alimentation. Cependant, la similitude des résultats actuels avec ceux d'une analyse antérieure menée en 2012 (MPO, 2012; n = 70 tortues, données couvrant 11 ans) laisse sous-entendre que l'échantillon actuel pourrait être représentatif de la population.
- Emplacements des balises établis à l'aide d'estimations : les emplacements ARGOS sont des estimations des emplacements réels, chacun ayant sa propre ellipse d'erreur. Pour résoudre ce problème, les données ont été filtrées à l'aide d'un modèle espace-état (Jonsen *et al.*, 2019) qui nous a permis d'estimer les emplacements les plus probables de chaque tortue selon des intervalles réguliers. Cette approche tient compte des erreurs dans les emplacements observés et fournit un ensemble d'estimations produites selon des intervalles réguliers qui sont comparables entre les différents ensembles de données de suivi.
- La présente analyse indique l'existence de zones saisonnières fortement utilisées chaque année par la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Bien que cela soit en dehors de la portée du présent processus de consultation scientifique, des analyses à plus haute résolution des données de télémétrie et d'autres données connexes (p. ex. variables environnementales) seraient nécessaires pour que l'on puisse explorer les variations potentielles des profils d'utilisation spatiale de l'habitat par la tortue luth en réaction aux diverses conditions rencontrées dans l'habitat ou identifier des modèles de distribution saisonnière à plus petite échelle (p. ex. des corridors de déplacement plus localisés).

Conclusions

Les résultats actuels, incorporant des données recueillies sur 128 tortues luths pendant 19 ans, sont similaires à ceux d'une analyse antérieure (MPO, 2012), laquelle était fondée sur un échantillon beaucoup plus petit (n = 70) et une période de collecte de données plus courte (11 ans). Les deux analyses révèlent l'existence de zones de forte utilisation interannuelle dans les eaux canadiennes et une utilisation maximale en été et en automne (de juillet à octobre). Des recherches complémentaires fournissent des preuves directes que des tortues luths s'alimentent dans ces zones.

Deux grandes zones d'habitat important sont recensées : 1) GSL – le sud-est du golfe du Saint-Laurent et les eaux au large de l'est de l'île du Cap-Breton, y compris la baie de Sydney, le détroit de Cabot, des parties du Plateau madelinien et des parties adjacentes du chenal Laurentien; 2) BP – eaux au sud et à l'est de la péninsule de Burin, à Terre-Neuve, y compris des parties de la baie Placentia. L'occupation maximale de ces zones d'habitat important a lieu

en été et en automne. Le présent échantillon fournit des preuves d'une troisième zone potentielle, quoique plus diffuse, d'habitat important, à savoir les eaux du large situées à l'est et au sud-est du banc Georges, lesquelles sont fréquentées par les tortues luths tôt et tard dans la saison d'alimentation.

Autres considérations pour établir les limites de l'habitat essentiel de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique :

1. L'application de valeurs minimale pour circonscrire les zones de forte utilisation potentielles à partir des résultats de modèles inférant un changement de comportement à partir d'estimations d'emplacements sujettes à des erreurs (par exemple, modèle espace-état des changements comportementaux appliqué aux données ARGOS) nécessite un examen attentif. Par ailleurs, si cela est possible, il faudrait utiliser des données sur les déplacements à haute résolution (p. ex. GPS) pour formuler des hypothèses modélisées avec témoin.
2. Les limites doivent être contiguës, de sorte que les cellules adjacentes ou proches puissent être regroupées à l'intérieur d'un seul polygone, et les masses terrestres au-dessus de la ligne de marée haute doivent être exclues.

La présente analyse est axée sur l'utilisation de données de biotélémétrie pour recenser les zones fortement utilisées par les tortues luths. Ces mêmes données ont été combinées à des relevés des méduses échouées afin que l'on puisse explorer les chevauchements dans la répartition spatio-temporelle des tortues luths et de leurs proies et que les résultats mettent en évidence l'incidence qu'ont les champs de proies sur les déplacements des tortues (Nordstrom *et al.*, 2019). La surveillance continue à long terme des tortues luths et des méduses dans les eaux canadiennes de l'Atlantique est importante si nous voulons évaluer et prévoir la répartition et l'abondance de cette population de tortues de mer en voie de disparition au fil du temps.

On prévoit de mettre à jour l'examen des zones d'habitat important lorsque de nouvelles données (p. ex. sur la répartition des proies, la concentration des proies et le comportement des tortues) seront disponibles en quantités suffisantes. On pourrait inclure l'analyse des données de tortues luths détectées au cours des relevés aériens systématiques de la mégafaune marine.

Autres considérations

La présente réponse des Sciences contient des données non publiées qui ne doivent pas être citées en dehors du contexte du présent processus de consultation scientifique zonal.

Collaborateurs

Nom	Affiliation
Mike James (responsable)	MPO, Sciences, Région des Maritimes
Emily Bond	MPO, Sciences, Région des Maritimes
Susan Heaslip	MPO, Sciences, Région des Maritimes
Kirsten Clark	MPO, Sciences, Région des Maritimes
Jennifer Ford	MPO, Sciences, Région des Maritimes
Jennifer Saunders	MPO, Gestion des ressources, Région des Maritimes
Heidi Schaefer	MPO, Gestion des espèces en péril, Région des Maritimes
Katie Hastings	MPO, Gestion des espèces en péril, Région des Maritimes
Jack Lawson	MPO, Sciences, Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Sue Forsey	MPO, Gestion des espèces en péril, Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Stéphanie Ratelle	MPO, Sciences, Région du Golfe
Donald Pirie-Hay	MPO, Gestion des espèces en péril, Région du GOLFE
Marie-Pierre Veilleux	MPO, Gestion des espèces en péril, Région du Québec
Jean-Michel Poulin	MPO, Gestion des ressources, Région du Québec
Kayla Hamelin	Canadian Sea Turtle Network
Kathleen Martin	Canadian Sea Turtle Network
Bethany Nordstrom	Université Dalhousie

Approuvé par

Alain Vézina
Directeur régional des Sciences, Région des Maritimes, MPO
Dartmouth, N.-É.
Téléphone : 902-426-3490

Date : 24 février 2020

Sources de renseignements

Aleksa, K., Sasso, C.R., Nero, R.W., and Evans, D.R. 2018. Movements of Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in the Gulf of Mexico. *Marine Biology* 165:158. doi: 10.1007/s00227-018-3417-9

Atlantic Leatherback Turtle Recovery Team. 2006. Recovery Strategy for Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) in Atlantic Canada. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa.

Bailey, H., Benson, S.R., Shillinger, G.L., Bograd, S.J., Dutton, P.H., Eckert, S.A., Morreale, S.J., Paladino, F.V., Eguchi, T., Foley, D.G., Block, B.A., Piedra, R., Hitipeuw, C. Tapilatu, R.F., and Spotila, J.R. 2012. Identification of distinct movement patterns in Pacific Leatherback turtle populations influenced by ocean conditions. *Ecological Applications* 22:735–747.

Benson, S.R., Eguchi, T., Foley, D.G., Forney, K.A., Bailey, H., Hitipeuw, C., Samber, B.P., Tapilatu, R.F., Rei, V., Ramohia, P., Pita, J., and Dutton, P.H. 2011. Large-scale movements and high-use areas of western Pacific Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Ecosphere* 2:1–27.

- Bond, E.P. and James, M.C. 2017. Pre-nesting Movements of Leatherback Sea Turtles, *Dermochelys coriacea*, in the Western Atlantic. *Frontiers in Marine Science* 4:223. doi: 10.3389/fmars.2017.00223
- Bostrom, B.L., Jones, T.T., Hastings, M., and Jones, D.R. 2010. Behaviour and Physiology: The Thermal Strategy of Leatherback Turtles. *PLoS ONE* 5 (11): e13925. doi : 10.1371/journal.pone .0 013 925
- Chambault, P, Roquet, F., Benhamou, S., Baudena, A., Pauthenet, E., de Thoisy, B., Bonola, M., Dos Reis, V., Crasson, R., Brucker, M., le Maho, Y., Chevallier, D. 2017. The Gulf Stream Frontal System: A key oceanographic feature in the habitat selection of the Leatherback turtle? *Deep Sea Research Part I* 123:35–47.
- Casey, J.P., James, M.C., and Williard, A.S. 2014. Behavioural and metabolic contributions to thermoregulation in freely swimming leatherback turtles at high latitudes. *Journal of Experimental Biology* 217:2331–2337.
- COSEPAC. 2001. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) au Canada - Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 26 p.
- COSEPAC. 2012. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xviii + 63 p.
- Costa, D.P., Robinson, P.W., Arnould, J.P.Y., Harrison, A-L, Simmons, S.E., Hassrick J.L., Hoskins, A.J., Kirkman, S.P., Oosthuizen, H., Villegas-Amtmann, S., and Crocker, D.E. 2010. [Accuracy of ARGOS Locations of Pinnipeds at-Sea Estimated Using Fastloc GPS](#). *PLoS ONE* 5 (1): e8677.
- Davenport, J., Plot, V., Georges, J-Y, Doyle, T.K., and James, M.C. 2011. Pleated turtle escapes the box— shape changes in *Dermochelys coriacea*. *Journal of Experimental Biology* 214:3474–3479.
- DFO. 2013. Report on the Progress of Recovery Strategy Implementation for the Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) in Canada for the Period 2007–2012. Species at Risk Act Recovery Strategy Report Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa.
- Dodge, K.L., Galuardi, B., Miller, T.J., and Lutcavage, M.E. 2014. Leatherback Turtle Movements, Dive Behavior, and Habitat Characteristics in Ecoregions of the Northwest Atlantic Ocean. *PLOS ONE*, 19 Mar 2014 doi: 10.1371/journal.pone.0091726
- Eckert, S.A., Bagley, D., Kubis, S., Ehrhart, L., Johnson, C., Stewart, K., and DeFreese, D. 2006. Internesting and postnesting movements and foraging habitats of Leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting in Florida. *Chelonian Conservation Biology* 5:239–248.
- Eguchi, T., McClatchie, S., Wilson, C., Benson, S.R., LeRoux, R.A., and Seminoff, J.A. 2018. Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) in the California Current: Abundance, Distribution, and Anomalous Warming of the North Pacific. *Frontiers in Marine Science*. doi: 10.3389/fmars.2018.00452
- Goff, G.P., and Lien, J. 1988. Atlantic Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, in cold waters off Newfoundland and Labrador. *Canadian Field Naturalist* 102 (1):1–5.

- Gregg, E.J., Gryba, R., James, M.C., Brotz, L., and Thornton, S.J. 2015. Information relevant to the identification of critical habitat for Leatherback Sea Turtles (*Dermochelys coriacea*) in Canadian Pacific waters. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/079. vii + 32p
- Hamelin, K.M., James, M.C., Ledwell, W., Huntington, J., and Martin, K.E. 2016. Incidental capture of Leatherback sea turtles in fixed fishing gear off Atlantic Canada. Aquatic Conservation 27:631–642. doi: 10.1002/aqc.2733
- Hamelin, K.M., Kelley, D.E., Taggart, C.T., and James, M.C. 2014. Water mass characteristics and solar illumination influence Leatherback turtle dive patterns at high latitudes. Ecosphere 5:1–20.
- Hamelin, K.M. and M.C. James. 2018. Evaluating outcomes of long-term satellite tag attachment on Leatherback sea turtles. Animal Biotelemetry 6:18 doi: 10.1186/s40317-018-0161-3
- Heaslip, S.G., Iverson, S.J., Bowen, W.D., and James, M.C. 2012. Jellyfish support high energy intake of Leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*): video evidence from animal-borne cameras. PLoS ONE 7 (3): e33259. doi:10.1371/journal.pone.0033259.
- James, M.C., Eckert, S.A., and Myers, R.A. 2005a. Migratory and reproductive movements of male Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). Marine Biology 147:845–853.
- James, M.C., Myers, R.A., and Ottensmeyer, C.A. 2005b. Behaviour of Leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea*, during the migratory cycle. Proceedings of the Royal Society of London (B) 272:1547–1555.
- James, M.C., Ottensmeyer, C.A., and Myers, R.A. 2005c. Identification of high-use habitat and threats to Leatherback sea turtles in northern waters: new directions for conservation. Ecology Letters 8:195–201.
- James, M.C., Ottensmeyer, C.A., Eckert, S.A., and Myers, R.A. 2006a. Changes in diel diving patterns accompany shifts between northern foraging and southward migration in Leatherback turtles. Canadian Journal of Zoology 84:754–765.
- James, M.C., Sherrill-Mix, S.A., Martin, K., and Myers, R.A. 2006b. Canadian waters provide critical foraging habitat for Leatherback sea turtles. Biological Conservation 133:347–357.
- James, M.C., Sherrill-Mix, S.A., and Myers, R.A. 2007. Population characteristics and seasonal migrations of Leatherback sea turtles at high latitudes. Marine Ecology Progress Series 337:245–254.
- Jonsen, I., Myers, R. and James, M. 2007. Identifying Leatherback turtle foraging behaviour from satellite telemetry using a switching state-space model. Marine Ecology Progress Series 337:255–264.
- Jonsen, I.D., McMahon, C.R., Patterson, T.A., Auger-Méthé, M., Harcourt, R., Hindell, M.A., and Bestley, S. 2019. Movement responses to environment: fast inference of variation among southern elephant seals with a mixed effects model. Ecology, 100 (1), e02566.
- McMahon, C.R., and Hays, G.C. 2006. Thermal niche, large-scale movements and implications of climate change for a critically endangered marine vertebrate. Global Change Biology 12:1330–1338.
- MPO. 2012. Se servir des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/036.

- Mosnier, A., Gosselin, J-F, Lawson, J., Plourde, S., and Lesage, V. 2018. Predicting seasonal occurrence of Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in eastern Canadian waters from turtle and sunfish (*Mola mola*) sightings data and habitat characteristics. *Canadian Journal of Zoology*. doi: 10.1139/cjz-2018-0167.
- Nordstrom, B., James, M.C., and Worm, B. 2019. Tracking jellyfish and Leatherback sea turtle seasonality through citizen science observers. *Marine Ecology Progress Series* 520:15–32.
- Sherrill-Mix, S.A., James, M.C., and Myers, R.A. 2008. Migration cues and timing in Leatherback sea turtles. *Behavioral Ecology* 19:231–236.
- Shoop, C.R, and Kenney, R.D. 1992. Seasonal distributions and abundances of loggerhead and Leatherback sea turtles in waters of the northeastern United States. *Herpetological Monographs* 6:43–67.
- Stewart, K.R., James, M.C., Roden, S., and Dutton, P.H. 2013. Assignment tests, telemetry and tag-recapture data converge to identify natal origins of Leatherback turtles foraging in Atlantic Canadian waters. *Journal of Animal Ecology* 82, 791–803. doi: 10.1111/1365-2656.12056
- Vincent, C., McConnell, B.J., Ridoux, V., and Fedak, M.A. 2002. Assessment of ARGOS location accuracy from satellite tags deployed on captive gray seals. *Marine Mammal Science* 18:156–166.
- Wallace, B.P., Zolkewitz, M., and James, M.C. 2015. Fine-scale foraging ecology of Leatherback turtles. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3, 1–15.
- Wallace, B.P., Zolkewitz, M., and James, M.C. 2018. Discrete, high-latitude foraging areas are important to energy budgets and population dynamics of migratory Leatherback turtles. *Scientific Reports* 8: 11017. doi: 10.1038/s41598-018-29106-1
- Witt, M.J., Broderick, A.C., Johns, D.J., Marin, C., Penrose, R., Hoogmoed, M.S., and Godley, B.J. 2007. Prey landscapes help identify potential foraging habitats for Leatherback turtles in the NE Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 337:231–243.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
Institut océanographique de Bedford
1, promenade Challenger, C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070

Courriel : MaritimesRAP.XMAR@dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2020



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2020. Utiliser des données de repérage par satellite pour délimiter l'habitat important de la tortue luth dans les eaux canadiennes de l'Atlantique : mise à jour de 2019. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2020/041.

Also available in English

DFO. 2020. Using Satellite Tracking Data to Define Important Habitat for Leatherback Turtles in Atlantic Canada: 2019 Update. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2020/041.