

**BILAN DU SUIVI DE LA NIDIFICATION
DE LA TORTUE DES BOIS (*GLYPTEMYS INSCULPTA*),
POPULATION DE LA RIVIÈRE SHAWINIGAN
ET EFFICACITÉ DU PROGRAMME DE PROTECTION DES NIDS
(1994-2014)**



Denis Masse ¹

Yves Robitaille ²

Geneviève Clément Robert

Rapport final présenté à

Parcs Canada

et au Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

1. Parc national de la Mauricie, 702, 5^e Rue, Shawinigan, QC, G9N 1E9, Canada
2. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune, Mauricie et Centre-du-Québec, 100 rue Laviolette, Bur. 207 Trois-Rivières, QC G9A 5S9

Décembre 2014



Parcs
Canada

Parks
Canada

Ministère des Forêts,
de la Faune
et des Parcs

Québec 

Rédaction

Denis Masse, M. Sc. biol.
Scientifique des écosystèmes
Service de la conservation des ressources
Parc national de la Mauricie

Yves Robitaille
Direction de la gestion de la faune Mauricie
et Centre-du-Québec
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Compilation et analyse des données

Geneviève Clément Robert
Biologiste, étudiante Université du Québec à Trois-Rivières

Géomatique

Gatean Synnott
Technicien en géomatique
Service de la conservation des ressources
Parc national de la Mauricie

Révision linguistique

Geneviève Clément Robert
Jacques Pleau

Photos de la page couverture :

Ponte de la Tortue des bois : N. St-Pierre/Faune Québec
Jeune à l'éclosion : J. Pleau/Parcs Canada

Référence à citer :

MASSE, D., Y. ROBITAILLE et G. CLÉMENT-ROBERT. 2014. Bilan du suivi de la nidification de la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*), population de la rivière Shawinigan (1994-2014) et efficacité du programme de protection des nids (1994-2014). Rapport final présenté à Parcs Canada et au Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, 72 p.

RÉSUMÉ

La présence d'une population de tortues des bois (*Glyptemys insculpta*) dans la section nord de la rivière Shawinigan et la découverte d'un site de reproduction important à proximité du parc national de la Mauricie ont suscité l'intérêt de la part de nombreuses organisations. Depuis 1994, des travaux visant à acquérir des connaissances et identifier des mesures de protection ont été initiés afin d'assurer la conservation de cette population.

La population est associée aux caractéristiques naturelles de la rivière Shawinigan qui prend sa source au sud du lac Wapizagonke dans le parc national de la Mauricie. En 1999, l'ensemble de la population était évalué à environ 350 tortues adultes. La présence de la tortue des bois dans le parc est fortement reliée au maintien de la population locale. En effet, les tortues retrouvées dans le parc sont des individus isolés ou des jeunes en dispersion. Le parc ne peut à lui seul assurer la conservation à long terme de cette espèce dans la région.

Depuis 2001, le suivi de la nidification et un programme de protection des nids ont été poursuivis sur le site de ponte principal acquis il y a quelques années par la Fondation de la faune du Québec. Ainsi, la protection à l'extérieur du parc d'un grand nombre de nids (entre 11 et 47 annuellement) a permis à plus de 2000 jeunes tortues de se rendre à la rivière. Ce rapport présente le bilan du suivi de la nidification (1994-2014) et évalue l'efficacité des mesures de protection déployées afin de protéger cet habitat essentiel au maintien de l'espèce à l'échelle du bassin versant. Une synthèse des connaissances acquises sur la nidification de cette espèce est également présentée afin de dresser un bilan détaillé et faire ressortir quelques préoccupations de conservation. Depuis 2004, un nouveau facteur de prédation excessive a influencé négativement le succès de reproduction de la population. En deux ans, près de 50 % des adultes, en particulier des femelles nicheuses, ont été tués par des ratons laveurs (*Procyon lotor*). Ce phénomène n'avait jamais été observé depuis 1994. Une analyse sommaire de tous les paramètres liés à la nidification permet d'établir que le nombre de nids et de femelles nicheuses est à la baisse. Toutefois le succès de la nidification et les taux d'éclosion sont à la hausse.

La poursuite du programme de protection des nids et des jeunes est recommandée puisque la stabilité de la population n'a pas encore été démontrée. Pour le moment, cette mesure s'avère une des plus efficaces à court terme. La prédation excessive des adultes qui a induit une mortalité importante chez les femelles nicheuses constitue une menace préoccupante. La gestion de la végétation sur le site de ponte doit être faite afin de le maintenir favorable à la ponte des tortues. Néanmoins, la protection ou la restauration d'autres sites de ponte serait souhaitable et devra être considérée dans les actions de conservation devant être mises de l'avant sur les terres publiques et privées.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES ANNEXES	V
1. INTRODUCTION	7
1.1 État des connaissances sur la population de la Mauricie.....	8
1.2 Suivi du site de ponte principal et efficacité du programme de protection des nids et des jeunes.....	10
2. AIRE D'ÉTUDE	11
3. MÉTHODES	15
3.1 Nidification.....	15
3.2 Protection des nids et des jeunes et évaluation du succès d'éclosion.....	17
3.3 Suivi des femelles sur le site de ponte principal	18
3.4 Déplacements journaliers des femelles en période de ponte et localisations des sites de pontes secondaires.....	20
4. RÉSULTATS ET DISCUSSION	21
4.1 Nidification.....	21
4.1.1 Nombre de nids et chronologie de la ponte.....	21
4.1.2 Nombre de femelles nicheuses et fidélité des femelles au site de ponte principal.....	24
4.1.3 Activité et comportement des femelles sur le site de ponte principal.....	26
4.1.4 Caractéristiques des femelles pondeuses.....	28
4.1.5 Nombre d'œufs et chronologie de l'éclosion.....	28
4.2 Facteurs influençant le succès de nidification.....	32
4.2.1 Prédation.....	35
4.2.2 Parasitisme.....	41
4.2.3 Date d'initiation du nid et autres facteurs.....	42
4.2.4 Véhicule et dérangement.....	43
4.3 Déplacements des femelles en période de ponte et utilisation des sites de ponte secondaires.....	45
4.3.1 Déplacement des femelles en période de ponte.....	45
4.3.2 Localisation et utilisation des autres sites de nidification.....	49
5. ÉVALUATION DES EFFORTS DE PROTECTION (1994-2014)	54

5.1 Incidences de l'exploitation forestière et du flottage du bois sur l'habitat de la tortue des bois et nécessité d'intervention.....	54
5.2 Protection du site de ponte principal et programme de protection des nids et des jeunes.....	57
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	64
REMERCIEMENTS.....	66
BIBLIOGRAPHIE.....	68
ANNEXES.....	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Chronologie de nidification de la tortue des bois à la rivière Shawinigan (1994-2014).....	23
Tableau 2. Comportement de retour des femelles tortues des bois au site principal de nidification de la rivière Shawinigan (1995-2014).....	24
Tableau 3. Comparaison des caractéristiques des femelles tortues des bois, pondeuses ou non-pondeuses, pour les années 1996 et 1997 à la rivière Shawinigan; adapté de Walde (1998).....	27
Tableau 4. Chronologie d'éclosion des nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1996-2014).....	29
Tableau 5. Nombre moyen d'œufs trouvés dans les nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1995-2014).....	31
Tableau 6. Succès de nidification et causes d'insuccès des nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1994-2014).....	33
Tableau 7. Succès et causes d'insuccès des œufs de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1995-2014).....	34
Tableau 8. Bilan des cas de mortalité de tortues des bois observés au cours des différents inventaires réalisés en bordure de la rivière Shawinigan (1996-2014).....	37
Tableau 9. Succès de nidification et causes d'insuccès des nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan selon leur date d'initiation pour la saison 1996.....	42
Tableau 10. Succès de nidification des nids de tortues des bois et durée de l'incubation selon l'emplacement et l'exposition en 1996.....	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Aperçu du bassin versant de la rivière Shawinigan et des limites du parc national de la Mauricie.....	12
Figure 2. Photographies aériennes de la section nord de la rivière Shawinigan, aire d'étude (A) et de la portion située plus au sud (B) (photos : D. Masse / Parcs Canada); aperçu du lac Wapizagonke (C) (photo : J. Pleau / Parcs Canada).....	13
Figure 3. Grillage installé sur un nid de tortue des bois et trou d'éclosion (photo : D. Masse / Parcs Canada).....	18
Figure 4. Évolution du nombre de nids trouvés sur le site de ponte principal (1994-2014).....	22
Figure 5. Femelle tortue des bois pondant ses œufs à la gravière. Photo : N. Saint-Pierre.....	27
Figure 6. Déplacements minimums moyens quotidiens pour chacune des femelles tortues des bois suivies ;adapté de Montour et coll. (1998).....	47
Figure 7. Déplacements minimums moyens quotidiens des femelles tortues des bois en fonction des différentes sous-périodes observées; adapté de Montour et coll. (1998).....	48
Figure 8. Photographies aériennes infrarouges (échelle 1 : 15 000) illustrant quelques sites de ponte potentiels et/ou utilisés par les femelles tortues des bois; adapté de Montour et coll. (1998).....	50
Figure 9. Petite plage de sable en bordure de la rivière Shawinigan présentant un potentiel pour la nidification de la tortue des bois. Photo : D. Masse / Parcs Canada.....	52
Figure 10. Site de ponte naturel sur une plage de sable du lac Wapizagonke et d'un delta de ruisseau, parc national de la Mauricie (photo : D. Masse / Parcs Canada).....	53
Figure 11. Portion de la rivière Shawinigan servant autrefois au transport du bois (A); bassin sud du lac Wapizagonke présentant une quantité importante de billes de bois (B) ; flottage du bois sur la rivière Saint-Maurice vers 1983 (C); Image récente du grand lac Wapizagonke (D) (photo : J. Pleau /Parcs Canada). Photos (A, B et C) : source et année inconnues.).....	55

LISTE DES FIGURES (suite)

Figure 12. Distribution des observations de tortue des bois (1973-2014) dans le lac Wapizagonke et ses cours d'eau adjacents.....	59
Figure 13. Observations de tortues des bois dans le parc national de la Mauricie (1973-2014).....	60

LISTE DES ANNEXES

Annexe1. Moyenne, écart-type, intervalle et valeur de p des tests <i>t</i> Student des paramètres de la nidification (1994-2014).....	75
Annexe 2. Résumé des observations des femelles tortues des bois sur le site de ponte, recueillies de 1996 à 2014.....	77
Annexe 3. Aperçu du site de ponte principal et de la problématique de la colonisation par la végétation. Photos de gauche : D. Masse / Parcs Canada et photos de droite : Mouvement Vert Mauricie	79

1. INTRODUCTION

La tortue des bois est une espèce rare au Québec (Beaulieu, 1992; Bider et Matte, 1994). Au Canada, cette espèce est considérée menacée par le comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC, 2007). Au Québec, un rapport de situation a été produit en 1999 (Galois et Bonin, 1999). Depuis 2005, la tortue des bois a été désignée « vulnérable » au Québec (*Gazette officielle du Québec*, 2005) et un plan de rétablissement a été rédigé pour cinq espèces de tortues au Québec, incluant la tortue des bois (Équipe de rétablissement, 2005). Au niveau international, la tortue des bois est inscrite à l'appendice II du traité de la Convention sur le commerce international de la faune et de la flore sauvage menacée d'extinction (CITES) (Buhlmann, 1993). En Amérique du Nord, l'espèce est maintenant disparue d'une grande partie de son aire de distribution. Les plus grandes menaces pour cette espèce sont liées à la perte et à la fragmentation des habitats, aux mortalités routières, aux activités illégales de collecte et de commerce, ainsi qu'à la prédation excessive.

Des travaux de terrain réalisés en 1994 et 1995 visant à préciser la situation de la tortue des bois dans le parc national de la Mauricie et de la rivière Shawinigan ont mené à la découverte d'un important site de ponte en bordure de la rivière Shawinigan (Masse, 1996 ; 2003). C'est sur ce site que l'on retrouve la plus grande concentration de nids jamais observée en Amérique du Nord (Walde, 1998 ; Arvisais *et coll.*, 2001; Walde *et coll.*, 2003 ; 2007).

Depuis 1994, des travaux visant à acquérir des connaissances et identifier des mesures de protection ont été initiés afin d'assurer la conservation de cette population. Plusieurs partenaires ont collaboré à ce projet, soit le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDEFLCC), la Fondation de la faune du Québec, Parcs Canada, la Société d'histoire naturelle de la Vallée du Saint-Laurent, l'Université McGill, l'Université du Québec à Trois-Rivières et le Mouvement Vert Mauricie.

1.1 État des connaissances sur la population de la Mauricie

Plusieurs aspects de la nidification et de l'utilisation du site de ponte principal ont été étudiés (nombre de femelles, âge des femelles, comportement de retour, chronologie de la ponte et d'éclosion, productivité, succès de nidification et d'éclosion des œufs) (Bider et Walde, 1996 ; Walde et Bider, 1998 ; Walde, 1998 ; Walde *et coll.*, 2003 ; 2007 ; Walde et Saumure, 2008). D'autres aspects reliés à la reproduction et à la dynamique de population ont été intégrés dans les travaux de Walde (1998) et Walde *et coll.* (2003). Le comportement des juvéniles à l'éclosion et leurs caractéristiques ont fait l'objet de travaux précis (Walde *et coll.*, 2008). Les déplacements journaliers des femelles pendant la période de ponte ont été étudiés par Montour *et coll.* (1998). Par ailleurs, les aspects reliés aux déplacements, à l'étendue des domaines vitaux et à la sélection des habitats ont été étudiés en détail par Robitaille (1997), Arvisais (2000) et Arvisais *et coll.* (2002 ; 2004). Enfin, ces connaissances ont été à la base de la formulation de mesures de protection des habitats dans la bande riveraine de 200 mètres d'un cours d'eau où la présence de la tortue des bois est connue (Anonyme, 2002). Ces mesures s'appliquent en terre publique au Québec. Par contre, elles fournissent des lignes directrices à respecter sur les terres privées.

Des analyses ont aussi été effectuées par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec en 2003 pour établir le cadre écologique de référence du bassin versant de la rivière Shawinigan. Cet outil, juxtaposé aux suivis télémétriques de plusieurs individus pris tout au long de la période d'activité, permet de décrire le paysage fréquenté par la tortue des bois dans cette région. Ainsi, le périmètre d'habitat couvrant une superficie de 8 km² le long de la rivière Shawinigan a été caractérisé en détail (Côté et Audet, 2003). Enfin, d'autres travaux ont porté sur l'alimentation de la tortue des bois (Caron, 1999) et sur l'importance de la qualité de l'eau pour cette espèce (Bélanger, 1998).

En parallèle à ces travaux réalisés sur la population de tortue des bois de la rivière Shawinigan, un suivi de la présence de celle-ci dans le parc national de la Mauricie a été initié et se réalise chaque année depuis 1994. Ainsi, toutes les observations de l'espèce sont consignées dans une base de données et un suivi télémétrique de certaines tortues est réalisé afin de préciser les habitats utilisés dans le parc et le statut de cette population (Masse et coll., 2003). En 1998,

des travaux d'inventaires (Prud'homme et Robitaille, 1998) ont été réalisés en bordure de lacs et de cours d'eau où l'espèce avait déjà été observée (Masse, 1996). Ces inventaires avaient comme objectif d'évaluer les niveaux d'abondance de la tortue des bois dans le parc et de les comparer avec d'autres sections de la rivière Shawinigan en fonction d'un gradient nord-sud, soit dans un état peu perturbé vers un état où l'habitat riverain est plus fragmenté par la présence d'un grand nombre d'habitations, de routes et de zones agricoles.

Enfin, les travaux récents sur la génétique (Tessier et Lapointe, 2002; 2003a; Tessier *et coll.*, 2005 ; 2009) ont permis de caractériser la diversité génétique de la population de tortue des bois de la rivière Shawinigan et de la comparer à d'autres populations du Québec (Missisquoi, Tomifobia, Sutton, Forêt de l'Aigle et du Chêne). Ces travaux confirment que la population de la rivière Shawinigan est génétiquement distincte et que les tortues observées dans le parc font partie de cette population.

La situation de la tortue des bois au parc national de la Mauricie est également en voie de révision en fonction des résultats obtenus dans le cadre d'un suivi à long terme. Les observations de tortues des bois dans le parc sont en baisse depuis 1970 (Masse, 1996; 2003). Les tortues qui le fréquentent sont des individus isolés. Le secteur sud-ouest du parc soit le lac Wapizagonke et les secteurs (Shewenegan et Esker) est encore fréquenté par l'espèce. Les petits cours d'eau adjacents au lac Wapizagonke abritent quelques individus. L'aménagement de zones de récréation dans le secteur sud du lac Wapizagonke, la circulation routière élevée et le dérangement humain et/ou la récolte illicite seraient les causes de son déclin. De plus, l'exploitation forestière intensive avant la création du parc (1850-1970) et les effets de la manipulation des niveaux d'eau pour le transport du bois ont probablement contribué à cette situation. Dans ce contexte, diverses recommandations ont été émises à Parcs Canada afin que dans le parc des actions soient mises en œuvre rapidement (Tessier, 2003b; Tessier et Lapointe, 2005). Un projet expérimental visant l'ajout de juvéniles a été réalisé et son efficacité démontrée (Pouliot *et coll.*, 2010 ; en préparation). Enfin, l'évaluation de la faisabilité de restaurer le niveau du lac Wapizagonke est en cours.

Le parc ne peut à lui seul assurer la conservation à long terme de cette espèce dans la région. Au contraire, la présence de la tortue des bois dans le parc dépend du maintien de la population

à l'extérieur du parc. L'habitat n'y est pas optimal et ne peut supporter une population viable. La présence de la tortue des bois dans le parc est étroitement associée aux caractéristiques particulières de la rivière Shawinigan, émissaire du lac Wapizagonke. Cet habitat abrite toujours une bonne population et la dispersion d'individus contribue à maintenir la présence de tortue des bois à l'extérieur du noyau principal de la population. Dans ce contexte, la contribution de Parcs Canada aux efforts de protection de cette espèce est nécessaire à l'échelle régionale. Sa survie à l'intérieur du parc dépend du maintien de la population à l'extérieur du parc.

En fait, de nombreuses préoccupations de conservation ont été soulevées à la suite de la réalisation de ces travaux et du suivi de la nidification (Adam *et coll.*, 2007; Bourgeois *et coll.*, 2004 ; 2008 ; Paradis *et coll.*, 2005). Un plan de conservation de la population de tortues des bois du bassin versant de la rivière Shawinigan a été élaboré en 2005 (Tessier et Lapointe, 2005). Ce plan a été finalisé en 2009 afin d'assurer sa mise en œuvre par tous les partenaires impliqués (Bourgeois *et coll.*, 2009). Parmi les actions de conservation identifiées, le suivi annuel du succès de nidification sur le site de ponte était recommandé comme prioritaire. L'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de surveillance et d'entretien du site de ponte principal pour préserver la qualité de l'habitat, le contrôle des prédateurs et la protection contre la récolte illicite étaient aussi recommandés.

1.2 Suivi du site de ponte principal et efficacité du programme de protection des nids et des jeunes

Les travaux réalisés en 1996 et 1997 sur la nidification ont démontré l'importance du site de ponte principal pour la conservation de cette population (Bider et Walde, 1996 ; Walde et Bider, 1998). En fait, selon Walde (1998) et Walde *et al.* (2003), le pourcentage de femelles de la population qui visitent le site se situe entre 49 % et 61 %. Quant à la proportion des femelles qui construisent leur nid sur le site de ponte principal, elle varie entre 37 % et 46 % (Walde, 1998 ; Walde *et coll.*, 2003).

Compte tenu de son importance ainsi que des besoins de connaissances additionnelles sur l'utilisation de ce site et des efforts de protection en cours, un suivi annuel est assuré sur le site

de ponte principal depuis 1998. Il permet d'évaluer le nombre de nids et le succès d'éclosion des jeunes. Ce suivi a comme objectif d'évaluer l'efficacité des mesures de protection mises de l'avant, soit la protection du site de ponte (acquisition du terrain et installation d'une clôture) et la mise en œuvre d'un programme de protection des nids et des jeunes. Au cours de ces travaux de surveillance, la fidélité des femelles au site de ponte et leur vulnérabilité sont également documentées.

Le présent rapport dresse un bilan de la nidification et évalue l'efficacité des mesures de protection. Une synthèse des connaissances acquises sur la nidification de cette espèce est également présentée afin de faire ressortir des préoccupations de conservation.

2. AIRE D'ÉTUDE

La rivière Shawinigan se situe dans la région de la Mauricie. Elle fait partie d'un grand bassin versant soit celui de la rivière Shawinigan et draine les eaux s'écoulant du secteur ouest du parc national de la Mauricie (figure 1). Les principaux travaux effectués sur la population de tortues des bois se sont déroulés sur une portion de 9 km de la rivière et de ses tributaires (500 hectares). Cette rivière à méandres est large de cinq à dix mètres et sa profondeur moyenne en période estivale est de deux mètres. Le substrat varie le long de la rivière, passant de rocheux en amont où les eaux sont plus vives à cause de la présence de petits rapides, à sablonneux dans les sections plus en aval. Des dépôts vaseux se retrouvent aussi à certains endroits, là où la sédimentation est plus importante et le courant plus faible. Les variations saisonnières du niveau de l'eau sont marquées et la crue des eaux printanière est importante. L'eau est d'excellente qualité. De fait, cette rivière est l'émissaire du lac Wapizagonke situé dans le parc national. En raison de sa grande superficie (512 ha), de sa profondeur moyenne élevée (15,6 m), de sa faible productivité et de la transparence de ses eaux, ce lac peut être qualifié d'oligotrophe. La qualité des eaux qui s'y déversent est excellente (Hébert, 1996; Plante, 1996; Bélanger, 1998). Un aperçu du réseau hydrographique dans lequel sont situés le lac Wapizagonke et la rivière Shawinigan est présenté aux figures 1 et 2.

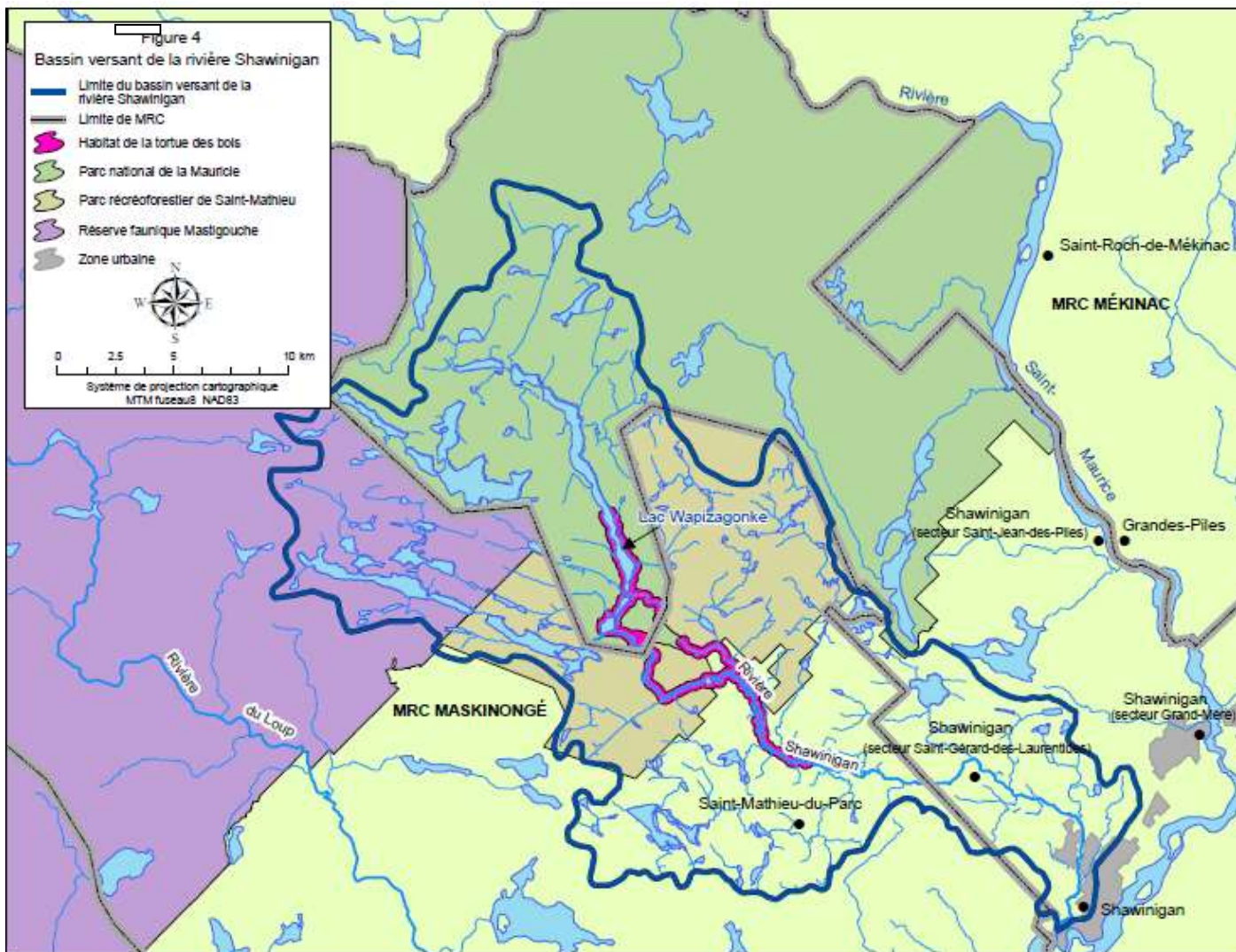


Figure 1. Aperçu du bassin versant de la rivière Shawinigan et des limites du parc national de la Mauricie



A)



B)



C)

Figure 2. Photographies aériennes de la section nord de la rivière Shawinigan, aire d'étude (A) et de la portion située plus au sud (B) (photos : D. Masse / Parcs Canada); aperçu du lac Wapizagonke (C) (photo : J. Pleau / Parcs Canada)

Peu de perturbations humaines (habitations, coupes de bois et gravières exploitées) sont présentes dans la section nord de la rivière (aire d'étude) comparativement aux sections situées plus au sud (figure 2). La rivière et ses tributaires s'écoulent dans une mosaïque de groupements végétaux variés. L'aulnaie (*Alnus rugosa*) est le groupement le plus abondant sur la portion basse de l'aire d'étude en association avec les plans d'eau. Les groupements de sapins baumiers (*Abies balsamea*), de peupliers faux-

trembles (*Populus tremuloïdes*), de bouleaux (*Betula spp.*) et d'épinettes blanches (*Picea glauca*) sont également omniprésents sur l'aire d'étude. La strate herbacée est relativement homogène entre les différents peuplements, les principaux représentants étant le maïentème du Canada (*Maianthemum canadense*), la trientale boréale (*Trientalis borealis*), la clintonie boréale (*Clintonia borealis*), le cornouiller quatre-temps (*Cornus canadensis*), l'oxalide des bois (*Oxalis montana*) et plusieurs espèces de fougère. Marais, marécages et étangs à castor (*Castor canadensis*) sont abondants et sont tous des milieux fréquentés par la tortue des bois.

Arvisais (2000) fournit une description détaillée de la végétation présente en bordure de la section nord de la rivière Shawinigan et précise les liens qui existent entre les habitats et la tortue des bois (domaines vitaux, déplacements et sélection d'habitats; Arvisais et coll., 2002). La moyenne d'âge des peuplements forestiers rencontrés se situe entre 30 et 40 ans. Les coupes effectuées dans le secteur de la rivière Shawinigan sont assez récentes (1980-1996).

Situé au nord de l'aire d'étude, le parc national se retrouve sur la zone de transition entre la forêt laurentienne et la forêt boréale. La forêt feuillue y est dominante au sud et est de plus en plus entrecoupée de groupements conifériens vers le nord. Elle est composée d'érablières à bouleau jaune typiques ainsi que d'érablières à bouleau jaune et à hêtre (Lalumière et Thibault, 1988). Le parc a été créé en 1970 afin de sauvegarder un échantillon représentatif de la richesse et de la diversité du Bouclier canadien et, plus particulièrement, des Basses-Laurentides. Ce territoire de 536 km² est situé à la limite sud-est de l'écozone du Bouclier boréal, immédiatement au nord des basses-terres du Saint-Laurent. Il a principalement les mêmes caractéristiques que la région précambrienne des Grands Lacs et du Saint-Laurent (Pelletier, 1998).

Tout le territoire du parc et celui adjacent à la rivière Shawinigan ont longtemps été exploités par les compagnies forestières. Les coupes forestières ont perturbé pratiquement tout ce territoire au cours des 150 dernières années (Lalumière et Thibault, 1988). Le lac Wapizagonke et particulièrement la rivière Shawinigan ont été utilisés de façon intensive pour la drave (flottage du bois, barrages).

Le site de ponte principal est d'une superficie de 18 ha et est situé dans une gravière adjacente à la rivière Shawinigan exploitée depuis environ une cinquantaine d'années. Le substrat se compose de particules allant du sable fin à moyen jusqu'au gravier. On y retrouve peu de végétation, à l'exception d'aulnaies situées au nord-est, en bordure de la rivière, ainsi que sur le côté est. L'emplacement exact du site d'étude n'est pas dévoilé conformément aux recommandations de conservation formulées par Litzgus et Brooks (1996).

Selon Wilson (1971) ainsi que Naud et Plamondon (1975), le climat du parc et de la section nord de la rivière Shawinigan serait humide, tempéré froid, sans saison sèche distincte. Les conditions climatiques qui prévalent dans cette région écologique sont caractéristiques des basses et moyennes Laurentides en général. La section ouest, qui comprend le bassin de drainage du lac Wapizagonke et la section nord de la rivière Shawinigan, est caractérisée par une saison végétative qui dure 179 jours, soit du 22 avril au 18 octobre. La période sans gel pour cette région est de 105 jours. Les températures moyennes pour janvier et juillet y sont respectivement de -13,5 et 18 degrés Celsius. Selon Parmalee et Klippel (1981), la répartition de la tortue des bois serait limitée au nord par l'isotherme de 18 °C de juillet, ce qui est en accord avec les mentions d'observations recueillies à la rivière Shawinigan et au parc national de la Mauricie. Selon les données de l'Atlas des habitats potentiels de la tortue des bois (Giguère et coll., 2011), le secteur à l'étude présente un bon potentiel avec quelques habitats ayant un indice de qualité d'habitat (IQH) élevé (CF : carte F16 : Giguère et coll., 2011). Ce modèle a été établi en fonction de six paramètres soit : (1) le climat ; (2) la présence de résineux; (3) la présence humaine ; (4) le type de cours d'eau ; (5) le type de substrat et (6) le type de végétation.

3. MÉTHODES

3.1 Nidification

Tous les travaux réalisés sur le site de ponte avaient comme objectifs d'identifier les nids, de les localiser et d'évaluer le succès d'éclosion des œufs. En 1994 et 1995, le site

de ponte principal a fait l'objet d'un suivi régulier entre le 28 mai et le 20 juin à différentes périodes du jour et de la soirée. Durant cette période, le site était visité sommairement afin de localiser les nids, et de préciser l'espèce et la taille des femelles nicheuses. Les quelques nids observés ont été marqués discrètement. Des visites ont également eu lieu du 10 août au 10 septembre afin d'évaluer le nombre de nids et le succès de la nidification, la chronologie d'éclosion des nids et le succès d'éclosion. Les travaux effectués durant ces deux années (Masse, 1996) ont permis uniquement d'évaluer le nombre de nids éclos à partir des trous d'éclosion ou en fonction des fragments de coquilles retrouvés dans les nids détruits par les prédateurs. Néanmoins, tous les nids trouvés ont été déterrés afin d'évaluer le nombre d'œufs et le succès d'éclosion.

En 1996 et 1997, les travaux se sont poursuivis et les mêmes méthodes ont été utilisées (Bider et Walde, 1996 ; Walde et Bider, 1998). Toutefois, l'effort pour dénombrer les nids a été plus considérable et une surveillance journalière importante (5 h à 22 h) a été effectuée afin d'étudier en détail l'utilisation du site de ponte par les tortues. L'étude de Walde (1998) visait également à préciser le comportement de la ponte des femelles et les autres aspects démographiques de la population de la rivière Shawinigan. En 1998, Prud'homme et Robitaille (1998) ont poursuivi les efforts de repérage des nids sur le site de ponte.

De 1996 à 1998, la nidification a été intensément étudiée au site de ponte principal situé à proximité de la rivière Shawinigan. Durant ces trois saisons de ponte, soit du 25 mai au 10 juillet environ, des observateurs ont surveillé le site aux périodes de grandes affluences des femelles, soit de 5 h à 11 h et de 15 h à 21 h environ. Walde (1998) présente en détail tous les aspects méthodologiques de l'étude de la nidification. Les personnes présentes étaient camouflées par un abri de toile et demeuraient silencieuses pour éviter le dérangement. Les femelles étaient identifiées à l'aide de télescopes permettant de voir les encoches limées sur la partie arrière de la carapace.

Enfin, toutes les femelles observées en comportement de ponte ont été notées et lorsque la femelle quittait le site, l'emplacement exact du nid était localisé par un clou inséré dans le sol à environ 15 cm au sud de l'emplacement exact du nid. Sur le clou, un ruban rouge ou une plaque en plastique avec un numéro correspondant au nid était accroché. Pour chaque nid identifié ainsi, la date d'initiation du nid était notée.

En 1999, le site a fait l'objet d'un suivi moins exhaustif. Des visites régulières sur le site ont toutefois permis d'évaluer la nidification et le succès d'éclosion. Le suivi effectué était comparable à l'effort de surveillance de 1994 et 1995. De 2000 à 2014, le site a fait l'objet d'un suivi annuel visant à réévaluer précisément l'importance de la ponte et le recrutement. La même méthode que celle utilisée en 1996, 1997 et 1998 a été réutilisée.

3.2 Protection des nids et des jeunes et évaluation du succès d'éclosion

Depuis 1996, la plupart des nids repérés ont été recouverts par des couvercles de protection d'une superficie de 1 m² afin de les protéger contre les prédateurs et de restreindre les nouveau-nés au moment de l'émergence. Ces couvercles consistent en un cadre fait de bois de 2,5 cm x 10 cm recouvert d'un treillis métallique galvanisé de 1,27 cm (figure 3). Les couvercles ont été partiellement enfouis dans le sol afin de prévenir les fuites de nouveau-nés. Dès le début d'août, les couvercles étaient installés sur les nids. Par la suite, les nids étaient visités et les couvercles étaient inspectés tous les jours afin de détecter la présence de jeunes. Le cas échéant, la date d'éclosion et le nombre de jeunes étaient notés. En 1997, un grand nombre de ces jeunes au moment de l'éclosion ont été étudiés sommairement (Walde et coll., 2007). Ils ont été mesurés (longueur du plastron et de la carapace), pesés et marqués. Une petite encoche était faite, avec un coupe-ongle, sur une écaille afin de les identifier temporairement. La dispersion de ces jeunes tortues a également été étudiée par Walde et coll. (2007) en utilisant la technique de la fluorescence.

Une semaine après le moment d'éclosion, les nids ont été déterrés afin d'évaluer le succès d'éclosion. Ainsi, les œufs non éclos étaient dénombrés et le nombre d'œufs



Figure 3. Grillage installé sur un nid de tortue des bois et trou d'éclosion.

photos : D. Masse / Parcs Canada

pondus était déterminé. Le succès d'éclosion et le nombre d'œufs ont été déterminés en se basant sur l'apparence des œufs après une éclosion normale, l'examen des fragments de coquille et le nombre de membranes retrouvées au fond du nid. Les nids dans lesquels au moins un œuf avait éclos ont été considérés comme ayant connu un succès. Dans le cas d'un insuccès, les causes ont été identifiées à partir des caractéristiques de la destruction du nid et de l'apparence des fragments de coquille. À la fin de la saison, soit autour du 10 octobre, tous les grillages étaient enlevés et les nids non éclos ont été déterrés de façon systématique.

Il est à noter que le site de ponte était visité régulièrement en août et en septembre afin de repérer d'autres nids non localisés par les observateurs. Tous les nids ont été localisés à partir des fragments de coquille ou des signes d'éclosion laissés par le passage des jeunes tortues. La présence d'un petit trou dans le sol d'environ 3 à 4 cm de diamètre et d'une profondeur d'au moins 6 cm indiquait la présence d'un nid (figure 3). Ces nids découverts fortuitement étaient également déterrés. À l'exception de 1999, très peu de nids ont été trouvés de cette façon. Les observateurs ont toujours localisé plus de 90 % des nids établis sur ce site.

3.3 Suivi des femelles sur le site de ponte principal

La plupart des tortues observées, que ce soit dans le parc national, en bordure de la rivière Shawinigan et sur le site de ponte, ont été mesurées avec un vernier de type forestier (± 1 mm). La longueur du plastron (LP) et la longueur de la carapace (LC) étaient notées.

Les individus capturés ont été pesés avec une balance à ressort de type Pesola (± 50 g, suisse). Les tortues ayant une longueur de carapace inférieure à 160 mm ont été considérées comme des immatures (Walde, 1998). L'âge des tortues a été déterminé lorsque possible en comptant le nombre d'anneaux de croissance (annuli) sur les écailles abdominales (Zug, 1991). Cette technique est considérée comme fiable pour estimer l'âge des tortues (Lovitch *et coll.*, 1990; Harding et Bloomer, 1979). Toutefois, sur les tortues âgées d'au moins 20 ans, les anneaux ne sont plus visibles distinctement et l'âge était considéré comme approximatif et comme un minimum. Règle générale, les anneaux de croissance étaient comptés à deux reprises et une moyenne était faite. Les tortues ont été sexées en utilisant les principaux traits distinctifs décrits par Ernst et coll. (1994). En général, le mâle est plus large que la femelle. Son plastron est concave et sa queue est épaisse avec l'ouverture anale située en dehors de la carapace. La femelle a un plastron plat et une queue plus courte dont l'ouverture cloacale se situe sous la carapace (Carr, 1952; Belner et King, 1979). Les écailles sur les membres antérieurs du mâle sont plus grossières et les griffes sont plus longues et plus massives que celles de la femelle (Babcock, 1971). Les écailles marginales de la carapace ont été marquées à l'aide d'une lime ronde pour identification et un numéro leur a été attribué selon le système de Cagle (1939). Des caractéristiques externes anormales telles que la présence de trous dans la carapace et l'amputation de membres ont également été notées. En 1996, 1997 et 1998, toutes les femelles tortues qui ont fréquenté le site de ponte ont été mesurées et marquées. Depuis 1999, les femelles observées sur le site de ponte ne sont plus manipulées systématiquement pour déterminer leur numéro afin de réduire au minimum le dérangement. Toutefois, un certain nombre de femelles sont identifiées dans les aires d'attente situées à proximité du site de ponte afin d'évaluer à long terme la fidélité des femelles et la venue de nouvelles tortues non marquées sur ce site. Ces femelles sont ainsi capturées et identifiées dès les premiers signes de ponte jusqu'aux dernières observations. Dès les premiers signes d'activité, le site de ponte était en observation tous les jours, peu importe les conditions météorologiques, ce qui a permis d'établir le nombre de tortues différentes qui fréquentent ce site et d'identifier les nids. La surveillance du site était faite entre 16 h et 22 h. Cependant lors de journées chaudes avec pluie fine, des visites pouvaient être faites avant 16 h afin de ne pas manquer les tortues sur le site de ponte.

En parallèle à cet effort de surveillance sur le site de ponte, des visites étaient régulièrement faites en bordure du site de ponte près de la rivière, afin de dénombrer les

femelles tortues en attente. D'une année à l'autre, le même parcours était vérifié. Les mêmes périodes de visite étaient faites (11 h et 15 h) et avec la même fréquence soit tous les deux ou trois jours d'intervalle et par le même observateur de 1999 à 2014 inclusivement. Ces tortues facilement identifiables ont permis de préciser l'information obtenue sur les femelles nicheuses et le pourcentage de retour au site de ponte.

3.4 Déplacements journaliers des femelles en période de ponte et localisations des sites de pontes secondaires

Depuis 1995, plusieurs petits sites de ponte ont été localisés en bordure de la rivière Shawinigan. Ceux-ci ont été découverts en partie grâce aux travaux de Montour et coll. (1998) qui ont étudié les déplacements journaliers des femelles pendant la période de ponte. En mai 1997, 15 femelles munies d'émetteurs radio ont fait l'objet d'un suivi télémétrique quotidien du 26 mai au 26 juin. Les localisations ainsi obtenues ont été transposées sur des photographies aériennes infrarouges à l'échelle 1 : 15 000 afin de déterminer l'amplitude des déplacements, de vérifier s'il existe un patron de déplacement en période de ponte et d'identifier d'autres sites de ponte en bordure de la rivière Shawinigan (Montour *et coll.*, 1998). D'autres sites de ponte secondaires ont été localisés fortuitement lors des travaux de terrain de télémétrie et de déplacements dans la région. Tous ces sites ont été localisés sur une carte 1 : 20 000.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 Nidification

4.1.1 Nombre de nids et chronologie de la ponte

Le nombre et la distribution des nids de tortue des bois au site de ponte principal ont été sensiblement les mêmes de 1996 à 2003. Le dénombrement de 16 et 15 nids pour les années 1994 et 1995 est moindre que les autres années. En fait, les observations pour ces deux années n'ont pas été systématiques tandis que pour les années subséquentes, des observateurs étaient présents durant la majorité de la période de ponte (tableau 1). De plus en 1994 et 1995, les nids trouvés étaient localisés à partir des trous d'éclosion, seuls les nids éclos ont donc été détectés.

En 2004 et 2005, le nombre de nids trouvés sur le site de ponte a diminué fortement, passant de 47 nids en 2003 à 17 nids pour ces deux dernières années. Ce déclin est attribuable à une augmentation subite des populations de ratons laveurs en 2004 qui a entraîné une perte d'au moins 50 % de la population d'adultes (section 4.2.1). Malgré que cet épisode de prédation excessive n'ait pas été observé depuis 2005, le nombre de nids trouvés sur le site de ponte est à la baisse (figure 4 et annexe 1). Entre 1996 et 2003, le nombre de nids trouvés était de 33 alors que pour la période de 2004 à 2014 ce nombre moyen a chuté à 19.

La distribution des nids trouvés en 1996 et 1997 est assez similaire à celle observée de 1998 à 2010. Bien que la gravière soit d'une grande superficie, les tortues ont niché en grande majorité dans le même périmètre d'une année à l'autre. Les mêmes talus et les mêmes zones ont été utilisés. Seulement, au maximum 10 % des nids trouvés ont été faits à l'extérieur de la zone préalablement identifiée en 1996. Un ou deux nids ont été faits dans un stationnement situé à moins de 100 mètres du site de ponte principal. D'autres ont été observés sur des talus situés à la limite est de la gravière, à moins de 100 mètres des autres nids. En 1996 et 1997, les nids étaient situés en moyenne à 19,3 mètres de la rivière, le plus près étant situé à 5 mètres et le plus loin à 43 mètres (Walde, 1998). Depuis 2010, certains talus ne sont plus utilisés en raison de la présence d'une végétation dense. De plus, une plus grande proportion de nids sont faits à

l'extérieur du périmètre protégé par des clôtures. Les talus de sable sans aucune végétation semblent attirer les femelles pondeuses.

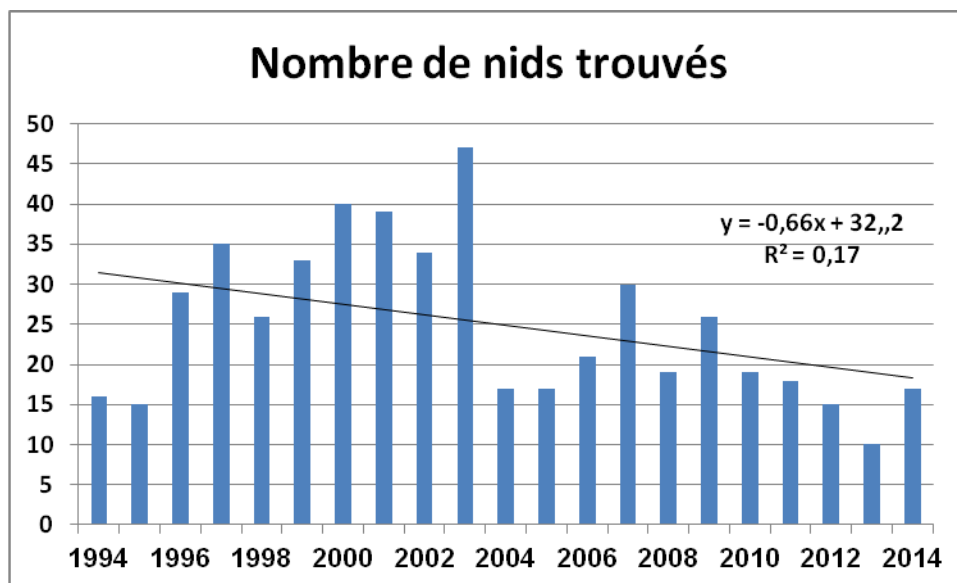


Figure 4. Évolution du nombre de nids trouvés sur le site de pont principal (1994-2014)

Selon les conditions climatiques printanières, la ponte débute le 1^{er} juin et les derniers nids sont faits à la fin juin (tableau 1). Le pic de la ponte (50 % des nids initiés) se situe vers le 13 juin. Les printemps où la nidification était hâtive (1995-1999-2010) étaient caractérisés par des conditions très favorables (dégel hâtif et température au-dessus de la moyenne saisonnière). Règle générale, la période de nidification s'étale entre 9 et 22 jours (tableau 1).

Tableau 1. Chronologie de nidification de la tortue des bois à la rivière Shawinigan (1994-2014)

	Nombre de nids	Début de la ponte	Intervalle (jours)	Pic (50 % des nids initiés)	Fin de la ponte	Durée totale (jours)
1994	16 ¹	>15 juin ²	-	-	-	-
1995	15 ¹	1 ^{er} juin ²	7	08 juin	15 juin	14
1996	30	09 juin	4	13 juin	1 ^{er} juillet	22
1997	31	13 juin	7	20 juin	28 juin	15
1998	27	08 juin	4	12 juin	20 juin	12
1999³	36	29 mai	6	04 juin	14 juin	16
2000	40	11 juin	9	20 juin	26 juin	15
2001	39	02 juin	7	09 juin	17 juin	15
2002	34	17 juin	4	21 juin	07 juillet	20
2003	47	12 juin	5	17 juin	29 juin	17
2004	17 ⁴	09 juin	5	14 juin	23 juin	14
2005	17 ⁴	09 juin	5	14 juin	26 juin	17
2006	21	04 juin	7	11 juin	19 juin	15
2007	30	03 juin	9	12 juin	20 juin	17
2008	19	10 juin	3	13 juin	21 juin	11
2009	26	05 juin	9	14 juin	19 juin	14
2010	20	30 mai ⁵	2	1 ^{er} juin	09 juin	10
2011	18	14 juin	1	15 juin	23 juin	9
2012	15	05 juin	2	07 juin	14 juin	9
2013	11	07 juin	3	10 juin	22 juin	15
2014	17	08 juin	3	11 juin	21 juin	13

¹ Ces nids ont été identifiés à partir des trous d'éclosion repérés en août et septembre

² Dates obtenues à partir de visites ponctuelles sur le site

³ La ponte a été initiée et s'est terminée plus tôt en 1999, en raison des conditions climatiques particulièrement clémentes pour la saison

⁴ Le nombre de nids initiés sur le site a baissé en raison de la prédation des femelles dans l'aire d'étude

⁵ Température très chaude pour la dernière semaine de mai (± 30 °C) et sécheresse exceptionnelle pour ce temps-là de l'année. Les tortues ont commencé à se promener sur le site dès le 23 mai, mais aucune d'elle n'a été observée en train de pondre avant le 30.

En 2010, le printemps fut exceptionnellement chaud et sec. Les femelles tortues ont commencé à visiter le site le 23 mai. Cependant en raison de la chaleur et du degré de sécheresse, aucun nid ne fut fait avant le 30 mai. Le 1^{er} juin 50 % des nids étaient faits et le 9 juin la ponte était terminée. À l'inverse, le printemps 2002 caractérisé comme très tardif (froid et pluvieux), fut une exception à la règle. Les premiers nids ont été initiés vers le 17 juin et la ponte se termina le 7 juillet.

Depuis près de 20 ans, la période d'initiation des nids où 50 % des nids sont initiés semble plus hâtive d'au moins 2,5 jours, si on la compare par périodes de dix ans. D'ailleurs la durée de la ponte a diminué significativement entre la valeur moyenne obtenue, soit 16 jours pour la période de 1996 à 2003 comparativement à 13 jours pour la période la plus récente (2004-2014) (annexe 1).

4.1.2 Nombre de femelles et fidélité des femelles au site de ponte principal

Les données préliminaires recueillies en 1994 et 1995 sur un faible nombre de tortues marquées en bordure du site de ponte ont révélé qu'une proportion assez importante de femelles revenaient sur le site (Masse, 1996). Des travaux réalisés en 1996 et 1997 (Bider et Walde, 1996 ; Walde et Bider, 1998 ; Walde et *Coll.* 2003) ont par la suite permis de confirmer que le taux de retour au site était élevé. Il a été estimé que plus de 82 % des femelles ayant visité le site de ponte principal en 1996 sont retournées sur ce site lors de la saison de ponte 1997 (tableau 2). De plus, selon Walde et Bider (1998), 65 % des femelles qui sont retournées au site y ont pondu pour deux années consécutives. Sur ces femelles, neuf individus, soit 43 %, ont construit leur nid à moins de 10 mètres de l'endroit utilisé la saison précédente. Une tortue a même niché à moins d'un mètre de son ancien nid. Une seule tortue ayant utilisé la gravière en 1996 fut observée nichant sur un autre site l'année suivante. Quatre tortues ont été vues creusant un nid à l'endroit exact où une autre femelle avait pondu peu longtemps avant et deux autres ont été observées déterrants des coquilles et des embryons morts des années précédentes (Walde et Bider, 1998).

De façon générale, le pourcentage de retour des femelles au site de ponte semble élevé et constant selon les années puisque de 1997 à 2004, plus de 75 % des femelles observées

avaient déjà été marquées sur le site les années précédentes (tableau 2). En 2005, ce pourcentage a chuté à 59 % en raison de la perte d'au moins 50 % des femelles adultes dans la population suite à un événement de prédation excessive (Adams et coll., 2007).

Tableau 2. Comportement de retour des femelles tortues des bois au site principal de nidification de la rivière Shawinigan (1995-2014)

	Nombre de tortues marquées sur le site depuis le début du projet	Nombre de tortues non marquées fréquentant le site de ponte pour la première fois ⁵	Nombre de tortues marquées vues sur le site (% de retour) ⁶	Nombre de tortues différentes observées
1995	1 ²	8	1 (100 %)	>15 ⁴
1996¹	9 ³	3	6 (67 %)	38 ⁷
1997¹	> 38	7	31 (82 %)	38 ⁷
1998¹	> 38	9	40 (82 %)	49 ⁷
1999¹	-	-	-	-
2000	> 49	7	21 (75 %)	28
2001	> 57	1	21 (95 %)	22
2002	> 57	7	25 (78 %)	32
2003	> 57	7	22 (76 %)	29
2004	> 57	9	27 (75 %)	36
2005	> 58 ⁹	1	10 (59 %)	17 ⁸
2006		8	20 (76 %)	28
2007		2	29 (94 %)	31
2008		2	24 (92 %)	26
2009		8 à 14	39 (91 %)	47 à 53
2010		8	31 (97 %)	39
2011		3	23 (88 %)	26
2012		2	25 (93 %)	27
2013		9	21 (70 %)	30
2014		3	22 (95 %)	25

¹ En 1996, 1997 et 1998, le site a fait l'objet d'un suivi intense au moment de la ponte des femelles. Aucune donnée n'a été prise sur le site au moment de la ponte en 1999.

² En 1994, une tortue a été marquée (N° 97).

³ En 1995, 4 femelles ont été munies d'un émetteur. Elles sont toutes revenues sur le site (N°s 74, 25, 28, 97). La femelle No 97 est revenue en 1995 et en 1996. Cinq autres ont été marquées avec des étiquettes : (N°s 34, 35, 75, 76, 78) et deux sont revenues.

⁴ Estimé à partir des nids trouvés

⁵ Tortues non marquées ou marquées, mais observées pour la première fois sur le site de nidification

⁶ Le pourcentage de retour est évalué à partir du ratio des tortues marquées/non marquées. Il représente le pourcentage de retour annuel.

⁷ Toutes les tortues observées ont été marquées systématiquement entre 1996 et 1998.

⁸ Près de 50 % des tortues marquées fréquentant le site ont été trouvées mortes sur le site de ponte et en bordure. En juin 2004, sept femelles pondieuses ont été tuées par des rats laveurs et 8 autres femelles nicheuses ont été trouvées mortes en mai 2005 dans l'aire d'étude, probablement en raison de la prédation excessive observée durant l'été 2004.

⁹ À partir de cette année-là, il n'y a plus eu de marquage de femelles.

En juin 2004, 7 femelles nicheuses ont été tuées par des ratons laveurs sur le site de ponte.

En mai 2005, près de 25 carcasses de tortues furent observées en bordure de la rivière. Ces tortues avaient été tuées par des prédateurs durant la saison 2004. Des 11 femelles adultes identifiées, 8 étaient des femelles qui fréquentaient le site de ponte principal (section 4.2.1). Au total, au moins 18 femelles nicheuses ont été perdues en une année. La perte est considérable et se situe à au moins 50 % si on considère qu'en 2004, 36 femelles avaient utilisé ce site. Le nombre moyen de femelles observées au site de ponte entre 1994 et 2003 soit 33,7 a diminué à une moyenne de 30,9 pour la période de 2004-2014.

Les femelles tortues des bois sont très fidèles au site de ponte, car en 1998, 95 % des femelles observées sur le site avaient déjà été vues sur le site auparavant. En 2001 et 2010, ce pourcentage de retour fut évalué à 100 % et 97 % respectivement. Cependant, la venue de nouvelles femelles sur le site semble assez faible, mais stable. L'absence de nouvelles femelles sur le site devrait être considéré comme une absence de recrutement, or pour le moment ce n'est pas le cas. Les observations de femelles, sur le site de ponte, recueillies de 1996 à 2014 sont présentées à l'annexe 2.

4.1.3 Activité et comportement des femelles sur le site de ponte principal

Selon Walde et Bider (1998), le temps passé par les femelles à la gravière, avant que le processus de construction du nid ne soit complété, varie de un à sept jours et dure en moyenne 3,7 jours. Les jours précédant la ponte, les femelles effectuent des tournées de reconnaissance possiblement à la recherche de l'emplacement idéal pour l'excavation de leur nid. La journée même de la ponte, le temps passé à rechercher l'endroit définitif de l'emplacement du nid est de 101 minutes (Walde et Bider, 1998). Les tortues se promènent, s'arrêtent fréquemment et se mettent la tête au niveau du sol, poussant leur museau dans le sable comme pour mieux en percevoir les odeurs. Les femelles peuvent parfois commencer à creuser et s'arrêter pour diverses raisons, construisant ainsi ce que l'on appelle des faux nids. Des nids qui semblaient pratiquement prêts à recevoir les œufs ont été abandonnés parce que le fond de l'excavation contenait une grosse roche par exemple. Ces manœuvres se font par intermittence, avec des épisodes de retour à la rivière ou encore de bains de soleil. Les

femelles sont généralement observées sur le site tôt le matin ou à la pénombre et rarement en milieu de journée, sauf si une pluie fine et chaude se produit.

La majorité des nids sont construits au crépuscule, le début de l'excavation se situant généralement aux alentours de 19 h 30. L'excavation du nid prend en moyenne 131 minutes et varie de 86 à 202 minutes (Walde et Bider, 1998). Après avoir choisi un emplacement définitif, la femelle commence l'excavation en poussant le sable vers l'arrière avec ses pattes avant dans un mouvement en arc de cercle. Elle se déplace ensuite de façon à ce que la partie postérieure de son corps repose dans la dépression ainsi formée. La femelle se dresse ensuite en s'appuyant sur ses pattes avant et commence à creuser avec ses pattes arrière, alternant d'une patte à l'autre et formant ainsi deux petits monticules de chaque côté avec le sable excavé. La tortue procède ainsi jusqu'à ce que le trou en forme d'urne atteigne environ 10 cm de profondeur. Ensuite, la femelle place ses pattes arrière dans la cavité et commence à pondre ses œufs, étirant le cou dans un mouvement caractéristique à chaque fois qu'un œuf est pondu



Figure 5. Femelle tortue des bois pondant ses œufs à la gravière. Photo : N. Saint-Pierre

Après qu'un œuf soit tombé dans le nid, la tortue se sert de ses pattes arrière en alternance pour le placer à l'endroit voulu. Une fois tous les œufs pondus, la femelle, toujours avec l'aide de ses pattes arrière, replace le sable pour boucher le nid.

4.1.4 Caractéristiques des femelles pondueuses

Peu de choses semblent différencier les femelles pondueuses des autres femelles adultes observées dans la population, sauf pour ce qui a trait à l'âge (tableau 3, adapté de Walde, 1998). Par contre, les femelles ayant construit des nids pour les deux années de l'étude de Walde (1998) sur la ponte et la nidification, soit 1996 et 1997, avaient une plus grande taille que celles ayant pondu une des deux années seulement. Cependant, l'âge était semblable pour les deux groupes. Aucune corrélation significative n'a pu être établie entre la longueur du plastron, la longueur de la carapace et/ou l'âge avec le nombre d'œufs pondus (Walde, 1998).

Tableau 3. Comparaison des caractéristiques de femelles tortues des bois, pondueuses ou non-pondueuses, pour les années 1996 et 1997 à la rivière Shawinigan; adapté de Walde (1998)

Description	Longueur carapace (mm)	Longueur plastron (mm)	Âge (n ^{bre} annuli)
Non-pondueuses n = 42	201 ± 10	193 ± 9	19 ± 3
Pondueuses ¹ n = 35			
1 an (n = 12)	194 ± 10	188 ± 8	21 ± 4
2 ans (n = 23)	204 ± 10	195 ± 9	22 ± 4

¹ Femelles 1 an : ayant niché un an seulement au cours de l'étude de 1996 et 1997 (Walde, 1998).
Femelles 2 ans : ayant niché les deux années consécutives.

4.1.5 Nombre d'œufs et chronologie de l'éclosion

Selon les années, l'éclosion des nids débute vers la mi-août (tableau 4). En 1997, l'éclosion s'est déroulée du 19 août au 5 octobre alors qu'en 1998 elle s'est étalée du 17 août au 6 septembre avec des périodes d'incubation moyennes de 77,8 (±9) et 82 (±5) jours respectivement. À cette latitude, aucun nid n'a éclos en deçà d'une période d'incubation de 57 jours. La durée maximale entre la ponte et l'éclosion a été de 116 jours. Il est à noter qu'en moyenne 50 % des nids sont éclos au début du mois de septembre, soit le 4. Aucun changement significatif n'a été observé entre 1994 et 2014 et la période d'incubation est évaluée à 80,5 jours (n = 453 nids). Les conditions météorologiques particulièrement défavorables de 1996, 1997, 2000, 2004 et 2008 sont à l'origine d'éclosion très tardive de

certains nids (début octobre). Au contraire, en 1998, 2001, 2005, 2010, 2012 et 2014 des conditions favorables ont occasionné une éclosion hâtive et au début septembre tous les nids étaient éclos.

Le nombre d'œufs pondus par nid est présenté au tableau 5. En moyenne, 10,3 œufs par nid ont été pondus de 1995 à 2014. Le nombre maximum d'œufs observés dans un nid a été de 20. Entre les années 1994 à 2003 et les derniers dix ans (2004-2014), le nombre d'œufs trouvés par nid semble légèrement à la baisse ($p < 0,10$) (annexe 1).

L'éclosion était en général synchrone, c'est-à-dire que tous les jeunes d'un même nid émergeaient dans un court laps de temps. La durée de la période entre l'émergence du premier et du dernier individu varie selon la température, le moment de la journée et le nombre de jeunes dans le nid. Le temps minimum observé a été de 40 minutes pour un nid contenant six tortues et le temps d'éclosion maximum a été de 185 minutes pour un nid de 16 jeunes (Walde, 1998). La plupart des jeunes, soit 50 %, sont sortis entre 10 h et 12 h (Walde, 1998). Cet aspect n'a pas été documenté depuis 1998.

Tableau 4. Chronologie d'éclosion des nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1994 à 2014)

	Nombre de nids éclos ¹	Début de l'éclosion	Pic (50 % des nids éclos)	Fin de l'éclosion	Nombre de jours d'incubation			
					Moyenne	Écart-type	Min.	Max.
1994	16	28 août	-	10 sept.	-	-	-	-
1995	15	14 août	17 août	24 août	-	-	-	-
1996	19	17 août	06 sept.	07 oct.	86,8	12,4	65	116
1997	20	19 août	02 sept.	05 oct.	77,8	8,8	60	99
1998	23	14 août	24 août	31 août	82,3	4,7	73	91
1999	27	09 août	20 août	07 sept.	79,7	4,9	74	86
2000	29	31 août	13 sept.	02 oct.	91,8	7,5	83	108
2001	34	15 août	24 sept.	09 sept.	78,9	3,1	70	98
2002	32	19 août	27 août.	09 sept.	66,8	3,6	63	76
2003	46	19 août	04 sept.	21 sept.	80,0	5,3	69	93
2004	16	05 sept.	14 sept.	1 ^{er} oct.	94,1	9,0	85	110
2005	15	17 août	26 août	1 ^{er} sept.	68,0	5,2	57	76
2006	20	20 août	26 août	13 sept.	75,9	4,8	69	85
2007	27	22 août	1 ^{er} sept.	20 sept.	80,4	6,1	71	87
2008	16	27 août	09 sept.	04 oct.	91,2	10,0	78	106
2009	21	03 sept.	10 sept.	29 sept.	89,3	5,5	83	102
2010	20	12 août	21 août	03 sept.	82,1	7,3	71	94
2011	17	20 août	27 août	04 sept	73,4	3,8	68	80
2012	15	05 août	15 août	26 août	68,9	5,4	61	76
2013	10	22 août	26 août	26 sept.	80,5	8,6	70	95
2014	15	21 août	26 août	01 sept.	72,9	1,9	70	75
Moyenne	(N=453)	18 août	1 ^{er} sept.	14 sept.	80,5	3,7	70,6	92,2

¹ Nid dont au moins un œuf est éclos

Tableau 5. Nombre moyen d'œufs trouvés dans les nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1995-2014)

Année	Nombre de nids ¹	Nombre d'œufs par nid Moy ± Écart (Min-Max)
1995	15 ²	11,2 ± 2,2 (8-16)
1996	26	9,4 ± 2,3 (5-13)
1997	18	11,8 ± 2,7 (5-20)
1998	23	10,2 ± 2,1 (7-14)
1999	14 ²	11,7 ± 2,2 (9-15)
2000	40	10,8 ± 2,9 (3-18)
2001	37	11 ± 2,1 (5-15)
2002	34	10,1 ± 2,9 (4-16)
2003	47	10 ± 2,7 (4-18)
2004	16	10,9 ± 1,7 (8-15)
2005	16	10,4 ± 2,7 (7-16)
2006	14	8,7 ± 1,68 (7-12)
2007	30	10,3 ± 3,3 (2-15)
2008	18	9,1 ± 3,6 (1-16)
2009	22	10,4 ± 2,0 (7-15)
2010	19	9,1 ± 2,7 (4-13)
2011	17	9,9 ± 2,1 (5-12)
2012	14	10,7 ± 1,5 (9-13)
2013	19	9,6 ± 1,3 (7-12)
2014	12	11,2 ± 2,5 (9-13)

¹ Nids où le nombre d'œufs a été évalué

² Données partielles sur un échantillonnage de nids

4.2 Facteurs influençant le succès de nidification

L'analyse des facteurs qui affectent le succès de la nidification est souvent basée sur l'évaluation du succès de nidification et du succès d'éclosion séparément. Le succès de nidification est calculé à partir des nids où au moins un œuf a éclos tandis que le succès d'éclosion se calcule en considérant les œufs ayant éclos dans les nids ayant connu un succès de nidification.

Depuis 1996, le succès de la nidification est supérieur à 60 % (tableau 6). Ce succès peut être considéré comme élevé si on le compare à d'autres études (Walde, 1998; Walde *et coll.*, 2003) où des succès aussi bas que 5 % sont observés en raison de la prédation excessive (Adams *et coll.*, 2007). Au site de ponte principal, le climat est la cause d'insuccès la plus importante. Très peu de nids ont été détruits par des prédateurs. Les causes d'insuccès de nidification sont, en ordre décroissant: le climat, le parasitisme des œufs par des larves, la prédation, la texture du sol, l'érosion et les véhicules. Ce succès semble en hausse ($p = 0,51$) si on le compare entre les deux périodes de référence soit 1994-2003 et 2004 -2014 (annexe1). Il est passé d'un succès moyen de 82,4 % à 90,9 %.

Le succès d'éclosion, en considérant les nids où au moins un œuf avait éclos, est passé de 76 % en 1996 à 86 % en 2001 (tableau 7). En 2002, le plus faible succès d'éclosion (54 %) a été observé en raison de conditions particulièrement défavorables. Ces conditions ont occasionné un taux élevé de mortalité embryonnaire (15%). Un fort taux d'infertilité des œufs a aussi été observé, soit 31 %. Ce taux d'infertilité serait le résultat d'une mauvaise saison d'accouplement. Les causes d'insuccès sont, en ordre décroissant, la mortalité embryonnaire, l'infertilité et le parasitisme des œufs par des larves de mouches. Peu de changements ont été dénotés entre les deux périodes de référence (1994-2003 ; 2004-2014); le succès d'éclosion est très stable soit près de 80 % (annexe 1). Seul le taux d'infertilité est passé d'un taux moyen de 7,5 % à une valeur moyenne de 11 % ; or ce changement n'est pas significatif (annexe 1). Ce taux d'infertilité est pour le moment considéré comme faible et peu inquiétant. Un grand nombre de mâles participent possiblement à la reproduction et fécondent les femelles. Un taux d'infertilité très élevé témoignerait de l'isolement des individus ou d'un manque de mâles dans la population. Pour le moment ce n'est pas le cas.

Tableau 6. Succès de nidification et causes d'insuccès des nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan (1994-2014).

	Succès de nidification ¹ (nombre de nids et %)	Nombre de nids trouvés	Causes d'insuccès (nombre de nids et %)							Totaux
			Climat	Texture du sol	Érosion	Parasitisme	Prédation	Véhicule	Inconnu	
1994²	16 (100 %)	16								
1995²	15 (100 %)	15								
1996	22 (76 %)	29	4 (15 %)	1 (3 %)	1 (3 %)	1 (3 %)				7
1997	21 (60 %)	35				11 (40 %)				11
1998	23 (88 %)	26	3 (12 %)							3
1999	27 (82 %)	33	1 (3 %)				4 (12 %)	1 (3 %)		6
2000	31 (77,5 %)	40	8 (20 %)			1 (2,5 %)				9
2001	34 (87 %)	39					5 (13 %)			5
2002	31 (91 %)	34				2 (6 %)	1 (3 %)			3
2003	46 (98 %)	47				1 (2 %)				1
2004	16 (94 %)	17					1 (6 %)			1
2005	15 (88 %)	17	1 (6 %)				1 (6 %)			2
2006	19 (90 %)	21				2 (9 %)				2
2007	27 (90 %)	30	3 (10 %)							3
2008	16 (84 %)	19	3 (16 %)							3
2009	21 (81 %)	26				3 (11 %)	1 (4 %)	1 (4 %)		5
2010	19 (100 %)	19								0
2011	17 (94 %)	18							1 (7%)	1
2012	15 (100 %)	15								0
2013	9 (90 %)	10						1 (10 %)		1
2014	15 (82 %)	17							2 (18%)	2

¹ Un succès de nidification est considéré lorsqu'au moins un œuf dans le nid a éclos.² En 1994, 1995 et 1999, les nids ont été localisés à partir des trous d'éclosion. Ainsi, le succès de nidification est surestimé. Toutefois, aucun nid n'a été déterré par les prédateurs en 1994 et 1995; or plusieurs l'ont été en 1999.

Tableau 7. Succès d'éclosion et causes d'insuccès des œufs de tortues des bois de la rivière Shawinigan (1994-2014)

Année	Causes d'insuccès (nombre d'œufs et %)				Totaux œufs non éclos	Totaux œufs
	Succès d'éclosion (nombre d'œufs ¹ et %)	Mortalité embryonnaire	Infertilité	Parasitisme (larves)		
1995	156 (93 %)	9 (5 %)	3 (2 %)	-	12	168
1996	158 (76 %)	41 (20 %)	8 (4 %)	-	49	207
1997	185 (87 %)	-	4 (2 %)	23 (11 %)	27	212
1998	196 (83 %)	17 (7 %)	5 (3 %)	17 (7 %)	39	235
1999	120 ² (89 %)	15 (11 %)	-	-	15	135
2000	243 (75 %)	44 (13 %)	39 (12 %)	-	83	326
2001	305 (86 %)	33 (9 %)	19 (5 %)	-	52	357
2002	164 (54 %)	47 (15 %)	92 (31 %)	-	139	303
2003	360 (77 %)	67 (15 %)	39 (8 %)	-	106	466
2004	136 (78 %)	27 (15 %)	12 (7 %)	-	39	176
2005	133 (84 %)	3 (2 %)	23 (14 %)	-	26	159
2006	90 (74 %)	17 (14 %)	15 (12 %)	-	32	122
2007	189 (70 %)	45 (16 %)	31 (11 %)	9 (3 %)	85	274
2008	133 (82 %)	10 (7 %)	18 (11 %)	-	28	161
2009	174 (79 %)	12 (5 %)	33 (15 %)	-	45	219
2010	138 (80 %)	8 (5 %)	27 (15 %)	-	35	173
2011	130 (81 %)	18 (11 %)	13 (8 %)	-	31	161
2012	128 (85 %)	7 (5 %)	15 (10 %)	-	22	150
2013	81 (84 %)	4 (4 %)	11 (11 %)	-	15	96
2014	101 (82 %)	6 (4 %)	7 (5 %)	9 (8 %)	22	124

¹ Nombre d'œufs éclos par rapport au nombre d'œufs totaux recensés dans les nids ayant connu un succès de nidification

² Obtenu à partir d'un échantillon de 14 nids

4.2.1 Prédation

Aucune prédation par des mammifères n'a été observée sur les nids à la gravière entre 1994 et 2003. Cependant, en 1997, un nid situé sur un des sites de ponte secondaire a été déterré par un raton laveur (Walde et Bider, 1998). D'autres nids (3) ont aussi été retrouvés excavés sur un autre site secondaire après l'émergence des jeunes. Le site en question présentait des signes de présence humaine tels que des constructions et des ordures. Aussi des mouffettes rayées, des ratons laveurs, des chats et des chiens furent observés à un moment ou à un autre aux alentours du site (Walde et Bider, 1998). Les prédateurs ont été la cause d'insuccès pour 4 nids en 1999, soit 12,2 % du total des nids construits (n = 33) (tableau 6). Parmi les causes de ce faible taux de prédation des nids, il est important de mentionner que le site actuel fait l'objet d'une surveillance particulière et que la présence de grillage sur les nids peut avoir influencé l'efficacité des prédateurs. Néanmoins, ce facteur ne peut à lui seul expliquer pourquoi un si faible nombre de nids sont déterrés par les prédateurs (Walde, 1998). D'autant plus que les grillages ne sont installés qu'au début du mois d'août, soit un mois et demi après que la ponte soit terminée. D'autres facteurs tels que la présence de nombreuses tortues sur le site de ponte pourraient peut-être expliquer ce faible taux de prédation. En effet, la présence d'odeur partout sur le site de ponte rend possiblement difficile la détection des nids par les prédateurs mammaliens. Pendant la période de ponte, le site est fréquenté par plus de 30 tortues différentes qui laissent de très nombreuses pistes et de faux nids puisqu'elles y passent près de 4 jours en moyenne (section 4.1.3).

De 1994 à 2003 inclusivement, aucune tortue fréquentant le site de ponte n'a été trouvée morte sur le site ou en bordure de celui-ci. En 2004, durant la période de la ponte, soit en juin, des femelles pondeuses ont été trouvées mortes sur le site. Quelques-unes avaient été tuées sans aucune blessure apparente. D'autres ont été vidées de leurs œufs par un trou fait dans la cavité abdominale accessible à la base des pattes arrière. Un observateur a vu un raton laveur capturer une femelle sur le site de ponte et la tirer dans la végétation environnante. Au total, sept femelles ont été trouvées mortes durant la première semaine où cette prédation avait eu lieu. Dans le contexte des efforts de protection de cette population fragile, un contrôle direct a été fait afin de capturer ces ratons laveurs à l'aide de cages afin de les relocaliser. Près de quatre ratons laveurs ont été capturés. Durant la période d'éclosion, aucun nid n'a été déterré

en 2004. Toutefois, en mai 2005, dans le cadre de travaux de terrain visant la capture de juvéniles, près de 25 tortues différentes ont été trouvées mortes dans l'aire d'étude (tableau 8). Il s'agissait de carcasses de tortues mortes en 2004. De plus, cinq juvéniles suivis par télémétrie sont morts durant la saison 2005. En considérant qu'au moins 25 tortues ont été trouvées mortes par rapport à un total de 78 captures, ce ratio est très préoccupant, car jamais un tel ratio (capture vivante vs capture morte) n'a été observé au cours des inventaires précédents (tableau 8). Par exemple en 1996, parmi les 111 captures différentes, une seule tortue morte a été observée. En 2002 des travaux ont été faits au printemps et en automne, et parmi les 99 captures aucune tortue morte n'a été trouvée sur le terrain. De 1996 à 1998, des travaux de télémétrie réalisés par Arvisais et coll. (2001 :2002) avaient permis de suivre pendant deux ans, 20 tortues adultes différentes (15 femelles et 5 mâles adultes). Aucune de ces tortues n'a été trouvée morte. En 1998, Robitaille et Prud'homme ont suivi près de 20 autres tortues et aucun cas de mortalité n'a été observé. Ces observations antérieures démontrent que les taux de mortalité des adultes ont été de 1996 à 2002 inclusivement très faible < 1 %. En considérant la proportion de tortues marquées et le nombre de tortues trouvées mortes, il est estimé que près de 50 % de la population adulte (mâle et femelle) ont été éliminés par ce nouveau phénomène (Adams et coll., 2007). L'impact sur la population de femelles nicheuses a aussi été très important puisqu'en 2004, 7 des 36 femelles qui ont utilisé le site ont été éliminées directement sur le site de ponte alors qu'en mai 2005, 11 autres femelles ont été trouvées mortes, dont huit qui utilisaient le site de ponte principal. Près de 42 % des femelles nicheuses (15/36) ont ainsi été éliminées. Ce nouveau facteur de mortalité a été décrit et documenté par Adams et coll. (2007). Une revue de littérature a été faite sur le sujet afin d'obtenir l'opinion d'experts et vérifier si cela a déjà été observé ailleurs.

Tableau 8. Bilan des cas de mortalité de tortues des bois et taux d'amputation observés au cours des différents inventaires réalisés en bordure de la rivière Shawinigan (1996 à 2012)

	Capture (tortues différentes)					Nombre de cas de mortalité observés					Taux d'amputation ³ (%)
	N ^{bre} tortues	Femelles	Mâles	Juveniles	Ind.	N ^{bre} tot	F	M	J	Ind.	
1996	111	68	29	14		1			1		9
1997	80	21	28	31		0					8
1998	16	5	6	5		0					4
2002	99	37	33	27	2	0					6
2003	34	14	15	5		8		5	3		15
2004	49	20	12	17		32 ¹	18	7	4	3	4
2005	78	21	16	39		5			5		2
2006 ²	40	ND	ND	(30)		0					ND
2009	36	7	6	23		0					3
2011	52	18	18	16		0					2

1. En 2004, sept femelles ont été trouvées mortes sur le site de ponte. Celles-ci avaient été tuées par des rats laveurs. Au printemps 2005, 25 carcasses de tortues ont été trouvées en bordure de la rivière (11F:7M: 4 Juveniles et 3 indéterminés. Ces cas ont été considérés comme de la mortalité 2004. En plus, cinq des 30 juvéniles suivis par télémétrie ont été trouvés morts durant l'été

2. En 2006 au moins 30 juvéniles ont été suivis hebdomadairement par télémétrie. Plusieurs adultes (10) ont été capturés et aucune carcasse n'a été trouvée sur le terrain.

3. Taux d'amputation calculé en fonction des blessures observées et impliquant l'amputation totale d'au moins un membre (queue et/ou patte)

ND; Données non disponibles

Cette revue de littérature a permis d'établir que peu de cas documentés existent sur la prédation de tortue adulte de la taille de la tortue des bois. Cependant tout comme ailleurs en Amérique du Nord, la prédation excessive des nids de tortues par des prédateurs tels que le raton laveur constitue une sérieuse menace pour la survie des populations de tortues (Kirk, 2004). En effet, la prédation par le raton laveur sur les œufs peut faire chuter le recrutement des néonates de façon drastique et entraîner d'importants changements dans la structure d'âge des populations de tortues (Congdon et coll., 1983). La pression de prédation sur les nids de la population de tortues des bois de la rivière Shawinigan est relativement faible si l'on compare aux taux de prédation obtenus ailleurs, où de façon générale 80 % des nids de tortues des bois sont détruits par des mammifères (Harding et Bloomer, 1979; Brooks et coll., 1992). Entre 1994 et 1998, aucun nid ne fut excavé par les ratons laveurs ou d'autres prédateurs sur le site de ponte principal. En 1999 et 2001, des taux de prédation de 12 et 13 % respectivement ont été observés sur les nids. Cependant pour les autres années 2002 à 2014, ces taux sont demeurés très bas (tableau 6).

La prédation des ratons laveurs sur les tortues adultes est un phénomène connu, mais peu documenté dans la littérature. Harding (1990) affirme que les ratons laveurs sont capables de tuer des tortues des bois adultes. Il s'avère toutefois difficile d'observer de visu l'acte de prédation. Souvent, ce sont des carcasses de tortues adultes qui sont retrouvées sur le sol avec quelques indices (pistes, morsures) qui laissent croire que le raton laveur serait responsable. Ainsi, les études et les témoignages décrivant les méthodes employées par les ratons laveurs pour tuer et manger les tortues adultes sont peu nombreux. On sait toutefois que les ratons laveurs peuvent s'alimenter des œufs des tortues femelles à même leur abdomen. Gillingwater et Piraino (2004) ont observé un raton laveur tuer une tortue géographique (*Graptemys geographica*) femelle et lui retirer ses œufs de l'abdomen. De la même façon, près de Port Frank's (lac Huron, Ontario), des tortues musquées (*Sternotherus odoratus*) femelles mortes furent trouvées près de leur nid. Les œufs avaient été retirés de l'abdomen des tortues et le site était pisté de traces de ratons laveurs (Kirk, 2004). C'est exactement ce qui est arrivé en 2004 sur le site de ponte principal où sept tortues ont été trouvées mortes ayant été vidées de leurs œufs.

Quant aux autres carcasses de tortues des bois femelles de la rivière Shawinigan, elles furent toutes trouvées à moins de un km du site de ponte principal; ce qui suggère que la prédation a principalement eu lieu lorsque les femelles étaient soit en déplacement pour se rendre au site de ponte principal ou en périphérie en train de pondre.

Selon Adams et coll. (2007), il est possible que les femelles soient plus vulnérables à la prédation que les mâles et les juvéniles. Les hypothèses suivantes pourraient expliquer cette situation:

- 1) Lors de la période de ponte, les femelles sont moins cryptiques dans leur environnement et plus vulnérables à la prédation, car elles doivent entreprendre une migration vers le site de ponte principal. Certaines femelles peuvent parcourir plus de trois km pour atteindre le site de ponte principal (Arvais et coll., 2001; 2002);
- 2) Les femelles constituent une source de nourriture concentrée et facilement accessible pour les ratons laveurs durant la période de ponte puisqu'elles se rassemblent majoritairement sur un seul site qui agit comme une « trappe écologique ». De plus, une fois qu'elles ont atteint le site de ponte principal, les femelles peuvent rester entre un et neuf jours en périphérie (moyenne de 3,3) (Walde, 1998; Walde et coll., 2003);
- 3) Les femelles constituent une proie de choix pour les ratons laveurs en raison de la présence d'œufs dans leur abdomen;
- 4) Finalement, les femelles peuvent rester de longues heures à découvert sur le site de ponte. En effet, elles peuvent prendre en moyenne 101 minutes uniquement pour choisir l'endroit où elles creuseront leur nid pour pondre (Walde, 1998; Walde et coll., 2003). De plus, le processus de ponte complet (c.-à-d. creuser le nid, pondre et recouvrir le nid), peut durer en moyenne 131 minutes (Walde, 1998; Walde et coll., 2003). Conséquemment, elles sont plus visibles et faciles à repérer par les ratons laveurs.

Aucune information publiée en ce qui a trait à la prédation des tortues juvéniles par le raton laveur ne fut trouvée dans la littérature. Toutefois, si les ratons laveurs peuvent s'attaquer aux tortues adultes (Wilbur, 1975; Ernst, 1976; Seigel, 1980), il est fort probable qu'ils puissent en faire autant avec les tortues juvéniles. Néanmoins, il est possible que les tortues juvéniles soient moins vulnérables à la prédation par le raton laveur que les tortues adultes femelles. En effet, les tortues juvéniles n'ont pas à effectuer des migrations vers des sites de ponte ni à s'exposer lors de la ponte. Il est

aussi possible que ce taux de prédation soit sous-estimé, car il est plus difficile de détecter les juvéniles et conséquemment leur petite carcasse. Dans le cas des très petites tortues juvéniles (1 à 3 ans), elles pourraient être complètement ingérées.

Les causes ayant provoqué une augmentation de la prédation à partir de l'année 2003 sont peu connues. Toutefois, quelques hypothèses ont été soulevées. Avant 2003, les résidents locaux habitant les environs du site de ponte principal exerçaient un certain contrôle des prédateurs (dirigé principalement sur les ratons laveurs et les mouffettes) (J.-C. Bourgeois, comm. pers.). On croit que ce contrôle aurait cessé en 2003, ce qui aurait permis une augmentation des effectifs de ratons laveurs. De plus, il est possible que des citoyens et/ou des compagnies d'extermination aient déporté dans ce secteur des animaux indésirables (raton laveur, mouffette) contribuant ainsi à une augmentation de la densité locale des prédateurs (D. Masse, comm. pers.). En fait, il semble que l'année 2004 a été une année de forte abondance occasionnant ainsi des problèmes importants de déprédation.

Par contre, les territoires où les densités de ratons laveurs sont très élevées n'ont pas nécessairement les plus hauts taux de prédation (Kirk, 2004). En effet, il est peu probable que la relation entre la densité des populations de ratons laveurs et le taux de prédation des nids et/ou des tortues soit linéaire et positive (Kirk, 2004). Dans certains cas, quelques ratons laveurs devenus spécialistes à se nourrir de tortues peuvent être responsables des taux de prédation élevés. J. H. Harding (comm. pers.) suspecte même que la prédation par les ratons laveurs sur les tortues puisse être une habitude « apprise » et « transmise » de génération en génération (c.-à-d. des parents à leur progéniture). En ce qui concerne la population de tortues des bois de la rivière Shawinigan, il est également possible que le taux élevé de prédation sur les tortues adultes soit l'œuvre d'un ou quelques ratons laveurs ayant découvert une méthode rapide et énergétiquement peu coûteuse pour s'alimenter.

Parmi les autres facteurs ayant permis de détecter cet événement de prédation, les taux d'amputation observés sur les tortues capturées et manipulées auraient pu fournir un indice de la pression exercée par les prédateurs (tableau 8). Selon les données récoltées sur les tortues des bois manipulées en bordure de la rivière Shawinigan, l'incidence des prédateurs mesurée indirectement par les taux d'amputation semblait

peu inquiétante. En fait, le taux d'amputation était de 9.6 % pour les tortues capturées et marquées en 1996 et en 1997 (Walde et coll., 2003). Ce taux était jugé similaire à d'autres études sur la tortue des bois : 9.6 % (Harding et Bloomer, 1979); 12.5 % (Harding, 1985); 8.6 % (Farrell et Graham, 1991). En 2002, 2003, 2004 et 2005, les taux d'amputations (impliquant l'amputation totale d'au moins un membre, queue et/ou patte) observés soit 6 %, 15 %, 4 % et 2 % n'ont pas augmenté au même titre que les cas de prédation. Le nombre de blessures infligées par les prédateurs ne semble pas un bon indicateur pour détecter l'importance de la prédation

4.2.2 Parasitisme

Plusieurs œufs contenant des larves de mouche ont été découverts à la gravière. Peu de nids sont complètement détruits par le parasitisme (tableau 6). En moyenne, cette cause n'affecte pas significativement le succès de la nidification. Exceptionnellement, en 1997, 40 % des nids soit 11 sur un total de 35 ont connu un insuccès (Walde et Bider, 1998). L'invasion de larves affecte à l'occasion le succès d'éclosion et on observe selon les années un taux de parasitisme qui varie entre 0 et 11 % (tableau 7).

Le mécanisme par lequel les larves infestent ces œufs demeure inconnu (Walde et Bider, 1998). Il se peut que les larves s'attaquent uniquement aux embryons décédés; il ne s'agirait donc pas de prédation. Par contre, les larves pourraient être la cause directe de la mort (Walde et Bider, 1998). Il est à noter que ce ne sont pas nécessairement tous les œufs d'un même nid qui sont affectés. Il est possible pour certains jeunes d'émerger de nids contenant des œufs porteurs de parasites. En raison de la difficulté d'évaluer ce facteur d'insuccès, il importe d'examiner globalement la mortalité embryonnaire. Le taux d'insuccès d'éclosion en raison de la mortalité embryonnaire demeure relativement stable et sous le seuil de 20 %.

4.2.3 Date d'initiation du nid et autres facteurs

Les nids pondus durant les premiers jours de la période de ponte ont un succès beaucoup plus important que ceux construits plus tardivement. En 1996, le succès de nidification chute de façon marquée pour les nids construits après le 13 juin. En effet, les premiers nids initiés ont connu un succès de nidification de 88 % alors que les nids établis après ont obtenu un succès de 54 % (tableau 9).

La situation a été sensiblement la même pour la saison de ponte 1997, malgré que la période de ponte de cette même année ait été plus tardive qu'en 1996. Les nids pondus avant le 20 juin ont connu un succès de 75 %, tandis que ceux initiés après ont obtenu un taux de 50 % seulement (Walde et Bider, 1998). Les nouveau-nés qui ont émergé des nids pondus avant le 20 juin ont contribué à 76 % du recrutement total cette année-là (Walde et Bider, 1998).

Tableau 9. Succès de nidification et causes d'insuccès des nids de tortues des bois à la rivière Shawinigan selon leur date d'initiation pour la saison 1996.

	Nids initiés avant ou le 13 juin		Nids initiés après le 13 juin	
	n	%	n	%
Succès de nidification	15	88	7	54
Causes d'insuccès :				
○ Climat	1	6	4	30
○ Texture du sol	0	0	1	8
○ Érosion	0	0	1	8
○ Parasitisme	1	6	0	0
TOTAL	17	12	13	46

n : nombre de nids

Il est important de mentionner que la population de tortues des bois de la Mauricie est située à la limite nord de l'aire de répartition de l'espèce, ce qui fait que le nombre de degrés-jours disponibles à l'incubation est plutôt limité. Les nids pondus plus tard ont moins de chance de profiter d'une température suffisamment élevée sur une période

assez longue à l'incubation des œufs. Un printemps tardif ou un automne hâtif peuvent aussi nuire au succès de nidification pour les mêmes raisons.

Une analyse sommaire a été faite avec l'ensemble des nids trouvés entre 1994 et 2014 (annexe 1). Il en ressort qu'effectivement les premiers nids initiés (50 %) ont un succès plus élevé que les nids initiés plus tardivement, soit en moyenne de 5 %. Quant au succès d'éclosion, les premiers nids initiés ont également obtenu un taux d'éclosion plus élevé de 6 % pour la période de 1994 à 2003 et de 2 % pour la période de 2004 à 2014.

Parmi les autres facteurs susceptibles d'influencer le succès de nidification, l'emplacement et l'exposition du nid peuvent avoir un effet (tableau 10). En 1996, les nids établis sur des pentes exposées au sud ont éclos plus rapidement que les autres nids trouvés; la période d'incubation étant significativement plus courte (-10 jours) que les autres nids ($P < 0,02$). Toutefois, aucune différence significative n'a été décelée quant au succès de nidification. Dans le cadre de ce rapport, cet aspect n'a pas été analysé plus en détail avec l'ensemble des données (1994-2014). Il serait intéressant de valider ce résultat afin par exemple d'optimiser certains efforts visant l'aménagement de site de ponte.

4.2.4 Véhicule et dérangement

Lors de la saison de ponte 1999, un nid a été détruit par un véhicule motorisé, ce qui correspondait cette année-là à 3 % des nids présents. Le site avait été identifié comme site de recherche, mais certains individus n'ont pas respecté les barrières présentes (ruban jaune) et ont utilisé leur véhicule à l'intérieur des limites indiquées. L'aménagement de clôtures permanentes a réglé définitivement ce problème.

Les travaux réalisés jusqu'à maintenant ont démontré que les tortues, lorsqu'elles arrivent pour explorer le site de ponte, sont assez sensibles aux bruits et aux effets du dérangement humain. Ainsi, lorsque des gens s'aventurent sur le site à pied, les tortues quittent le site et reviennent plus tard lorsqu'aucun bruit n'est perçu. Les seules tortues qui ne quittent pas le site sont celles qui sont en train de pondre. Le processus étant enclenché, elles ne peuvent l'arrêter. Les effets du dérangement humain ne peuvent

Tableau 10 : Succès de nidification des nids de tortues des bois et durée de l'incubation selon le type d'emplacement et l'exposition en 1996

Emplacement et exposition	Nombre de nids		Succès de nidification		Durée de l'incubation (jrs)		
	n	%	n	%	Min-Max	Moyenne	Écart-type
Pas de pente	20	66	15	68	76-103	88,1	9,1
Pente (exposition sud)	8	27	6	27	65-87	76,0**	8,4
Pente (exposition nord)	2	7	1	5	116	-	-
Total	30		22				

n : nombre de nids

** : indique une différence significative (test de t; p = 0,02)

être précisés. Toutefois, depuis l'érection des clôtures, l'accès au site a été réduit considérablement et aucun véhicule tout terrain et motocyclette hors route n'a accès à ce site. De plus, des efforts d'éducation et de sensibilisation ont porté fruit, car les gens qui vivent à proximité du site respectent les clôtures et sont sensibles aux efforts de protection. Depuis quelques années, un certain nombre de nids sont établis en dehors du périmètre protégé par les clôtures. Ces nids sont exposés à être détruits par les véhicules tout terrain. Or pour le moment très peu de cas ont été dénotés.

4.3 Déplacements des femelles en période de ponte et utilisation des sites de ponte secondaires

4.3.1 Déplacements des femelles en période de ponte

La période du 25 mai au 25 juin, associée au comportement de ponte, est la période où les déplacements effectués par les femelles sont de loin les plus importants (Arvisais, 2000; Arvisais et coll., 2002).

En mai 1997, 15 femelles munies d'émetteurs radio ont fait l'objet d'un suivi télémétrique quotidien du 26 mai au 26 juin. Les localisations ainsi obtenues ont été transposées sur des photographies aériennes infrarouges à l'échelle 1 : 15 000 du site, ce qui a permis de déterminer l'amplitude des déplacements et de vérifier s'il existe un patron de déplacement en période de ponte (Montour et coll., 1998). Bien que tous les aspects de déplacement ont été étudiés en détail par Arvisais (2000) et Arvisais et coll. (2002), les travaux de Montour et coll. (1998) ont également permis d'identifier d'autres sites de ponte en bordure de la rivière Shawinigan. De plus, les déplacements de certaines femelles ont permis de mieux comprendre l'importance et le rôle des sites d'attente en bordure du site de ponte principal.

Les déplacements minimums moyens quotidiens pour chacune des 15 femelles suivies sont présentés à la figure 6. L'amplitude des déplacements varie beaucoup et est en moyenne 105,7 m ($\pm 172,9$). L'étude de Montour et coll. (1998) révèle aussi l'existence de quatre sous-périodes

en fonction du patron de déplacement existant à l'intérieur même de la période de ponte générale (figure 7). Les analyses indiquent que les différences observées entre ces quatre périodes sont significatives. Il est à noter que pour déterminer ces périodes, seules les femelles dont la ponte a été observée ont été considérées.

L'importance des déplacements varie considérablement entre les différentes femelles. Celles qui sont situées plus loin d'un site de ponte potentiel à leur sortie d'hibernation entreprennent leurs déplacements vers le site de ponte plus tôt et parcourent de plus grandes distances. Ces résultats suggèrent que les individus ont une connaissance relative de leur position par rapport aux sites de ponte (Montour et coll., 1998).

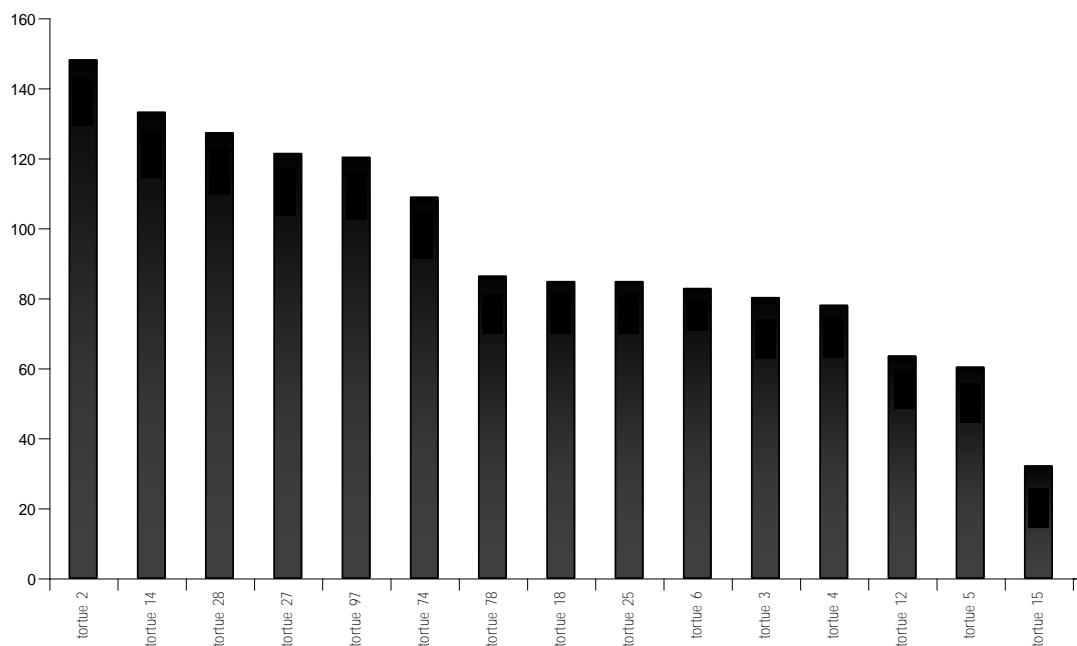


Figure 6. Déplacements minimums moyens quotidiens pour chacune des femelles tortues des bois suivies; adapté de Montour et coll. (1998).

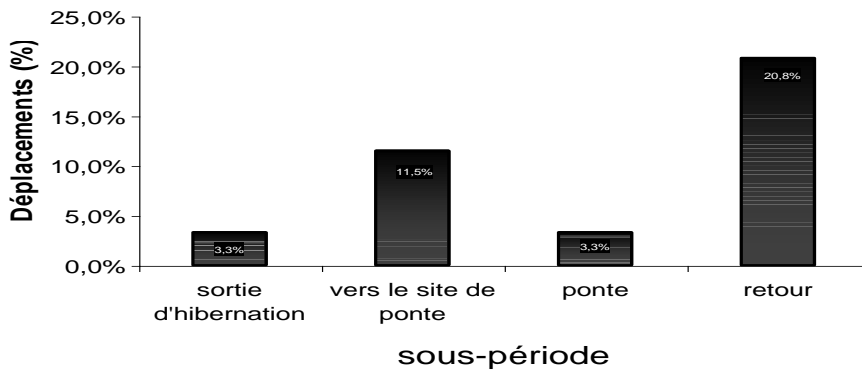


Figure 7. Déplacements minimums moyens quotidiens des femelles tortues des bois en fonction des différentes sous-périodes observées; adapté de Montour *et coll.* (1998).

Les tortues se dirigent vers le site de ponté en se déplaçant dans les cours d'eau, car elles ne voyagent pas en ligne droite. Les femelles prennent de deux à 14 jours pour se rendre au site de ponté principal et parcourent une distance totale de 2156 m en moyenne (± 1186) (Walde, 1998).

En 1996 le déplacement le plus important a été d'une distance de 2291 m en neuf jours, soit environ 255 m par jour. Pour la saison 1997, le déplacement le plus important a été de 1546 m en six jours (~ 258 m par jour). Plusieurs autres femelles ont aussi parcouru des distances impressionnantes, soit plus de 1000 m en une semaine, pour se rendre à leur site de ponté au cours de 1996 et 1997 (Arvisais, 2000).

L'étude des déplacements journaliers des femelles a aussi permis de constater que les femelles tortues des bois gravitent plusieurs jours autour des sites de ponté et particulièrement le site de ponté principal. Certaines femelles se concentrent dans des aires d'attente pendant au moins quatre jours. Les travaux de Walde (1998) ont également mis en évidence ce comportement et précisé l'importance d'inclure les zones d'attente dans les aires à protéger.

4.3.2 Localisation et utilisation des autres sites de nidification

Le site de ponte principal est d'une superficie de 18 hectares et est situé dans une gravière adjacente à la rivière Shawinigan, exploitée depuis environ une cinquantaine d'années. Le substrat se compose de particules allant du sable fin à moyen jusqu'au gravier. On y retrouve peu de végétation, à l'exception d'aulnaies situées au nord-est, en bordure de la rivière ainsi que sur le côté est. Selon Walde et Bider (1998), en tenant compte du sexe ratio et des limites inférieures et supérieures de l'estimé de l'effectif de la population, le pourcentage de femelles de la population qui visitent le site se situe entre 49 et 61 %. Quant à la proportion des femelles qui construisent leur nid sur le site de ponte principal, elle varie entre 37 % et 46 % (Walde et Bider, 1998). Il devenait alors important de découvrir les endroits utilisés par les femelles qui n'utilisent pas le site de ponte principal.

Les travaux de Montour et coll. (1998) ont permis la découverte d'autres sites de ponte potentiels en bordure de la rivière Shawinigan (Montour et coll., 1998). En mai 1997, 15 femelles munies d'émetteurs radio ont fait l'objet d'un suivi télémétrique quotidien du 26 mai au 26 juin. Les localisations ainsi obtenues ont été transposées sur des photographies aériennes infrarouges à l'échelle 1 : 15 000. Ces images étaient géoréférencées et intégrées dans un système d'information géographique (SIG).

Durant les quelques jours précédant la ponte, les femelles se retrouvent en bordure des sites de ponte potentiels tels que des petites gravières, des bancs de sable ou des abords de chemins forestiers et de routes. Elles demeurent dans ces sites de transition pour une période allant de un à sept jours. En localisant quotidiennement les tortues durant cette période et en transposant leurs positions sur des photographies aériennes, il est possible de repérer les endroits où elles se concentrent.

Les sites de ponte potentiels ont donc été identifiés en transposant les localisations quotidiennes sur des photographies aériennes géoréférencées à l'échelle 1 : 15 000 (figure 8). Ces sites sablonneux privilégiés pour la ponte sont facilement repérables sur ces photos aériennes infrarouges, car elles ressortent clairement en blanc sur la photographie.

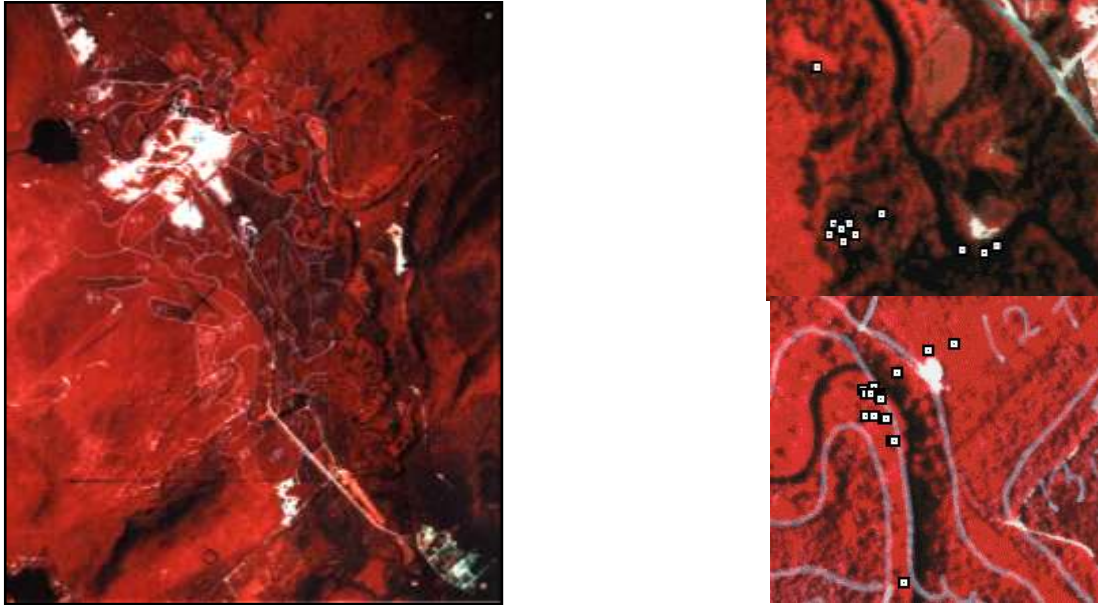


Figure 8. Photographies aériennes infrarouges (échelle = 1:15 000) illustrant quelques sites de ponte potentiels et/ou utilisés par les femelles tortues des bois; adapté de Montour et coll. (1998).

Des observations faites en 1998 ont permis de confirmer l'utilisation des sites identifiés comme potentiels par Montour et coll. (1998). Ces sites présentaient des traces de tortues des bois ou des évidences de nidification. Par exemple, le site identifié comme potentiel pour la ponte des tortues (N° 14 et 15) a bel et bien été utilisé pour la nidification de certaines femelles en 1998.

Depuis 1996, d'autres sites de ponte secondaires ont été localisés accidentellement lors des travaux de terrain de télémétrie et de déplacements en bordure de la rivière Shawinigan. Tous ces sites ont été localisés sur une carte au 1 : 20 000. Certains sites sont connus des résidents depuis très longtemps et peuvent être considérés comme naturels.

Plusieurs informations colligées auprès des propriétaires révèlent que certains sites particuliers sont connus du public depuis assez longtemps. À titre d'information, en bordure de la gravière actuelle, un site était connu par un biologiste du gouvernement

depuis sa jeune enfance (1960). Ce site apparaît d'ailleurs sur de vieilles photographies aériennes en 1970. D'autres résidents ont également mentionné que certains talus mis à nu en bordure de la rivière étaient jadis très utilisés par la tortue des bois. On ne précise pas les causes de l'érosion, mais il est évident que compte tenu de la pente, ces épisodes sont peut-être cycliques ou associés à des phénomènes météorologiques. On sait que le niveau d'eau de la rivière Shawinigan connaît des crues importantes au printemps. Son débit fluctue aussi rapidement après des précipitations importantes. Plusieurs talus de sable et plages de sable semblent issus de ce phénomène naturel d'érosion (figure 9). En fait, non loin du site de ponte, plusieurs tortues utilisaient autrefois un gros talus avec une pente exposée au sud et un dépôt de surface constitué de sable et de gravier. Plus au sud de l'aire d'étude, deux plages étaient anciennement bien connues des résidents et les tortues y étaient observées régulièrement. Ces deux endroits ont été transformés par la construction de chalets et l'autre site a été remblayé par des matériaux divers pour rehausser la rive en zone de villégiature.

D'autres informations recueillies sur le terrain démontrent que ces sites sont utilisés par une ou quelques (2-4) tortues et qu'il n'y pas de concentration élevée comme sur le site de ponte principal. Quant aux sites naturels que l'on retrouve sur les rives de la rivière ou sur les deltas formés par un ruisseau à la jonction de la rivière, il est difficile pour le moment d'évaluer leur utilisation par les tortues de même que les impacts historiques qui ont affecté tout le drainage de cette rivière et la dynamique des dépôts de surface.

Dans le parc national, des recherches dans le but de découvrir d'autres sites de ponte potentiels ont été entreprises depuis 1995, en particulier aux alentours des plages de sable du sud du lac Wapizagonke (près du ruisseau Mudge) où l'espèce a déjà niché en 1981 (Masse, 1996). Depuis 1996, temps et efforts sont investis afin de détecter la présence de tortues des bois dans le parc et d'identifier des sites de ponte.



Figure 9. Petite plage de sable en bordure de la rivière Shawinigan présentant un potentiel pour la nidification de la tortue des bois. Photo : D. Mase / Parcs Canada

Entre 1996 et 2006, plusieurs tortues ont été trouvées dans le parc et suivies par télémétrie afin d'en préciser leur statut et de confirmer leur reproduction (accouplement et/ou site de ponte) (Masse et coll. 2003). À l'occasion, de jeunes tortues âgées d'au moins quatre ans ont été trouvées dans le secteur sud du lac Wapizagonke indiquant ainsi qu'il y aurait peut-être des cas de nidification aux abords des plages de sable de ce grand plan d'eau. L'utilisation par les tortues des dépôts de surface mis à nu, à l'embouchure des ruisseaux ou des eskers, était aussi probable, car ces sites potentiels sont fréquents dans le secteur. (Allard et Tremblay, 1978).

En 2006, un site de ponte a été trouvé sur un talus de sable situé aux abords du lac Wapizagonke et à l'embouchure d'un petit ruisseau en provenance du lac du Camping. Les informations obtenues à partir du suivi télémétrique et des observations rapportées par les employés ou les visiteurs du parc démontrent qu'il en existe d'autres. Ils sont toutefois tous associés à des perturbations humaines, telles que les petites gravières, des petits bancs d'emprunt, des bords de routes ou des sentiers. Ces sites offrent une texture de sol, en terme de granulométrie, favorable et souvent un bon degré d'ouverture à la lumière. Le seul endroit naturel connu (1981) est celui découvert en bordure du lac Wapizagonke. Il s'agit d'une petite plage de sable se retrouvant à l'embouchure d'un petit delta de ruisseau en provenance du lac Mudge (figure 10).



Figure 9. Site de pont naturel sur une plage de sable du lac Wapizagonke et d'un delta de ruisseau, parc national de la Mauricie. Photo : D. Masse / Parcs Canada

Ce type de dépôt de surface est caractéristique d'un site de pont naturel observé au Maine en bordure d'une rivière à saumon et utilisé par la tortue des bois. La distribution actuelle des sites de pont connus à ce jour démontre une répartition plus uniforme dans le bassin versant de la rivière Shawinigan et des petits ruisseaux associés.

5. ÉVALUATION DES EFFORTS DE PROTECTION (1994-2014)

5.1 Incidences de l'exploitation forestière et du flottage du bois sur l'habitat de la tortue des bois et nécessité d'intervention

Le territoire du parc national de la Mauricie, en particulier le bassin de drainage du lac Wapizagonke et celui de la rivière Shawinigan, a été modifié considérablement par les activités de drave et de coupes forestières intensives (1850-1969) (Plante, 1996). Trois épisodes de coupes forestières ont modifié le couvert forestier du parc depuis 1850 (Pelletier, 1998). Avant la création du parc, les modes d'exploitation des terres publiques étaient intensifs et de très grandes quantités de bois ont été sorties du territoire. Au début du siècle, les lacs et les cours d'eau du parc et de la région furent utilisés comme voies naturelles de transport pour le flottage des billes de bois (figure 11). Des barrages ont été érigés sur la majorité des plans d'eau d'importance alors qu'un grand nombre de cours d'eau ont été nivelés et canalisés pour permettre le passage des billes. Roches, débris et autres obstacles étaient enlevés du lit des cours d'eau pour faciliter le passage du bois. Des digues de pierre ont été aménagées le long de certains ruisseaux. Les niveaux d'eau des lacs étaient rehaussés de façon importante et maintenus ainsi pour accumuler le plus de billots possible et les faire flotter. Par la suite, les barrages étaient ouverts et les billes étaient ainsi transportées vers les rivières jusqu'au moulin à scie ou à papier.

La drave a ainsi été pratiquée sur le lac Wapizagonke et la rivière Shawinigan pendant près de 100 ans. Les effets du rehaussement du niveau du lac Wapizagonke par un barrage à sa décharge ont probablement affecté la qualité de ses plages de sable. Elles constituaient de bons sites potentiels pour la reproduction de la tortue des bois qui étaient jadis plus abondante sur ce territoire (Masse, 1996 : 2003).

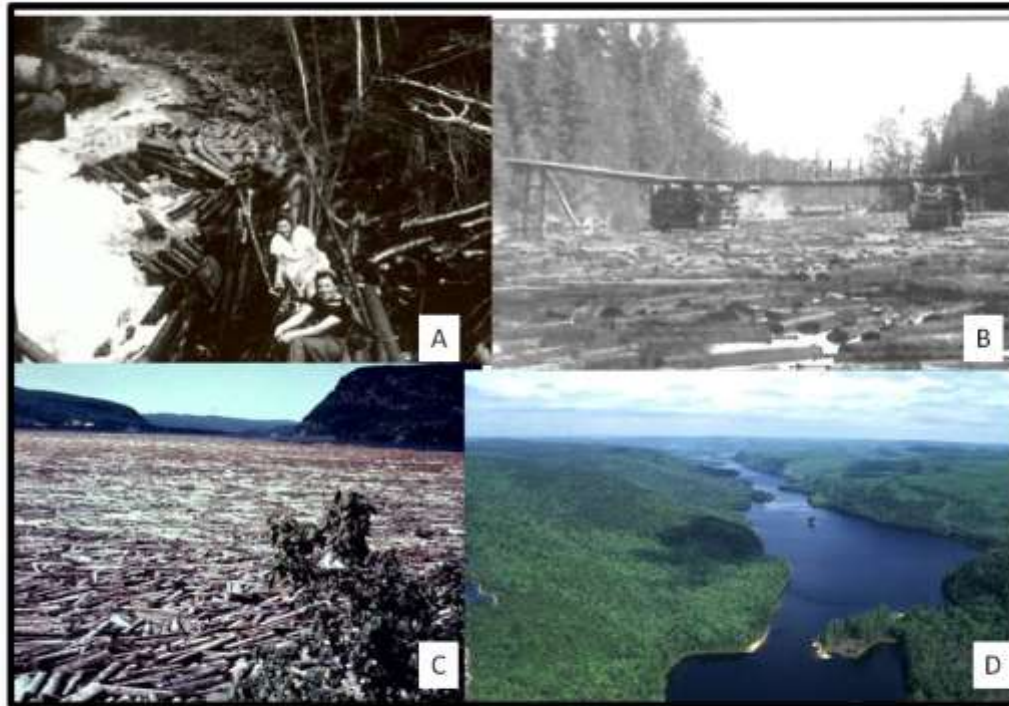


Figure 11. Portion de la rivière Shawinigan servant autrefois au transport du bois (A); bassin sud du lac Wapizagonke présentant une quantité importante de billes de bois (B) ; flottage du bois sur la rivière Saint-Maurice vers 1983 (C); Image récente du grand lac Wapizagonke (D) (photo : J. Pleau / Parcs Canada). Photos (A, B et C) : source et année inconnues.

Or, le rehaussement des niveaux d'eau d'environ deux mètres a éliminé en quelque sorte la disponibilité de ces sites naturels de ponte. En outre, les variations des niveaux d'eau supérieurs aux conditions naturelles ont pu également nuire sérieusement au succès des nids en les inondant à l'occasion. La même problématique a été observée sur la « Dead river » dans le Maine où la présence d'un barrage inondait les nids après la ponte ce qui réduisait considérablement le succès de nidification (Remley, 1997). On ne peut également préciser jusqu'à quel point les coupes intensives qui ont eu lieu ont affecté la qualité des habitats riverains, particulièrement les aulnaies, identifiées comme

étant le principal groupement végétal utilisé pendant la période active de la tortue des bois (Arvisais *et coll.*, 2001; 2002).

Bien que la section nord de la rivière Shawinigan semble dans un état relativement naturel en raison de la qualité du cours d'eau et de la présence d'une végétation riveraine dense et peu perturbée, on ne peut exclure les effets des perturbations humaines. Dans les faits, cette rivière a été fortement utilisée pour la drave servant ainsi de voie de transport entre le bassin du lac Wapizagonke et la ville de Shawinigan. Les niveaux d'eau et son débit ont donc été modifiés afin de faciliter le flottage du bois. Des débits d'eau plus élevés que les débits naturels et les effets du déboisement ont occasionné le lessivage des berges et une érosion marquée. Ces perturbations ont altéré la nature et la distribution des dépôts de fond et de surface, modifiant ainsi les zones où prévalaient jadis des bancs de sable et de gravier. Ces petits sites bien distribués dans les zones de faible courant présentaient un potentiel comme site de ponte pour la tortue des bois. Or, l'érosion accélérée par l'action de forts débits et le passage des billes de bois auraient affecté la disponibilité de ces sites. De plus les variations irrégulières des niveaux d'eau ont également réduit le succès des nids en les inondant.

Cette problématique a aussi été observée dans le Maine où historiquement l'espèce nichait sur des petites plages de sable et de gravier en bordure des cours d'eau (Remley, 1997). Tout comme ailleurs, la drave et/ou la présence de barrages seraient les causes du faible succès de nidification et d'une utilisation accrue des sites perturbés par l'homme pour y nicher.

En somme, les effets de la modification de la rivière Shawinigan et de la présence d'un barrage à la décharge du lac Wapizagonke ont possiblement affecté la population de tortues des bois. La diminution des sites de ponte naturels, que ce soit les plages du lac Wapizagonke, les deltas de ruisseaux ou les bancs de sable et de gravier en bordure de la rivière Shawinigan, a eu un effet sur la population qui ne peut être précisé. Néanmoins, la construction de chemins forestiers et en particulier l'apparition d'une gravière en bordure de cette rivière ont probablement modifié la distribution de l'espèce qui s'est adaptée à ces sites alternatifs. Il en est de même pour les sentiers et les chemins en gravier qui ont été faits avant la création du parc.

Dans le contexte où l'on considère la protection d'un habitat d'origine anthropique (gravière), il est important de considérer la situation de l'espèce en regard avec les effets cumulés de l'ensemble des stress qui ont prévalu. Le fait que les tortues se concentrent en majorité sur un seul site constitue en quelque sorte un piège puisqu'une grande proportion de la population est vulnérable alors qu'historiquement la population était moins concentrée.

Avant que des actions de restauration et/ou de protection ne soient entreprises sur l'ensemble de l'habitat, il devenait essentiel d'intervenir et de protéger ce site de ponte qui revêt une importance capitale pour le maintien, du moins à court terme, de la population.

5.2 Protection du site de ponte principal et programme de protection des nids et des jeunes

Les résultats obtenus ont démontré que l'espèce est rare dans le parc. Aucun nid n'a été trouvé entre 1996 et 2005. Toutefois, en bordure du parc, un site de nidification d'importance a été découvert en 1994 et un vaste programme d'acquisition de connaissances visant à préciser la situation de cette population a été réalisé (Bourgeois et coll., 2009).

Les données obtenues jusqu'à maintenant démontrent que la population de la rivière Shawinigan est une des plus grandes populations connues au nord du fleuve Saint-Laurent (Arvisais et coll., 2001; Équipe de rétablissement, 2005). De plus, près de 44 % des femelles adultes âgées (>13 ans) utilisent une gravière pour y nicher (Walde et coll. 2003).

Il s'agit du plus important site de ponte connu au Québec et au Canada pour cette espèce (Walde, 1998). Cette concentration de nids sur un même site constitue en soi une préoccupation importante quant à la conservation de la population. Le site actuel n'était pas à l'abri du dérangement occasionné par les véhicules tout-terrain, de la machinerie lourde et d'une modification de l'habitat occasionnée par un changement des modes d'exploitation. Le site actuel se retrouvait sur des terres privées présentant un

bon potentiel pour un développement de terrains de villégiature. De plus, cette concentration importante de femelles sur un même site et le fait qu'elles gravitent autour du site pendant près de quatre jours en moyenne (1-7) rendent particulièrement fragile cette population aux effets d'une collecte illégale. Parmi les autres points d'intérêts, il est important de souligner que le site de ponte actuel n'expose pas les tortues aux mortalités routières. Située à environ 100 mètres de la rivière, aucune route n'affecte la survie des femelles entre leurs déplacements de la rivière et le site de ponte principal. Ailleurs en Amérique du Nord, cette problématique constitue un sérieux problème pour la conservation de cette espèce et plusieurs autres espèces de tortues.

Suite à ces travaux sur les caractéristiques de la population et l'importance du site de ponte, de nombreuses préoccupations liées à la conservation de l'espèce dans le parc national de la Mauricie et l'ensemble du bassin versant de la rivière Shawinigan ont été soulevées (Masse, 1996 ; 2003 ; Bourgeois et coll., 2004 :2009).

Le maintien à long terme de cette population isolée ne peut être assuré par les limites administratives du parc national. L'habitat n'y est pas optimal et ne peut supporter une population viable. La présence de la tortue des bois dans le parc est certainement associée aux caractéristiques particulières de la rivière Shawinigan, émissaire du lac Wapizagonke (figure 12). Cet habitat abrite encore une bonne population et la dispersion d'individus contribue à maintenir la présence de tortue des bois à l'extérieur du noyau principal de la population. Depuis quelques années, les observations de tortues des bois dans les limites du parc national sont plus fréquentes (figure 13)

Dans cette optique, la protection du site de ponte constituait possiblement une étape déterminante quant à la conservation de cette population dans ce secteur et le parc national de la Mauricie. Les efforts de tous les partenaires ont finalement permis de conclure une entente de protection et l'acquisition en l'an 2000 du site de ponte par la Fondation de la faune du Québec. En outre, les limites du terrain acquis par la Fondation comprennent la zone utilisée pour la nidification, mais aussi les habitats en périphérie où la plupart des femelles tortues et des jeunes de l'année se confinent durant la période de ponte et d'éclosion des nids. Cela devrait contribuer à mieux protéger les habitats riverains qui servent d'abri et de site d'attente pour les femelles

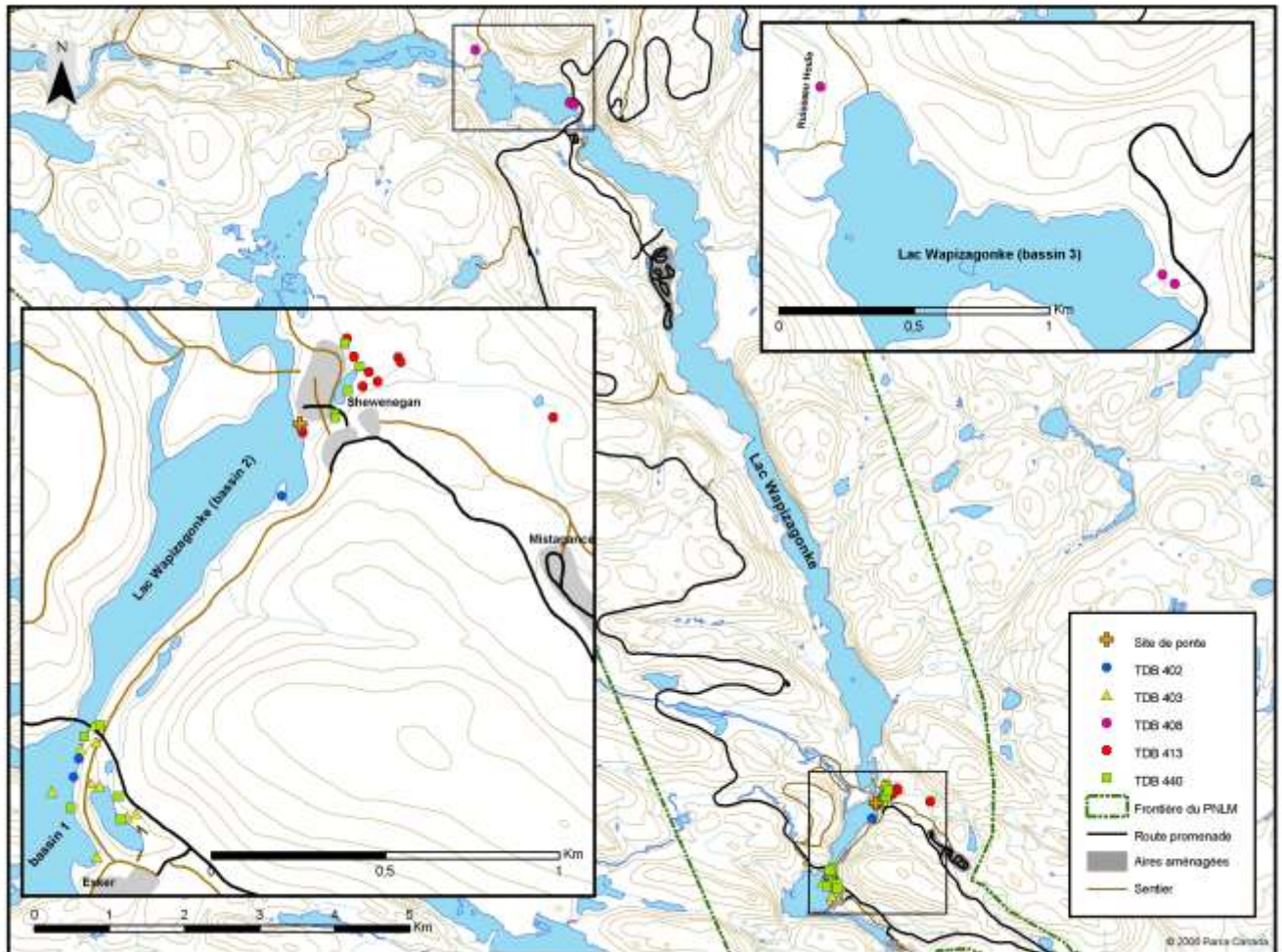


Figure 1: Localisations télémétriques des tortues des bois au PNLM du 12 mai au 27 octobre 2006.

Figure 12 Distribution des observations de tortues des bois (1973-2014) dans le lac Wapizagonke et ses cours d'eau adjacents

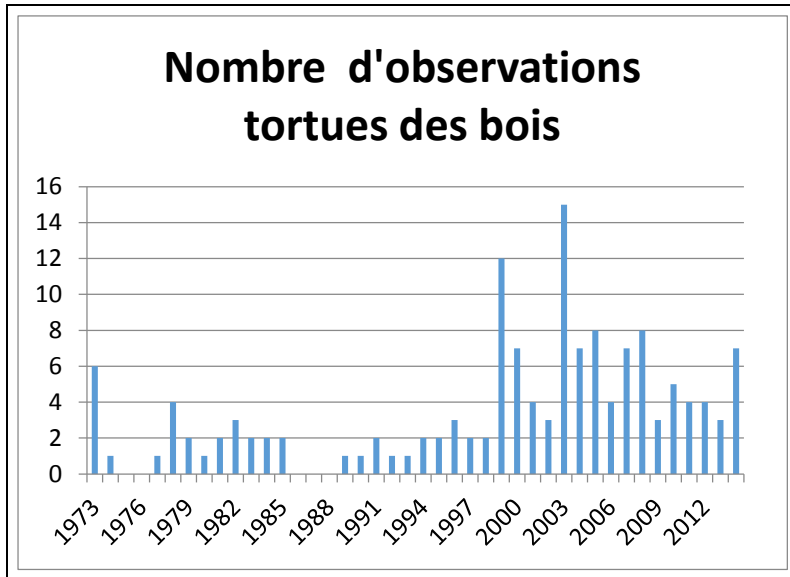


Figure 13. Observations de tortues des bois dans le parc national de la Mauricie (1973-2014).

durant la nidification. Les habitats utilisés pour la dispersion des jeunes tortues après l'éclosion des nids ont été également protégés par cette acquisition. En fait, une clôture permanente a été érigée afin de protéger le site de ponte principal. Quant aux autres sections du terrain acquis pour des fins de conservation, l'accès y est très limité en raison de la présence de milieux humides et de la densité des aulnaies.

Depuis 1994, un suivi du site de nidification a été réalisé annuellement afin d'évaluer l'efficacité de cette mesure. De plus, un programme de protection des nids et des jeunes est en place depuis 1996. Les résultats obtenus suite à ces efforts de protection ont permis de protéger en moyenne plus de 30 nids par année entre 1996 et 2007 contre les véhicules, le dérangement et l'exploitation du site comme tel. Bien que tous les nids n'ont pas éclos avec succès en raison du climat, entre 81 et 360 jeunes tortues ont éclos à chaque année avec succès de ces nids depuis 1996. En considérant que, règle générale, le succès des nids en nature (c.-à-d. sans aucune protection) est de 50 % en

moyenne et peut être aussi bas que 5 % en raison des prédateurs, il ne fait pas de doute que ces actions ont été bénéfiques sur le recrutement de cette population. Pour le moment, aucune évaluation n'a été faite depuis 1996 (Walde, 1998) sur la structure de la population de la rivière Shawinigan pour permettre d'évaluer l'efficacité de cette mesure sur le recrutement. Il est important de préciser que selon des études similaires (Klemens, 2000), en moyenne un jeune sur 100 peut se rendre à l'âge adulte soit à l'âge minimum de 13 ans et contribuer aux efforts de reproduction (Galois et Bonin, 1999).

Dans le contexte où cette espèce est menacée, ce type de programme est aussi recommandé ailleurs (Buhlmann et Osborn, 2011). Ces auteurs ont d'ailleurs démontré que des succès de nidification et d'éclosion élevés étaient obtenus. Ils ont aussi recommandé d'aménager des sites de ponte artificielle dans des régions où les sites de ponte d'origine avaient été détruits par le développement et la végétation.

Le suivi du site de ponte a aussi permis d'évaluer le pourcentage de retour des femelles à chaque année et l'arrivée de nouvelles femelles sur le site. La situation est considérée pour le moment comme stable, car de nouvelles tortues sont observées sur le site de ponte chaque année. Une absence de nouvelles femelles devrait être considérée comme très inquiétante et indicatrice d'un recrutement très faible à nul. Or pour le moment, ce n'est pas le cas, car malgré la perte d'au moins 19 femelles nicheuses en 2004 et en 2005, le nombre de femelles différentes observées sur le site de ponte a remonté légèrement ces dernières années.

Le suivi de la nidification sur le site de ponte a fourni des données intéressantes sur la chronologie de la ponte et de l'éclosion. Certains éléments de connaissance peuvent orienter les actions de restauration.

À titre d'exemple, tous les nids non éclos après le 15 septembre sont voués à un échec puisqu'après cette date, les conditions du climat ne sont plus favorables. Toutefois, si le nid est déterré, les jeunes ont une chance de survie. Ce type d'intervention peut être une mesure acceptable et efficace pour les années futures. Il faut toutefois que l'emplacement précis du nid soit connu, ce qui nécessite beaucoup de temps d'observation.

Les connaissances acquises sur la nidification et le comportement des femelles ont également permis de constater jusqu'à quel point cette espèce de tortue est vulnérable à une récolte illicite et aux effets du dérangement humain. À ce niveau, des efforts importants ont été faits depuis 1996 afin de sensibiliser et d'éduquer les résidents locaux. Des travaux d'intendance en terres privées ont été faits par le Mouvement Vert Mauricie de 2001 à 2012. Lors de ces rencontres, leur collaboration était demandée afin qu'ils adoptent de bonnes attitudes pour protéger l'habitat et minimiser le dérangement. Plusieurs ont reçu un cahier du propriétaire qui résumait les enjeux de conservation et les bonnes pratiques à adopter.

Pour le public en général qui fréquente le parc et la région, un dépliant « La tortue des bois, un charmant reptile en péril a été distribué ». Bien que difficilement quantifiable, il est évident que l'attitude du public s'est modifiée positivement au fil des ans. À titre d'exemple, les résidents de la municipalité de Saint-Mathieu ont nommé une école (École de la Tortue-des-Bois). La mascotte forestière pour la grande région de la Mauricie est la tortue des bois et porte le nom de « Samara ». Cela illustre bien l'importance de cette espèce pour le public en général.

En plus, de ces efforts de sensibilisation, plusieurs réserves naturelles en terres privées¹ ont été créées pour protéger l'habitat de la tortue. Ces réserves naturelles visaient à protéger d'excellents habitats pour la tortue des bois en périphérie du site de ponte et ont comme objectif aussi de maintenir un corridor écologique entre le sud du parc et le site de ponte principal.

À court terme, la principale menace sur la nidification est la prédation excessive. L'expérience acquise démontre que cet événement est peu prévisible. Une mortalité des adultes doit être considérée avec sérieux si l'on considère les modèles démographiques sur la viabilité des populations de tortues. Un taux de mortalité supérieur à 5 % des adultes peut menacer la viabilité d'une population.

1. Réserves naturelles

Les réserves naturelles sont des milieux naturels privés qui sont légalement reconnus par le ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques afin d'en assurer la conservation.

Pour le moment aucun programme de contrôle des prédateurs n'est en place. Plusieurs recommandations ont été émises par Adams et coll. (2007) à cet effet. Un effort de sensibilisation a été fait auprès des trappeurs locaux pour qu'ils ne déportent pas les animaux nuisibles dans ce secteur.

À moyen terme la colonisation du site de ponte principal par la végétation demeure une préoccupation. Au fil des ans, la végétation colonise le périmètre protégé par des clôtures. La présence de végétation dense en bordure du site crée également de l'ombre sur le site de ponte principal et favorise ainsi la reprise de la végétation. Plusieurs anciens talus de sable utilisés par des tortues ne sont plus disponibles. Depuis 1996, des travaux de désherbage ont été faits. Ainsi en 2001, le désherbage d'une partie du site a été fait manuellement. D'autres petits traitements ont été faits en 2004. Un désherbage mécanisé a été fait à l'automne 2009 dans une partie du site or le brassage du sol a favorisé une croissance dense de la végétation. En automne 2011, un désherbage manuel d'une partie du site a permis de maintenir la partie centrale efficace pour la ponte.

Malgré ces traitements localisés sur le site de ponte, la croissance de la végétation est de plus en plus forte en périphérie. Les zones de sable dénudées et exposées au soleil sont en diminution. En 2013 et 2014, plusieurs nids ont été établis en dehors de la limite protégée par des clôtures. À la suite d'observations faites sur le terrain visant à évaluer l'efficacité des travaux effectués pour contrôler la végétation, le besoin d'établir un plan de gestion de ce site a été identifié. Ce plan devrait permettre d'établir les modalités d'intervention les plus efficaces et de préciser les bonnes pratiques compte tenu de la fragilité de cette espèce.

6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les efforts de protection déployés sur le site de ponte principal ont permis à la population de continuer à se reproduire avec un succès significatif. L'acquisition du site de ponte et des aires adjacentes qui servent de zones d'attente et de dispersion des jeunes, ainsi que l'aménagement d'une clôture permanente ont été bénéfiques pour assurer le recrutement de la population. Le programme de protection des nids et des jeunes peut également être évalué positivement. D'une part une surveillance étroite du site de ponte est assurée et un grand nombre de jeunes éclosent et se rendent à la rivière avec succès. En parallèle, les efforts d'éducation et de sensibilisation ont été bien reçus et se sont avérés efficaces. Les connaissances acquises sur la nidification et le comportement des femelles ont permis de constater jusqu'à quel point la tortue des bois est vulnérable à une récolte illicite, aux effets du dérangement humain, à la destruction de son habitat et aux effets de la prédation excessive.

De nombreuses préoccupations de conservation sont soulevées pour les années à venir et plusieurs recommandations sont identifiées :

- Poursuivre le programme de protection des nids afin d'augmenter le succès de nidification et le recrutement de la population de la rivière Shawinigan;
- Continuer le suivi de la nidification afin d'évaluer les tendances démographiques de la population et en particulier le pourcentage de nouvelles tortues sur le site de ponte;
- Rédiger un plan de gestion du site de ponte afin d'établir des lignes directrices quant à la gestion de la végétation et des dépôts de surface et de préciser clairement le cadre de communication, d'éducation et de recherche ;
- Encourager la recherche sur l'étude comparative entre les sites de ponte naturels et celui de la gravière afin d'établir des outils visant la restauration d'autres sites de ponte naturels;
- Poursuivre les efforts d'éducation et de sensibilisation quant à la fragilité de la tortue des bois dans le parc et la région;
- Assurer une surveillance sur le site de façon à prévenir toute récolte illicite de tortues des bois;
- Utiliser les connaissances acquises sur la nidification de cette espèce sur ce site afin d'amorcer un programme d'ajout d'individus dans le parc national et la restauration des rives du lac Wapizagonke dégradées par les interventions

- humaines ayant eu lieu avant la création du parc (drave, coupes forestières intensives, barrages et autres);
- Analyser les données obtenues sur la nidification afin de produire un article scientifique pour que les connaissances acquises soient diffusées à une plus grande échelle et servent comme base de comparaison à long terme avec les autres populations d'Amérique du Nord;
 - Poursuivre les efforts de sensibilisation afin d'informer les trappeurs professionnels et les compagnies d'extermination de la région de ne pas relocaliser dans ce secteur les animaux nuisibles capturés en ville;
 - Établir à moyen terme, un plan d'action pour contrer une problématique liée à la prédation excessive. Ce plan devrait identifier les actions directes ou indirectes à mettre en place pour diminuer la présence de prédateurs (ratons laveurs) (contrôle et relocalisation) et la perte des tortues adultes dans la section nord de la rivière et en particulier les femelles en bordure du site de ponte.

REMERCIEMENTS

Depuis 1994, de nombreuses personnes ont participé directement aux travaux visant l'acquisition de connaissances sur la population de tortues des bois et aux efforts de protection du site de ponte. Parmi ces gens, nous tenons à remercier les personnes qui ont travaillé sur le terrain : Andrew Walde, Claude Daigle, Martin Arvisais, Serge Montour, Daniel Dolan, Denis Bourbeau, Claudia Prud'homme, Jean-Yves Grenier, Jean Scrosati et Gwendelyn Caron, Charles Jutras et Daniel Pouliot. D'autres personnes ont appuyé la réalisation de ce projet par leur professionnalisme, dont M Jean-claude Bourgeois, M Michel Huot M. Jacques Jutras de la Société de la faune et des parcs du Québec qui ont su reconnaître la valeur écologique exceptionnelle de ce site, Ils se sont investis personnellement et permis le financement de divers projets d'étude et de suivi. On ne peut également passer sous silence la très grande contribution de M. Roger Bider en tant que professeur chercheur de l'université McGill qui a encadré les travaux sur la nidification et fourni son expertise sur les divers aspects d'étude et les mesures de conservation. Son appui a joué un rôle clé. À titre de responsable de la Société d'histoire naturelle de la Vallée du St-Laurent et de l'Écomuseum il nous a fourni entre autres son appui logistique et a accepté la responsabilité de gérer ce site exceptionnel. Merci également à M. David Rodrigue de l'Écomuseum pour ses conseils et son appui inconditionnel.

Nous soulignons également le travail efficace et précieux de M. Guy Lépine de la Fondation de la faune du Québec, qui s'est occupé du dossier de l'acquisition du site. Merci à M. Sylvain Paradis de Parcs Canada qui a facilité la participation financière et logistique de Parcs Canada au projet. Merci à MM. Robert Loranger et Steven Bouchard du parc national de la Mauricie qui ont contribué aux travaux de terrain.

Merci également à Mme Stephanie Lachance, Directrice de l'Expertise Énergie-Faune-Forêts-Mines-Territoire de la Mauricie et du Centre-du-Québec du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune qui a supporté ce projet de suivi et de collaboration. Merci également au directeur du parc national de la Mauricie M. Thierry Bouin pour avoir appuyé la réalisation de ce projet au-delà des limites du parc.

Des personnes ont aussi contribué bénévolement au suivi de la nidification et aux différentes étapes visant la protection du site. Parmi celles-ci, nous tenons à signaler l'implication de Mme Shirley Smith-Boisvert, qui nous a permis de découvrir ce site d'exception et qui nous a encouragés à poursuivre nos efforts de protection. Son aide a été précieuse et assidue depuis le début du projet en 1994. Enfin, un merci tout spécial au Directeur général de la Compagnie Continental Asphalte, M. Christian Hould, Hould, qui a bien voulu s'engager dans la protection de cet habitat unique et conclure l'entente de protection.

Plusieurs organismes ont contribué financièrement à divers volets du projet visant l'acquisition de connaissances et la mise en œuvre de mesures de conservation. Ce sont la Société de la faune et des parcs du Québec, la Fondation de la faune du Québec, le Ministère des Ressources naturelles du Québec, Parcs Canada, la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, l'Université McGill et l'Université du Québec à Trois-Rivières.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS, J., D. MASSE et J.-C. BOURGEOIS. 2007. Impacts de la prédation par le raton laveur (*Procyon lotor*) sur les populations de tortues; emphase sur la population de tortues des bois (*Glyptemys insculpta*) de la rivière Shawinigan. Service de la conservation des ressources du parc national de la Maurice (Parcs Canada) et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Secteur Faune Québec), Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec. 50 p.
- ALLARD, M. et G. TREMBLAY. 1978. Étude géomorphologique, parc national de la Mauricie, non publié, Ministère des Affaires indiennes et du Nord, Parcs Canada, Québec, 155 p. Vol. 2 (cartes) et vol. 3 (photographies).
- ANONYME, 2002. Protection des espèces menacées ou vulnérables en milieu forestier. La tortue des bois (*Clemmys insculpta*). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune. Ministère des Ressources naturelles du Québec. Direction de l'environnement forestier; 12 p..
- ARVISAIS, M., 2000. Caractérisation et sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux chez la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au nord de son aire de répartition, Québec, Canada. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. 150 p.
- ARVISAIS, M., J.-C. Bourgeois, D. Masse, C. Daigle, J. Jutras, S. Paradis, R. Bider et E. Lévesque, 2001. Écologie d'une population de tortues des bois (*Clemmys insculpta*) en Mauricie Le Naturaliste canadien : Volume125, numéro1. Hiver 2001, p. 23-28.
- ARVISAIS, M. J.-C. Bourgeois. D. Masse. C. Daigle et J. Jutras. 2002. Home range and movements of a wood turtle (*Clemmys insculpta*) at the northern limit of its range. Can. J. Zool. 80 : 402-408.
- ARVISAIS, M. E. Lévesque, J.-C. Bourgeois, C. Daigle, D. Masse et J. Jutras. 2004. Habitat use by the wood turtle (*Clemmys insculpta*) at the northern limit of its range. Can. J. Zool. 82 : 391-398.
- BEAULIEU, H. 1992. Liste de la faune vertébrée susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Québec, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 107 p.
- BÉLANGER, S. 1998. Caractérisation, par des paramètres physico-chimiques, de huit cours d'eau dans l'aire de distribution de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*). Université du Québec à Trois-Rivières. Projet de séminaire, 27 p.
- BOURGEOIS, J.C., MASSE D., TESSIER N. et LAPOINTE F.-J. 2009. Plan de conservation de la population de tortues des bois (*Glyptemys insculpta*) du bassin versant de la rivière Shawinigan. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec et Parcs Canada, 30 p.

- BOURGEOIS, J.C., D. Masse et N. Deshaies. 2004. Status of the Shawinigan river Wood Turtle population. Status report presented for the update of Cosewic status report on wood turtle. October 21, 2004.
- BIDER, R. et S. MATTE, 1994. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec. Société d'histoire naturelle de la Vallée du Saint-Laurent et ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, 106 p.
- BIDER, R. et A. WALDE.1996. Activité de ponte par une population de tortues des bois (*Clemmys insculpta*) sur un site de la rivière Shawinigan. Contrat No 96-1702. Rapport préparé par la Société d'histoire naturelle de la Vallée du St-Laurent pour Patrimoine canadien, Parcs Canada, 27p.
- BLEAKNEY, J. S. 1958. A zoogeographical study of the amphibians and reptiles of eastern Canada. Nat. Mus. Can. Bull. N. 155, Queen's Printer, Ottawa.
- BLOOMER. T. J. 1978. Hibernacula congregating in the *Clemmys* genus. J. Noah. 4(1): 37-42.
- BROOKS, R. J., SHLITON, C. M., BROWN, G. P. et N. W. S. QUINN. 1992. Body size, age distribution, and reproduction in a northern population of wood turtles (*Clemmy insculpta*). Canadian Journal of Zoology 70 : 462-469.
- BUHLMANN, K. A et C. P. Osborn.2011 Use of an Artificial Nesting Mound by Wood Turtles (*Glyptemys insculpta*): A Tool for Turtle Conservation. Northeastern Naturalist 18(3) : 315-334. doi: <http://dx.doi.org/10.1656/045.018.0305>
- BUHLMANN, K. A. 1993. Legislation & conservation alert. Herpetological Review 24:125.
- CARON, G. 1999. Détermination de l'alimentation de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) en Mauricie par analyse de fèces. Université du Québec à Trois-Rivières. Exigence partielle du cours « Séminaire BIO-1001 », 20 p. + annexes.
- CONGDON, J. D., TINKLE, D. W., BREITENBACH, G. L. et R. C. VAN LOBEN SELS. 1983. Nesting ecology and hatching success in the turtle *Emydoidea blandingii*. Herpetologica 39 : 417-429.
- COSEPAC. 2007. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 47 p.
- CÔTÉ, M.J., et G. AUDET. 2003. *Cadre écologique de référence du bassin versant de la rivière Shawinigan : outil de caractérisation écologique du périmètre d'habitat de la tortue des bois*, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, ministère de l'Environnement du Québec, document interne, 48 p.

- CRISTIANSEN, J. L. J. W. BICKHAM. 1989. Possible historic effect of pond drying and winter kill on the behavior of *Kinosternon flavescens* and *Chrysemis picta*. *Journal of herpetology* 23 : 91-94.
- GALOIS, P. et J. BONIN, 1999. Rapport sur la situation de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au Québec. Faune et Parcs Québec. Direction de la faune et des habitats. Québec. 45p.
- DAIGLE, C. 1997. Size and characteristics of a wood turtle, *Clemmys insculpta*, population in southern Québec. *Canadian Field-Naturalist* 111 (3) : 440-444.
- DAIGLE, C. 1996. Inventaire de la tortue des bois au Québec – Rapport d'étape. Société de la faune et des parcs du Québec. 15 p.
- Équipe de rétablissement de cinq espèces de tortues au Québec pour les années 2005 à 2010 : la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*), la tortue géographique (*Graptemys geographica*), la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*), la tortue musquée (*Sternotherus odoratus*) et la tortue ponctuée (*Clemmys guttata*). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. 57 pages. 2005.
- ERNST, C.H. 1986. Environmental temperatures and activities in the Wood turtle, *Clemmys insculpta*. *J. Herp.* 20 : 222-229.
- ERNST, C. H. 1976. Ecology of the spotted turtle, *Clemmys guttata* (Reptilia, Testudines, Testudinidae), in Southeastern Pennsylvania. *Journal of Herpetology* 10 : 25-33.
- FARRELL, R. F. et T. E GRAHAM. 1991. Ecological notes on the turtle *Clemmys insculpta* in northwestern New Jersey. *Journal of Herpetology* 25: 1-9.
- GALOIS, P. et J. BONIN. 1999. Rapport sur la situation de la tortue des bois ((*Clemmys insculpta*) au Québec. Faune et Parcs, Direction de la faune et des habitats. 45p
- GARBER, S. D. et J. BURGER. 1995. A 20-year study documenting the relationship between turtle decline and human recreation. *Ecol. Appl.* 5 (4) : 1151-1162.
- GREEN, D. M, 1996. COSEWIC designates the wood turtle a vulnerable species. *Canadian Association of herpetologists, bulletin*, 10 : 9.
- GARBER, S. D., J. Burger, J. Harding, C. Ernst, S. Tuttle et J. Davis. 1994. Petition for the listing of the North american wood turtle as a threatened species. Executive summary. Non publié. Produit pour le United States Fish and Wildlife Service. 3 p.
- GIBBONS, J. W. 1967. Variation in growth rates in three populations of painted turtle, *Chrysemis picta*. *Herpetologica* 23 : 296-303.

- GIGUÈRE, S., M.-J. CÔTÉ ET C. DAIGLE. 2011. Atlas des habitats potentiels de la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) au Québec. Environnement Canada, Service canadien de la faune – Région du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs – Direction du patrimoine écologique et des parcs, ministère des Ressources naturelles et de la Faune – Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Québec, rapport inédit, 21 p.
- GILLINGWATER, S. D. et T. J. PIRAINO. 2004. Chelonian survey and research study of the Big Creek National Wildlife Area (2003) and selective herpetofaunal survey, inventory and research study of the Long Point National Wildlife Area (1996-1999, 2003). Report submitted to the Canadian Wildlife Service.
- HARDING, J. H. 1990. A twenty years wood turtle study in Michigan: implications for conservation p. 31-35. *In* Proceeding of the First International Symposium on Turtles and Tortoises: Conservation and Captive Husbandry. Chapman University, Orange, California.
- HARDING, J.H., et T.J. BLOOMER. 1979. The wood turtle, *Clemmys insculpta*... a natural history. (Herp) Bull. N.Y. Herp. Soc. 15 : 9-26.
- HARDING, J. H. 1985. *Clemmys insculpta* (wood turtle) predation-mutilation. Herpetological Review 16 : 30.
- HÉBERT, S. 1996. Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. 20p. + annexes.
- HUTCHINSON, V.H., A. VINEGAR et R. KOSH. 1966. Critical thermal maxima in turtles. Herpetologica 22 : 32-41.
- KAUFMANN, J.H. 1992. Habitat use by wood turtles in central Pennsylvania. J. Herpetol. 26 : 315-321.
- KIRK, D. A. 2004. Impacts of raccoon *Procyon lotor* predation on turtles and other species at risk at Point Pelee National Park of Canada: a science review. Parks Canada Agency, Point Pelee National Park of Canada. 61 p
- KLEMENS, M.W. 2000. Turtle Conservation. Smithsonian Institute Press. Washington, DC. 334 p.
- LALUMIÈRE, R. et M. THIBAUT. 1988. Les forêts du parc national de la Mauricie, au Québec. Les presses de l'université Laval. Québec, Canada. 495 p.
- LITZGUS, J. D. et BROOKS, R. J. 1996. Status report on the wood turtle, *Clemmys insculpta*, in Canada. COSEWIC status report. Ottawa, Ontario. 76p.
- MASSE, D. 1996. Situation de la population de tortues des bois (*Clemmys insculpta*) dans le parc national de la Mauricie et la rivière Shawinigan, état des connaissances sur le site de reproduction et préoccupations de conservation.

- Parcs Canada, Service de conservation des ressources naturelles, parc national de la Mauricie. 45 p.
- MASSE, D. 2003. Préoccupations de conservation pour la tortue des bois face à l'agrandissement du camping Mistagance dans le parc national de la Mauricie. Rapport d'analyse faite dans le cadre d'une évaluation d'impact environnemental - projet agrandissement du camping Mistagance. Service de la conservation des ressources naturelles, parc national de la Mauricie. 20 p.
- MASSE, D., S. Bouchard et Y. Robitaille. 2003. Suivi de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) et des autres espèces de reptiles et efforts de rétablissement – parc national de la Mauricie et grand écosystème. Description de la méthodologie. Parcs Canada et la Société de la faune et des parcs du Québec. 63 p..
- MENV, 2003. Cadre écologique de référence d'une partie du bassin versant de la rivière Shawinigan. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Service d'aide à la gestion écosystémique.
- MERRITT, D.A. 1980. The wood turtle, *Clemmys insculpta*. Natural history, behaviour and food habits. Bull. Chi. Herp. Soc. 15 : 6-9
- MONTOUR, S., M. ARVISAIS et J.-C. BOURGEOIS, 1998. Étude des déplacements quotidiens lors de la période de ponte chez la tortue des bois (*Clemmys insculpta*), population de la Mauricie. Université du Québec à Trois-Rivières. Rapport non publié. 16 p.
- NAUD, R. et A. Plamondon, 1975. Hydrologie et climatologie du parc national de la Mauricie. Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien. Parcs Canada, région du Québec. 2 volumes. 229 p.
- PARADIS, S., BOURGEOIS J.-C., MASSE D. et N. DESHAIES, 2005, p. 1-8. *In*: T. D. Hooper (ed.). Conservation of the Wood Turtle in the Shawinigan River Watershed. Proceedings of the Species at Risk 2004 Pathways to Recovery Conference. March 2–6, 2004, Victoria, B.C. Species at Risk 2004 Pathways to Recovery Conference Organizing Committee, Victoria, B.C.
- PARMALEE, P. W. et W. E. KIPPEL. 1981. Remains of the wood turtle *Clemmys insculpta* (Le Conte) from a late pleistocene deposit in middle Tennessee. Amer. Middl. Nat. 105 : 413-416.
- POULIOT, D., D. MASSE, PARADIS et Y. ROBITAILLE. 2010. Juvenile wood turtle (*Glyptemys insculpta*) translocation pilot project at La Mauricie National Park. Poster presented at CARNET. Halifax 17-19 sept. 2010.
- POULIOT, D., D. MASSE, C. SAMSON, Y. ROBITAILLE et S. PARADIS. En préparation Écologie des tortues des bois juvéniles et succès à court terme du projet pilote de renforcement de la sous-population du parc national de la Mauricie. Service de la conservation des ressources, parc national de la Mauricie. Parcs Canada et ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec.

- PLANTE, M. 1998. Plan de gestion des écosystèmes aquatiques, parc national de la Mauricie. Parcs Canada, Service de la conservation des ressources naturelles, parc national de la Mauricie. Neuf sections et annexes.
- PRUD'HOMME, C et Y. Robitaille. 1998. Rapport sur le suivi télémétrique de certaines femelles qui utilisent le site de ponte, population de la rivière Shawinigan – Projet tortue des bois – Région de la Mauricie. Université du Québec à Trois-Rivières. 25 p. + annexes.
- QUINN, N.W.S., et D.P. TATE. 1991. Seasonal movements and habitat of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in Algonquin Park, Canada. J. Herpetol. 25 : 217-220.
- SEIGEL, R. A. 1980. Predation by raccoons on diamondback terrapins, *Malaclemys terrapin tequesta*. Journal of Herpetology 14 : 87-89.
- STRANG, C.A. 1983. Spatial and temporal activity patterns in two terrestrial turtles. J. Herpetol. 17 : 43-47.
- TESSIER, N. et F.J. LAPPOINTE. 2002. Caractérisation génétique et conservation des populations de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au Québec. Rapport présenté à la Société de la faune et des parcs du Québec et Parcs Canada. Département des sciences biologiques, Université de Montréal. 46 p.
- TESSIER, N., et F.J. LAPOINTE. 2003 a. Comparative efficiency of different sampling techniques to obtain DNA from freshwater turtles. Chelonian Conservation and Biology, 4 : 710-712.
- TESSIER, N. et F.J. LAPOINTE. 2003 b. Plan de soutien de la population de tortue des bois (*Clemmys insculpta*) du parc national de la Mauricie. Rapport final présenté à Parcs Canada. Université de Montréal. QC. 22 p.
- TESSIER, N. et F.-J. LAPOINTE. 2005. Plan de conservation de la population de tortues des bois (*Glyptemys insculpta*) du bassin versant de la rivière Shawinigan. ConservAction ACGT inc. Document préparé pour Parcs Canada et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 41 p.
- TESSIER, N., S. RIOUX- PAQUETTE et F.-J. LAPOINTE. 2005. Conservation genetics of the wood turtle (*Glyptemys insculpta*) in Quebec, Canada. Canadian Journal of zoology, 83 : 765-772.
- WALDE, A.D. 1998. Ecology of the wood turtle, *Clemmys insculpta*, Québec, Canada. MSc. Thesis McGill University. 95 p.
- WALDE, A. et R. BIDER. 1998. Démographie et écologie de la nidification de la tortue des bois, *Clemmys insculpta*, dans la région de la Mauricie, Québec. Rapport préparé par la Société d'histoire naturelle de la Vallée du Saint-Laurent pour Parcs Canada – Patrimoine Canadien. 42 p.
- WALDE, A.D., J.R. BIDER, C. DAIGLE, D. MASSE, J.-C. BOURGEOIS, J. JUTRAS, et R.D. TITMAN, 2003. Ecological aspects of a Wood Turtle, *Glyptemys insculpta*,

- population at the northern limit of its range in Quebec. *Canadian Field-Naturalist* 117(3) : 377-388.
- WALDE, A. D., P. J. BAKER et R. A. SAUMURE. 2008. *Glyptemys insculpta* (Wood Turtle) Hatchlings behaviour. *Herpetological Review* 39 (1): 81-82
- WALDE, A. D. et R. A. SAUMURE. 2008. *Glyptemys insculpta* (Wood Turtle) Maximum clutch size. *Herpetological Review* 39 (1) : 82
- WILBUR, H. M. 1975. The evolutionary and mathematical demography of the turtle *Chrysemys picta*. *Ecology* 56 : 64-77.
- WILSONC, V. 1971. Le climat du Québec. Atlas climatique. Service météorologique. Canada, Ottawa No 11, 9 p. Ferland, M. G. et R.M. Gagnon. 1974. Climat du Québec méridional. Ministère des richesses naturelles du Québec. 94 p.
- ZUG, G. R. 1993. Herpetology, an introductory of amphibians and reptiles. Academic Press inc. New York. p.. 123-146.

ANNEXE 1

Moyenne, écart-type, intervalle et valeur de p des tests *t* Student des paramètres de la nidification (1994-2014).

Les valeurs de p en caractère gras montrent un résultat significatif du test.

Paramètre	Variable	n	Moyenne 1994-2003 (écart-type)	Intervalle	n	Moyenne 2004-2014 (écart-type)	Intervalle	P
Nid	Nombre de nids pondus	240 nids ¹	33,3 (8,7)	29-47	207 nids	19,2 (5,6)	10-30	< 0,001
Femelles	Pourcentage de retour des femelles (%)	251 femelles ²	82,8 (11,7)	67-100	330 femelles	86,0 (11,7)	62,5-100	0,565
	Nombre femelles présentes sur le site	251 femelles	33,7 (8,8)	29-49	330 femelles	30,9 (7,8)	17-46	0,375
Période de ponte	Durée de la ponte (jours)	240 nids	16,2 (3,1)	12-22	207 nids	13,1 (3,0)	9-17	0,032
Période d'éclosion	Durée de la période d'éclosion (jours)	240 nids	27,7 (13,6)	10-51	207 nids	23,8 (8,3)	11-38	0,436
Période d'incubation	Durée de l'incubation (jours)	240 nids	80,5 (7,3)	60-116	207 nids	79,7 (8,9)	57-110	0,834

Nombre d'œufs	Nombre d'œufs par nids	240 nids	10,7 (0,8)	3-20	207 nids	10.0 (0,8)	1-16	0,091
Succès de nidification	Succès moyen (%)	240 nids	82,4 (11,6)	60-98	207 nids	90.9 (5,9)	81-100	0,051
	Succès des premiers nids (%) ³	240 nids	85,3 (13,5)	59-100	207 nids	94,6 (7,8)	80-100	0,602
	Succès des derniers nids (%)	240 nids	79,6 (20,5)	44-100	207 nids	90,6 (10,9)	71-100	0,346
Succès d'éclosion	Succès moyen (%)	2497 œufs ⁴	80,0 (11,6)	54-93	1872 œufs	79,9 (4,6)	70-85,3	0,983
	Succès des premiers nids (%)	2497 œufs	76,3 (14,7)	52-98	1872 œufs	78,0 (10,2)	59-90	0,329
	Succès des derniers nids (%)	2497 œufs	68,5 (15,9)	39-86	1872 œufs	75,7 (8,3)	64-87	0,572
Infertilité	Taux d'infertilité (%)	2497 œufs	7,5 (9,4)	0-30,5	1872 œufs	11,1 (3,2)	5,9-15,6	0,300

¹ Calculé à partir du nombre de nids trouvés (prédatés ou non)

² Calculé à partir du nombre de femelles marquées et non marquées, présentes sur le site de ponte

³ Le succès de nidification et d'éclosion des premiers et derniers nids a été calculé à partir des nids où la date de ponte est connue

⁴ Calculé à partir des nids où le nombre d'œufs a été évalué

ANNEXE 2

Résumé des observations de femelles tortues des bois sur le site de ponte, recueillies de 1996-2014

Femelles tortues des bois observées sur le site de ponte (P.1)																		
numéro de la tortue	1996	1997	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1e		X	X	X		X	X											
2e	X					X		X										
3e	X	X			X													
4e	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5			X	X	X		X											
8e			X				X						X					
9				X														
11			X				X											
12	X		X														X	
14e						X	X	X										
15e										X	X	X	X					
17									X									
19			X		X	X	X											
22			X															
23									X	X		X	X	X				
24			X	X	X	X	X	X										
25e	X	X					X				X		X		X			
27e	X	X	X	X						X						X	X	
28e	X	X	X	X			X	X										
31		X	X		X	X												
32	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
36	X	X	X				X	X		X		X	X	X	X		X	X
38	X	X	X															
40	X	X	X		X			X					X		X			
41				X		X	X	X			X							
42e	X	X	X		X	X					X							
44			X															
46	X																	
47													X					
49		X	X		X								X					
51	X	X	X	X	X	X		X					X					
52	X							X										
56e	X	X	X				X									X		
57									X		X				X	X	X	
59																	X	
61								X	X									
62																	X	
63			X															
64	X	X	X			X												
65	X																	
66e	X	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X		X	X
67		X	X				X			X	X		X	X		X	X	
68	X																	
69	X		X			X												
70?	X	X	X	X	X			X					X					X
71			X										X					
72			X			X									X			
73e	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X				
74e	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X		X				
75	X	X	X											X				X
76	X		X		X								X					
77	X	X																
78e	X	X	X		X		X											
79	X							X					X					
80e	X	X	X				X	X					X					
81	X	X	X	X		X												
82e	X	X	X	X				X										
83e		X	X			X	X											
84e	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X		X	X	X
84m																X		
85	X										X	X	X	X		X	X	
86	X	X				X	X									X		
87	X	X		X		X	X											
88e		X	X	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
90						X												
92			X															
94									X									
97e	X	X	X	X	X	X												
99								X										

Annexe 3

Aperçu du site de pont principal et de la problématique de la colonisation par la végétation. Photos de gauche : D. Masse / Parcs Canada; photos de droite : Mouvement Vert Mauricie

