

**ÉVALUATION DES IMPACTS DES FLUCTUATIONS HYDROLOGIQUES
SUR LES ESPÈCES EN PÉRIL**

TRONÇON FLUVIAL DU SAINT-LAURENT (CORNWALL À TROIS-RIVIÈRES)

Rapport final

par

Sylvain Giguère
Jean Morin
Pierre Laporte
Marc Mingelbier

Rapport présenté à la
Commission mixte internationale
Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent

Environnement Canada
Région du Québec
Service canadien de la faune et Service météorologique du Canada

et

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Direction de la recherche sur la faune

Québec, mars 2005

Pour fins de citation :

Giguère, S., J. Morin, P. Laporte et M. Mingelbier 2005. Évaluation des impacts des fluctuations hydrologiques sur les espèces en péril, tronçon fluvial du Saint-Laurent (Cornwall à Trois-Rivières). Rapport final pour Commission mixte internationale, Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada SCF et SMC et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Québec, mars 2005. 71p. et annexes.

MISE EN CONTEXTE

La Commission mixte internationale (CMI) est un organisme canado américain politiquement neutre qui fut créé en 1909. Les différents mandats de la CMI couvrent à la fois la qualité et les quantités d'eau et sont au nombre de six :

1. Étudier et tenter de résoudre les problèmes concernant les eaux limitrophes et transfrontalières partagées par les deux pays;
2. Approuver certaines utilisations, obstructions ou dérivations des eaux dans le cas où ces activités ont un effet sur les niveaux ou les débits naturels;
3. Assister les deux pays pour la protection de l'environnement dans les régions frontalières;
4. Surveiller et coordonner les activités ou les programmes qui découlent de l'acceptation de ses recommandations;
5. Assurer le respect des modalités prévues dans ses ordonnances d'approbation;
6. Réaliser des études et émettre des recommandations sur des problèmes particuliers le long de la frontière dans le cadre de « renvois ».

La présente étude, mise de l'avant par la CMI, se nomme : Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. Cette étude détaillée, qui s'étale sur une période de six ans (2000 - 2005), a pour mandat d'examiner et d'évaluer les critères actuellement appliqués pour régulariser les niveaux d'eau dans le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. Cette étude a pour missions d'examiner, d'élaborer, d'évaluer et de recommander des mises à jour et des modifications des critères établis en 1956 pour la régularisation des niveaux d'eau et des débits du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, en tenant compte de l'incidence de la fluctuation des niveaux d'eau sur tous les intérêts concernés et de l'évolution des conditions dans le système, y compris les changements climatiques, et ce en conformité avec le *Traité des eaux limitrophes*. Les intérêts concernés ont été regroupés en huit groupes techniques : Hydroélectricité, Processus côtiers, Navigation de plaisance, Hydrologie et Hydraulique, Navigation commerciale, Eau potable, Données communes et Environnement. Le présent travail s'inscrit dans le cadre du groupe de travail technique en Environnement.

EXECUTIVE SUMMARY

In the last year of the International Lake Ontario–St. Lawrence River Study, 14 species at risk were analyzed in order to evaluate the impacts of water level fluctuations in the Lower St. Lawrence. The performance indicators (PI) built to evaluate the effects of these water level fluctuations are based on the potential availability of safe reproduction habitat as modelled with the 2D habitat approach. They have been developed through literature reviews and expert opinions on seven of these 14 species, namely Least Bittern, Yellow Rail, Eastern Spiny Softshell, Northern Map Turtle, Bridle Shiner, Channel Darter and Eastern Sand Darter. The performance indicators disregard important population variables (e.g. productivity, age and sex distribution) and environmental variables (e.g. predation, food availability) that can also influence the reproductive success of these species. For these reasons, the PI values should only be considered as relative measures in the analysis of water regulation plans. Although the other seven species were analyzed, they were not retained for the analysis: They are Western Chorus Frog, American Shad, Copper Redhorse, American Water-willow, Green Dragon, May Apple and Wild Leek.

STUDY AREA

The study area encompasses the aquatic and floodplain habitats located between Cornwall and Trois-Rivières. The performance indicators based on the potential availability of safe reproduction habitat exclude two sectors: Lake St. Francis because of its marginal intra-annual water level fluctuations and the Laprairie Basin because bathymetric maps—an essential tool for evaluating the effects of changing water levels—are not available for this sector.

SPECIES CONSIDERED IN THE ANALYSIS OF WATER REGULATION PLANS

The scientific literature documents the close association between the reproductive periods of the species described below and specific hydrological conditions. These species also show sensitivity to fluctuations in water levels and flows and that is why they have been used to evaluate potential environmental responses to alternative water regulation plans.

Least Bittern (*Ixobrychus exilis*)

Least Bitterns, their residence and critical habitat are protected under the federal *Species at Risk Act*. No critical habitat has been identified in the study area so far. The *North American Bird Conservation Initiative* considers the study area critical to the natural cycle of this bird species.

The information available on the Least Bittern has given rise to a PI that differs somewhat from the indicators for the six other species presented in this section. It represents an index of reproductive potential based on habitat supply, an annual estimate of the number of breeding pairs that use the study area and an annual estimate of nest success rate that is influenced by water level fluctuations.

Link to water levels: Least Bitterns usually construct their nests in emergent vegetation 20 cm to 80 cm above the water surface. Nests are typically located in areas where the water depth ranges from 10 cm to 100 cm. There are three known linkages between

water level fluctuations and Least Bittern reproduction: (1) flood amplitude and minimum flow, recurrence and duration are good indicators of the composition and location of emergent marshes, (2) water level increases can drown eggs and chicks and (3) water level decreases can increase ground predator access to nests.

Temporal validity: The PI is valid from the last week of May until the end of July.

Model information: The carrying capacity model is based on the probability of occurrence of Least Bittern nesting habitat multiplied by a fixed breeding pair density value (0.06 pair / ha). Estimated nesting habitat is based on water depth suitability and probability of occurrence of cattails and other deep marsh vegetation. The nest success rate model uses baseline nest success (in the absence of hydrologic impacts), nest initiation estimates, renesting estimates, nest height and water depth below nest. Estimates of the probability of nest loss owing to water level increases or decreases were derived based on a statistical relationship between the magnitude of the water level change and the probability of nest flooding or stranding.

Validation: Existing data were used for external validation of the potential nesting habitat (41 recorded observations). The rate of correct predictions was 75,6 %. No internal or external validation was performed for the nest success rate.

Confidence rating: The performance indicator allows for an accurate relative comparison of alternative water level and flow regimes for the following: (1) Least Bittern breeding habitat availability and suitability and (2) impacts of water level fluctuations on the nest success rate. This PI has been developed in keeping with the "precautionary principle" using a large number of literature reports pertaining to the region of interest. In addition, the models have been evaluated with the assistance of Least Bittern experts, and the potential nesting habitat model has been validated through independent field data that provide a good match with the characteristics selected.

Yellow Rail (*Coturnicops noveboracensis*)

Canada comprises about 90 % of the world Yellow Rail breeding range. Yellow Rails, their residence and critical habitat are protected under the federal *Species at Risk Act*. No critical habitat has been identified in the study area so far.

Link to water levels: Yellow Rails usually construct their nests in wet meadow vegetation. Nests are typically located on saturated ground or above a few centimeters of water. There are two known linkages between water level fluctuations and Yellow Rail reproduction: (1) flood and minimum flow amplitude, recurrence and duration are good indicators of the composition and location of wet meadows and (2) increases in water levels can drown eggs and chicks.

Temporal validity: The PI is valid from mid-May until the third week of June.

Model information: The potential nesting habitat model is based on the following features: (1) water depth ≤ 0 m and (2) probability of occurrence of wet meadow. The mortality model was applied to remove all portions of the identified potential habitat where the water depth is over 0 m during at least one of the weeks considered.

Validation: There were only two existing observations and they were used for external validation of potential nesting habitat. One was very near (215 m) identified potential habitat while the other was 375 m away.

Confidence rating: The PI allows for a relative comparison of alternative water regulation plans. This PI has been developed in keeping with the “precautionary principle” using the few literature items available on areas within and outside the region of interest. The models have also been reviewed by a Yellow Rail expert, and the potential habitat model has been validated using the few independent field data items that were available. Even if this PI is designed to rank water regulation plans, it should not be considered a key indicator for the following reasons: (1) although some individuals were observed in the study area during the reproduction period, breeding has not been confirmed, (2) few data were available to calibrate the wet meadow models, (3) the external validation observations did not correspond exactly to the areas identified as potential habitat and (4) information gaps made it impossible to weight the different types of wet meadows despite their varying suitability for Yellow Rail.

Northern Map Turtle (*Graptemys geographica*) and Spiny Softshell Turtle (*Apalone spinifera*)

Northern Map Turtles and Spiny Softshell Turtles and their residence and critical habitat are protected under the federal *Species at Risk Act*. No critical habitat has been identified in the study area so far. These turtles are also protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*.

Link to water levels: The Map Turtle and the Spiny Softshell Turtle prefer to lay eggs in areas of low vegetation density characterized by sand or gravel substrates. They usually lay eggs 50 cm to 100 cm above the early June water level. There are three known linkages between water level fluctuations and these turtle species' reproduction: (1) flood amplitude, recurrence and duration are good indicators of the portion of banks/beaches available for egg-laying, (2) flood amplitude, recurrence and duration are good indicators of the composition of the banks/beaches (substratum and vegetation density) and (3) water level increases can drown eggs if they are submerged for more than 48 hours.

Temporal validity: The PI is valid from early June until the end of September.

Model information: The potential nesting habitat model is based on the following features: (1) water depth < 0 m, (2) slope < 30°, (3) vegetation density < 5 % and (4) substratum = sand or gravel. The mortality model was applied to remove all portions of identified potential habitat where the water depth is over 0 m during at least one of the weeks considered.

Validation: A Map Turtle was found at one site during the reproduction period. This site did not correspond to the potential habitat identified through modeling since the shore substratum was not characterized at this specific site. There is no known Spiny Softshell nesting sites in the study area. Giguère visited the potential habitat, which represents

the nesting habitat needs of these species. Several signs of nesting activities were seen but the species involved were not identified.

Confidence rating: The PI allows for an accurate relative comparison of alternative water regulation plans. This PI has been developed in keeping with the “precautionary principle” using a moderate number of literature items available for areas outside the region of interest. Little information was available for the study area. In addition, the potential habitat identified through modeling was visited and found to be representative of the habitat needs of these turtle species.

Bridle Shiner (*Notropis bifrenatus*)

Bridle Shiners, their residence and critical habitat are protected under the federal *Species at Risk Act*. No critical habitat has been identified in the study area so far. Wherever they occur in sufficient numbers, Bridle Shiners presumably constitute key forage fish for a variety of important game fish.

Link to water levels: The Bridle Shiner prefers to spawn in water that is 60 cm to 120 cm deep, in moderate to dense submerged vegetation. The presence of 15 cm to 45 cm of free water above the vegetation is important for reproductive activities. There are two known linkages between water level fluctuations and Bridle Shiner reproduction: (1) flood and minimum flow amplitude, recurrence and duration are good indicators of submerged vegetation composition and density and (2) water level decreases can dry up eggs and larvae.

Temporal validity: The PI is valid from early June until the third week of July.

Model information: The potential spawning and egg development habitat model is based on the following features: (1) clay, silt or sand make up > 10 % of the substrate polygon, (2) current velocity > 0 m/s and < 0.15 m/s, (3) water depth > 0.45 m and < 1.20 m and (4) submerged vegetation density index > 1.5. The mortality model was applied to remove all portions of identified potential habitat where water level drops by more than 0.15 m during at least one of the weeks considered.

Validation: In the study area, there are no known recorded observations of Bridle Shiner during the reproduction period. Considering that this poor swimmer may use habitats for reproduction similar to those observed during the summer, the available summer observations (49) were used to validate the potential habitat model. The rate of correct prediction was 79,7 %.

Confidence rating: The PI allows for an accurate relative comparison of alternative water regulation plans. This PI has been developed in keeping with the “precautionary principle” using a moderate number of literature items available on areas outside, but close to, the region of interest. The potential habitat model has been validated using several independent field data and there is a good match with the characteristics selected.

Channel Darter (*Percina copelandi*)

Channel Darters are protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*.

Link to water levels: The Channel Darter prefers to spawn in water 30 cm to 150 cm deep with current velocities that create a silt-free gravel substrate. There are two known linkages between water level fluctuations and Channel Darter reproduction: (1) local flow velocity is a good indicator of the composition of the river bottom substrate and (2) water level decreases can dry up eggs and larvae.

Temporal validity: The PI is valid from mid-June until the first week of August.

Model information: The potential spawning and egg development habitat model is based on the following features: (1) presence of gravel or pebbles, (2) current velocity > 0.05 m/s and (3) water depth > 0.45 m and < 1.50 m. The mortality model was applied to remove all portions of identified potential habitat where the water depth is less than 0.15 m during at least one of the weeks considered.

Validation: There are only two observations that can be used for external validation of the potential spawning and egg development habitat model. One of them matches the characteristics selected in the modeling effort. The second observation did not provide a match with the current velocity values.

Confidence rating: The PI allows for a relative comparison of alternative water regulation plans. This PI has been developed in keeping with the "precautionary principle" using the few literature items available for areas outside the region of interest. The potential habitat model has been validated using the few independent field data that were available. Even if the PI is designed to rank water regulation plans, it should not be considered a key PI for the following four reasons: (1) the Channel Darter usually spawns in tributaries outside the zone of influence of water regulation and (2) this fish species can use lakeshores when not using tributaries. As well, the PI encompasses potential habitats that are not restricted to shores (3) since waves can also create suitable substrate conditions. Perhaps it would have been more appropriate to use the energy above the substratum parameter instead of mean current velocity. Finally, (4) the substratum map used to determine the location of suitable substratum has a relatively coarse resolution.

Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*)

Eastern Sand Darters, their residence and critical habitat are protected under the federal *Species at Risk Act*. No critical habitat has been identified in the study area so far.

Link to water levels: The Sand Darter prefers to spawn in water that is 15 cm to 120 cm deep with current velocities less than 0.2 m/s that create silt-free sandy bottoms. There are two known linkages between water level fluctuations and Sand Darter reproduction: (1) local flow velocity is a good indicator of the composition of the river bottom substrate and (2) water level decreases can dry up eggs and larvae.

Temporal validity: The PI is valid from the second week of June until the third week of July.

Model information: The potential spawning and egg development habitat model is based on the following features: (1) presence of sand > 70 % in the substrate polygon, (2) current velocity > 0 m/s and < 0.2 m/s, and (3) water depth > 0.15 m and < 1.20 m. The mortality model was applied to remove all portions of identified potential habitat where the water depth is less than 0.1 m during at least one of the weeks considered.

Validation: In the study area, there are no known recorded observations of Sand Darters during the reproduction period. Considering that this poor swimmer may use habitats for reproduction that are similar to those observed during the summer, the available summer observations were used to validate the potential habitat model. Four historically reported sites (no precise locations) seem to match the habitat characteristics used in the modeling effort. Five other precise observations are also available but did not match the characteristics selected.

Confidence rating: The PI allows for a relative comparison of alternative water regulation plans. This PI has been developed in keeping with the “precautionary principle” using a moderate number of literature items available on areas outside the region of interest. The potential habitat model has been validated with independent data. Some of the data, i.e. general descriptions, provided a good match with the selected characteristics, whereas other, precise observations did not correspond well to the identified areas. The substratum map is responsible for this poor validation score. Whereas substrate composition takes in large polygons several km² in size, the sand darter can use very small patches of sand for spawning. This explains why not all suitable microhabitats comprised in the large polygons were captured in the modeling effort. However, the five observations came from a survey in which habitats predicted to provide a good match were not sampled. Therefore, these areas may be good reproduction/living habitats. Despite the coarse resolution of the substratum map used, the model can be used to rank water regulation plans.

OTHER SPECIES

Seven other species at risk were analyzed but not retained for the analysis of water regulation plans. These species are Western Chorus Frog, Copper Redhorse, American Shad, Wild Leek, Green Dragon, American Water-willow and May Apple.

Western Chorus Frog (*Pseudacris triseriata triseriata*)

Western Chorus Frogs are protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*.

One population of Western Chorus Frog is known in the study area. This population is located in the Boucherville Islands area. According to the digital elevation model, this occurrence is located 10.30 m above mean sea level (MSL). For an extreme discharge of 20 500 m³/s (Varenes gauge station), the water level should reach 9.06 m above MSL. This extreme discharge is approximately equivalent to a 7 000-year flood. Since this is an unlikely situation, this species is no longer being evaluated.

Copper Redhorse (*Moxostoma hubsii*)

Copper Redhorse individuals are protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*.

A PI was initiated in 2003 to evaluate the impact of changing water levels on the reproduction habitat of this species. Between spring and autumn 2004, a telemetry project was carried out on 20 adult Copper Redhorse found in the St. Lawrence River and the Richelieu River. The results indicated that all of the individuals in the St. Lawrence River migrated to the Richelieu River for the spawning period. These telemetry results, combined with the fact that no spawning ground has ever been documented in the St. Lawrence, led to this PI being eliminated from the analysis of water regulation plans.

American Shad (*Alosa sapidissima*)

American Shad have been protected since September 2003 under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*.

The most critical life stages for American Shad are the eggs, larvae and juveniles, which occur between late June and September in the study area. The scientific literature identifies water temperature, dissolved oxygen content and current velocity as important parameters for the survival of these life stages. Since summer water temperatures and dissolved oxygen content cannot be modeled at present, it is not possible to conduct a relevant assessment of the effect of water level fluctuations on this species.

Wild Leek (*Allium tricoccum*)

Wild Leek is protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*. The *Regulation respecting threatened or vulnerable plant species and their habitats* does not protect any habitat in the study area.

One Wild Leek population is known in the study area. This population is located on Île aux Prunes. According to the digital elevation model, this occurrence is located about 8.75 m above MSL. Even with an extreme discharge of 20 500 m³/s (Sorel gauge station), this population would not be directly affected by the St. Lawrence River. This extreme discharge is approximately equivalent to a 7 000-year flood. Since this is an unlikely situation, this species is no longer being evaluated.

Green Dragon (*Arisaema dracontium*)

Green Dragon is protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*. The *Regulation respecting threatened or vulnerable plant species and their habitats* also protects four sites in the study area, which are located on the following islands: Île Bouchard, Île Marie, Grande-Île and Île Beauregard.

All but one of the Québec Green Dragon populations are located in the study area (23/24). The scientific literature shows that water level fluctuations are essential to Green Dragon survival. Water regulation is known to have adverse effects. A habitat model was initiated in 2003 to evaluate the effects of water level fluctuations on this species. The PI has not been completed since essential data are unavailable. Indeed, the

flood and minimum flow amplitude, the recurrence and the duration above and below which there may be adverse effects are not known.

American Water-willow (*Justicia americana*)

American Water-willow and its critical habitat are protected under the federal *Species at Risk Act*. No critical habitat has been identified in the study area so far. The plants are also protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*. The *Regulation respecting threatened or vulnerable plant species and their habitats* protects "Île Rock", an island that harbours the only population in the study area.

The scientific literature indicates that this typical floodplain herb species can use a broad spectrum of habitats and hydrological conditions. For example, American Water-willow can be found on wet soils or in water 2 m deep, in slow moving water or in running water, etc. A habitat model using those characteristics would identify an enormous area of suitable habitat, which is not a realistic situation for this species (three known populations in the province of Québec). From an analysis of the available information, it was concluded that the hydrological conditions in the St. Lawrence River are not a limiting factor for American Water-willow.

May Apple (*Podophyllum peltatum*)

May Apple is protected under the provincial *Act respecting threatened or vulnerable species*. The *Regulation respecting threatened or vulnerable plant species and their habitats* does not protect any habitat in the study area.

The scientific literature shows that the May Apple is associated mainly with upland forests. This plant species sometimes occurs in treed swamp. Only one population of May Apple is present in the study area. This population is located in Lake St. Francis, which is not considered in the present study because of its marginal water level fluctuations. As a result, a specific PI has not been developed for May Apple.

THE ANALYSIS OF WATER REGULATION PLANS

Since all regulation plans and water supply scenarios are not available in their final form, analysis and selection of best plan have to be considered as preliminary results only. A new analysis should be performed with all final plans and supply series. Four Key PI (Least Bittern, Map Turtle and Spiny Softshell Turtle, Bridle Shiner, Sand Darter) have been used for performance estimation of available regulation plans (A to E and 1958DD) and water supply scenario (Historical, S1 to S4). The regulation plan A is the only one that produces significant adverse effects to the Sand Darter, under the S4 water supply series. Under the same time series, the plan A is also strongly suspected to bring adverse effects to Map Turtle and Spiny Softshell Turtle. At this point, the regulation plan D seems to be the more suitable to the considered species at risk and the actual 1958DD plan seems to be the worst.

IJC OBLIGATIONS IN RELATION TO SPECIES AT RISK LEGISLATION

The *International Joint Commission Immunity Order* stipulates that: "*The Organization shall have in Canada, to such extent as may be required for the performance of its functions, immunity from every form of legal process....*"

COLLABORATEURS

Bien qu'elles ne soient pas identifiées parmi les auteurs, les personnes suivantes ont largement contribué au présent travail : Olivier Champoux (SMC), Sylvain Martin (SMC), Bruno Drolet (SCF), Joel Ingram (SCF Ontario), Jean-Luc Desgranges (SCF), Katrine Turgeon (SMC) et Daniel Rioux (SMC).

REMERCIEMENTS

Un merci spécial à Carmen Joseph, qui a su dénicher aux quatre coins de la planète et du temps les nombreuses références utilisées dans le présent travail.

Notre gratification va aussi aux personnes suivantes, qui de près ou de loin ont su augmenter la qualité de cet ouvrage : Denis Lehoux (SCF, principes et idées), François Shaffer (SCF, petit blongios et BDOMQ), Benoît Jobin (SCF, petit blongios), Michel Robert (SCF, rôle jaune), Jacques Jutras (MRNF, tortues), Patrick Galois (tortues), Martine Benoît (SCF, SIG), Christiane Hudon (CSL, végétation), Heidi Bogner (New York State DEC, petit blongios), Leslie Leckvarcik (Penn State University, méné d'herbe), William Lellis (University of Maryland, méné d'herbe), Réjean Dumas (MRNF, chevalier cuivré et rainette faux-grillon de l'Ouest), Nathalie Tessier (Université de Montréal, tortues), Daniel Hatin (FAPAQ, chevalier cuivré), Josée Tardif (SCF, CDPNQ), Gildo Lavoie (MENV, CDPNQ), Douglas E. Facey (Saint Michael's College – Vermont, fouille-roche gris et dard de sable), David Rodrigue (Société d'Histoire Naturelle de la Vallée du Saint-Laurent, rainette faux-grillon de l'Ouest et tortues), Alain Armellin (CSL, rainette faux-grillon de l'Ouest), Alain Desrosiers (MRNF, tortues), Claude Daigle (MRNF, tortues), Caroline Savage (CSL, arisème dragon), Pierre Dumont (MRNF, chevalier cuivré), Martin Jean (CSL, arisème dragon), Nathalie Laviolette (MRNF, poissons).

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
2 LE MATÉRIEL ET LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉS	3
2.1 Le secteur à l'étude	3
2.2 Les espèces sélectionnées.....	5
2.3 Le développement des indicateurs de performance	5
2.3.1 La grille MIRE, le modèle numérique de terrain et les champs de variables utilisés pour la modélisation 2D	5
2.3.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible en période de reproduction	8
2.3.3 La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation	12
2.4 L'analyse des plans de régularisation	15
3 LES ESPÈCES EN PÉRIL CONSIDÉRÉES	16
3.1 Le Petit Blongios (<i>Ixobrychus exilis</i>).....	17
3.1.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du petit blongios	17
3.1.2 L'indice du potentiel de reproduction.....	17
3.2 Le Rôle jaune (<i>Coturnicops noveboracensis</i>)	23
3.2.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du rôle jaune.....	23
3.2.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction	23
3.3 La Tortue géographique (<i>Graptemys geographica</i>) et la Tortue-molle à épines (<i>Apalone spinifera</i>)	29
3.3.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines	29
3.3.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la ponte et l'incubation des oeufs.....	30
3.4 Le Dard de sable (<i>Ammocrypta pellucida</i>).....	34
3.4.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du dard de sable.....	34
3.4.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction.....	34
3.5 Le Fouille-roche gris (<i>Percina copelandi</i>)	40
3.5.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du fouille-roche gris	40
3.5.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction.....	40
3.5.3 La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation	45
3.6 Le Méné d'herbe (<i>Notropis bifrenatus</i>)	48
3.6.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du méné d'herbe	48
3.6.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction	48
3.6.3 La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation	52
3.7 Les autres espèces	56
3.7.1 La Rainette faux-grillon de l'Ouest (<i>Pseudacris triseriata triseriata</i>)	56
3.7.2 L'Alose savoureuse (<i>Alosa sapidissima</i>)	57
3.7.3 Le Chevalier cuivré (<i>Moxostoma hubsi</i>)	58
3.7.4 L'Ail des bois (<i>Allium tricoccum</i>)	59
3.7.5 L'Arisème dragon (<i>Arisaema dracontium</i>)	60

3.7.6	La Carmantine d'Amérique (<i>Justicia americana</i>)	63
3.7.7	Le Podophylle pelté (<i>Podophyllum peltatum</i>)	64
4	L'ANALYSE DES PLANS DE RÉGULARISATION	65
	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	70
	RÉFÉRENCES	72

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 :	Les principales masses d'eau dans le secteur de Montréal	3
Figure 2.2 :	Le secteur à l'étude	4
Figure 2.3 :	Le concept d'habitat potentiel sécuritaire dans la région des Îles de la Paix	9
Figure 3.1 :	L'indice de qualité de la profondeur de l'eau pour le petit blongios.	19
Figure 3.2 :	La validation du modèle d'habitat potentiel de reproduction du petit blongios en 1995.....	21
Figure 3.3 :	La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du râle jaune en 1999	27
Figure 3.4 :	La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines en 1994	32
Figure 3.5 :	La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du dard de sable pour la saison estivale de 2002.....	38
Figure 3.6 :	La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du fouille-roche gris en 1999	43
Figure 3.7 :	La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du méné d'herbe pour un débit estival de 8 000 m ³ /s	51
Figure 3.6 :	La validation du modèle d'habitat potentiel préliminaire de l'arisème dragon en 2000.....	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 :	Les variables d'habitat utilisées pour chaque espèce et leur provenance	11
Tableau 2.2 :	Les sources de validation utilisées pour les modèles d'habitat potentiel sécuritaire	12
Tableau 2.3 :	Les variables d'habitat utilisées et leur provenance	13
Tableau 3.1 :	Le résumé des travaux effectués sur les espèces en péril considérées.....	16
Tableau 3.2 :	Les résultats de l'analyse univariée entre l'occurrence du fouille-roche gris et les variables d'habitat.....	45
Tableau 3.3 :	Les résultats de l'analyse multivariée entre l'occurrence du fouille-roche gris et les variables d'habitat significatives suite à l'analyse univariée.....	46
Tableau 3.4 :	Les résultats de l'analyse univariée entre l'occurrence du méné d'herbe et les variables d'habitat.	53
Tableau 3.5 :	Les résultats de l'analyse multivariée entre l'occurrence du méné d'herbe et les variables d'habitat significatives suite à l'analyse univariée.....	54
Tableau 4.1 :	L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour le petit blongios.....	66
Tableau 4.2 :	L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour la tortue géographique et la tortue-molle à épines.....	66
Tableau 4.3 :	L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour le dard de sable.....	67
Tableau 4.4 :	L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour le méné d'herbe.....	67
Tableau 4.5 :	Le classement des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour les « IP clefs », en utilisant la moyenne (M) et le premier quartile (Q1).	68
Tableau 4.6 :	Le classement des plans de régularisation pour l'ensemble des séries temporelles.....	69

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1:	Les informations recueillies de la littérature sur le Petit Blongios.....	80
Annexe 2:	Les informations recueillies de la littérature sur le Râle jaune	94
Annexe 3:	Les informations recueillies de la littérature sur la Tortue géographique	101
Annexe 4:	Les informations recueillies de la littérature sur la Tortue-molle à épines.....	111
Annexe 5:	Les informations recueillies de la littérature sur le Chevalier cuivré	123
Annexe 6:	Les informations recueillies de la littérature sur le Dard de sable	127
Annexe 7:	Les informations recueillies de la littérature sur le Fouille-roche gris	140
Annexe 8:	Les informations recueillies de la littérature sur le Méné d'herbe.....	149
Annexe 9:	Les informations recueillies de la littérature sur l'Ail des bois	162
Annexe 10:	Les informations recueillies de la littérature sur l'Arisème dragon	165
Annexe 11:	Les informations recueillies de la littérature sur la Carmantine d'Amérique	172
Annexe 12:	Les informations recueillies de la littérature sur le Podophylle pelté	176
Annexe 13:	Les résultats des séries temporelles utilisés pour déterminer si les différences entre les plans de régularisation sont significatives.....	179
Annexe 14:	Le Décret sur l'immunité de la Commission conjointe internationale.....	187

INTRODUCTION

Les habitats aquatiques, les habitats riverains et les milieux humides qui constituent le tronçon fluvial du Saint-Laurent supportent une diversité biologique élevée. Les espèces fauniques et floristiques qui utilisent ces habitats ont à faire face aux fluctuations de niveau d'eau, qu'elles soient de nature anthropique ou naturelle. Parmi les espèces présentes, plusieurs sont actuellement considérées comme des priorités de conservation par les autorités gouvernementales. Malgré l'importance de ces espèces, il existe très peu d'études détaillées qui quantifient ce type d'interaction sur des aussi gros systèmes hydrographiques que celui du Saint-Laurent et du lac Ontario. Spécifiquement pour le Saint-Laurent, ce type d'étude est inexistant. Par contre, plusieurs observations intéressantes entre les espèces en péril concernées et l'hydrologie sont disponibles dans la littérature canadienne et américaine (Winn, 1953 ; Weller, 1961 ; Ewert, 1979 ; Mossman *et al.*, 1987 ; Ziebell, 1990 ; Post et Seals, 1993 ; Bookhout, 1995 ; Doody, 1995 ; Robert et Laporte, 1996 ; Graham et Graham, 1997 ; Post, 1998 ; Dickerson *et al.*, 1999 ; Vachon, 1999 ; Yang *et al.*, 1999 ; Bogner et Baldassarre, 2002 ; O'Brien et Facey, 2003). Étant donné l'importance écologique des espèces en péril, la connaissance de tels impacts s'avère de tout premier ordre dans l'exercice que mène la CMI pour améliorer la gestion des niveaux d'eau du lac Ontario et du Saint-Laurent fluvial.

Des dispositions législatives provinciales et fédérales accordent une protection à certaines espèces ainsi qu'à leurs habitats. Des précisions concernant l'implication de ces lois sont apportées pour les espèces considérées. Au niveau fédéral, le *Décret sur l'immunité de la Commission mixte internationale* accorde à la CMI l'immunité de juridiction (annexe 14). Une modification au décret entrée en vigueur le 29 janvier 1987 accorde également cette immunité aux commissaires, aux membres du personnel et aux experts qui accomplissent des missions pour la CMI. Ces derniers jouissent au Canada, dans la mesure où ils peuvent en avoir besoin pour l'exercice de leurs fonctions, de l'immunité de juridiction, en ce qui concerne les paroles ou les écrits émanant d'eux dans l'accomplissement de leurs fonctions, sauf dans la mesure où ils y ont expressément renoncés.

L'objectif principal de ce travail est de créer un outil qui permette d'évaluer les impacts qu'ont les différents plans de régularisation proposés par la CMI sur les espèces en péril. Puisque les données quantitatives qui proviennent du secteur d'étude sont insuffisantes pour développer des méthodes statistiques, l'outil de comparaison développé se base sur la connaissance répertoriée dans la littérature ainsi que celle de certains experts. Pour des considérations écologiques et pratiques, il a été décidé de travailler sur l'habitat de reproduction. Les périodes de reproduction, les paramètres et les valeurs préférentiels d'habitat et les risques que des fluctuations de niveaux d'eau causent la mort des jeunes stades de vie (p. ex. œufs) sont été les informations utilisées pour bâtir les modèles d'habitat potentiel sécuritaire. Ces modèles bidimensionnels, une fois calibrés et validés, permettent de quantifier la disponibilité des habitats préférentiels en fonction de différentes conditions hydrologiques. Étant donné la source des données utilisées et la précarité des espèces étudiées, un principe de précaution a été utilisé dans la conception de ces modèles. Il est possible et même probable que ces modèles ne reflètent pas l'exacte réalité mais puisque les résultats sont utilisés de façon relative, une réplique exacte de la réalité n'est pas forcément nécessaire. Une des prémisses de l'Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (l'Étude) est que le

choix d'un plan de régularisation ne peut être pire pour l'environnement que le plan actuel (1958DD), il est donc possible d'utiliser ce plan de régularisation comme base comparative et ainsi faire des choix judicieux.

Malgré les informations rarissimes pour certaines espèces, il a été possible de développer un outil de comparaison efficace pour la plupart des espèces en péril qui sont sous l'influence des niveaux d'eau du Saint-Laurent fluvial. Pour certaines espèces comme le méné d'herbe et le fouille-roche gris, les données disponibles ont même permis d'amorcer des modèles d'habitat pour la période d'alimentation et de croissance. Par contre, certaines espèces présentes dans l'aire d'étude et qui sont très sensibles aux fluctuations de niveaux d'eau n'ont pas été évaluées étant donné le manque d'information (p. ex. arisème dragon) ou leur statut de précarité qui ne leur accorde pas de protection légale (p. ex. brochet vermiculé).

2 LE MATÉRIEL ET LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉS

Le présent chapitre permet au lecteur d'obtenir les informations relatives au matériel et à la méthodologie sur lesquels ce travail se base.

2.1 Le secteur à l'étude

Puisque ce travail s'inscrit dans une démarche de la CMI, seules les eaux du Saint-Laurent fluvial qui sont sous l'influence des ouvrages de régularisation gérés par cette dernière sont prisent en compte. Ainsi, le lac des Deux Montagnes, la rivière des Mille Îles et la rivière des Prairies ne sont pas étudiés puisqu'ils sont sous l'influence de la rivière des Outaouais, qui est gérée par la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais (figure 2.1).

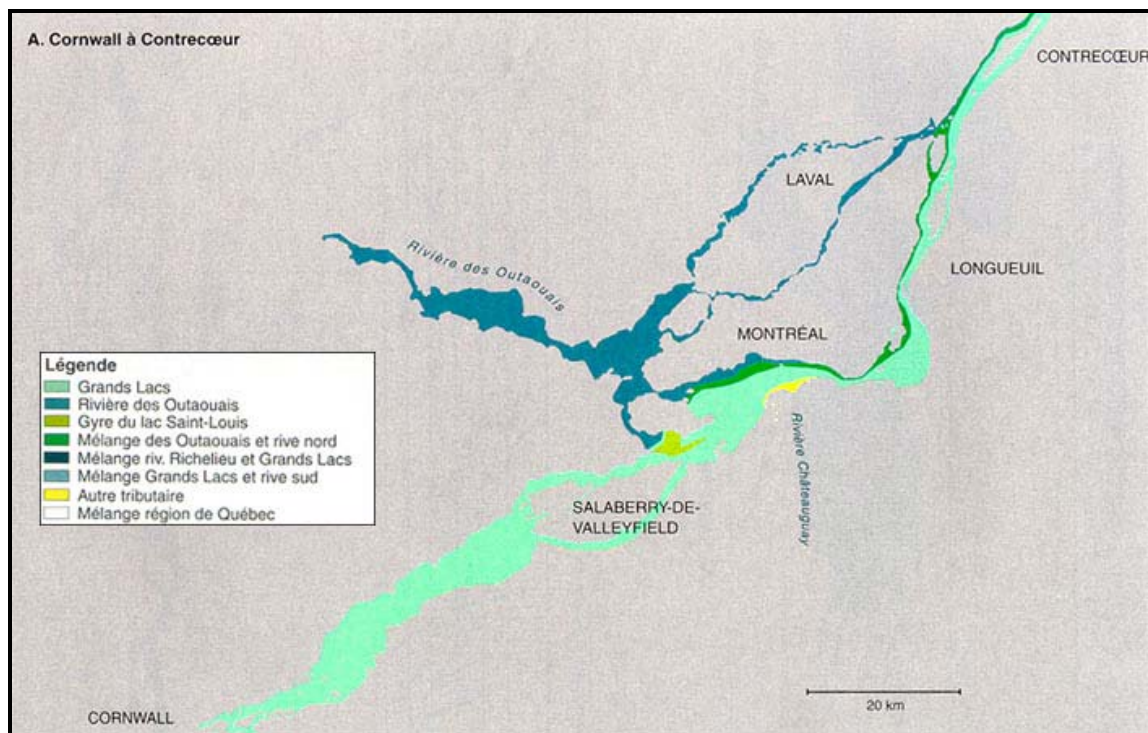


Figure 2.1 : Les principales masses d'eau dans le secteur de Montréal (tirée de Centre Saint-Laurent, 1996)

Le secteur à l'étude ne comprend pas la totalité du territoire baigné par les eaux provenant du lac Ontario (figure 2.2). En effet, le lac Saint-François et le bassin de Laprairie ne sont pas tenus en compte. Le lac Saint-François est hautement régulisé et la variation maximale des niveaux d'eau atteint environ 15 cm à l'intérieur d'une année. Puisque les fluctuations y sont négligeables, ce plan d'eau est considéré comme une constante dans le cadre de la présente étude. Concernant le bassin de Laprairie, des contraintes d'ordre technique font en sorte que ce secteur n'est pas tenu en compte. Puisque le bassin n'est pas emprunté par la navigation commerciale, les cartes de bathymétrie ne sont pas à jour et n'offrent pas une précision suffisante pour permettre de quantifier adéquatement les impacts des fluctuations de niveaux d'eau sur les espèces en péril. Pour augmenter la précision des indicateurs de performance (IP), la zone d'étude a été divisée en quatre régions : (1) le lac Saint-Louis, (2) le tronçon fluvial entre Montréal et Sorel, (3) les îles de Sorel et (4) le lac Saint-Pierre (Morin et al., 2005).

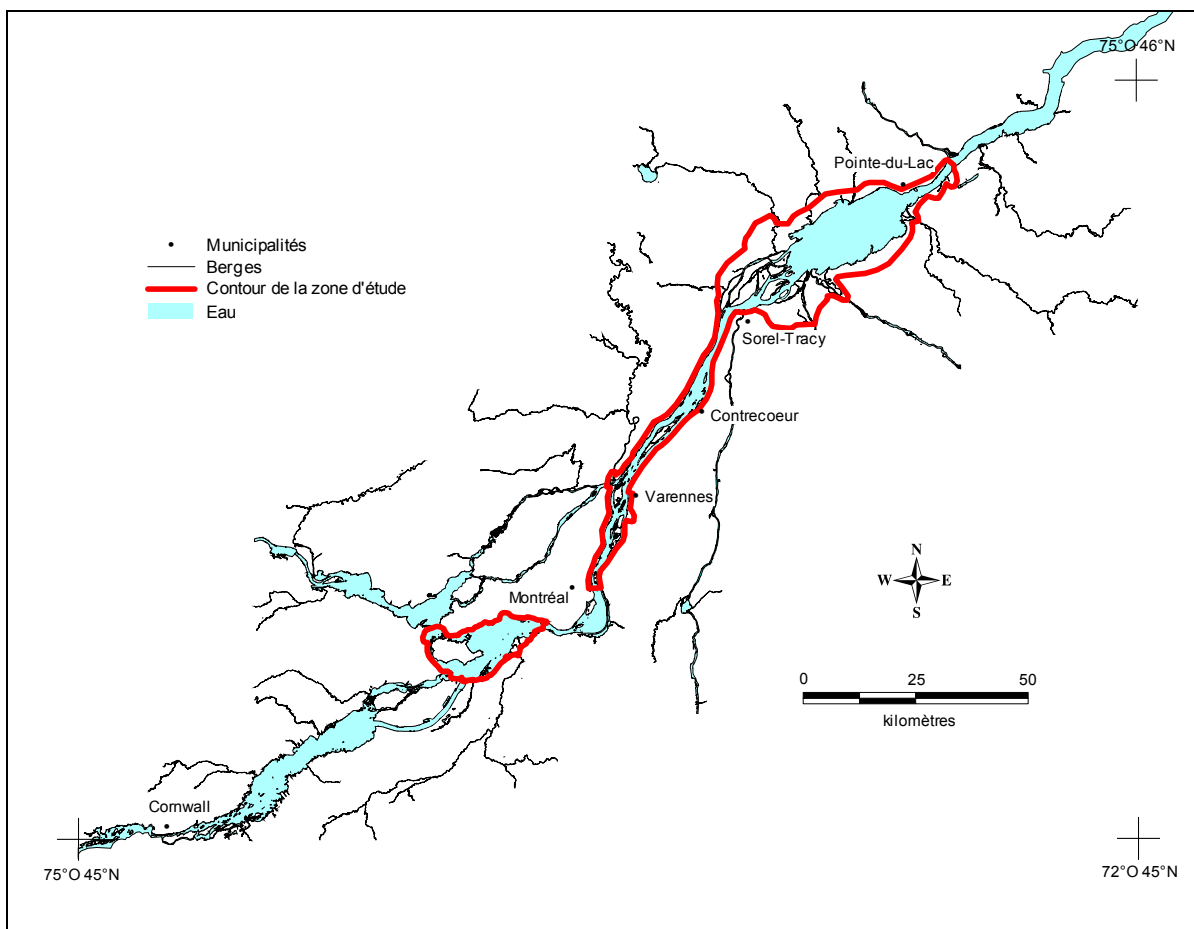


Figure 2.2 : Le secteur à l'étude

2.2 Les espèces sélectionnées

Suite aux travaux effectués en 2002-2003, quatorze espèces en péril sont considérées comme particulièrement sensibles à la régularisation des débits et des niveaux d'eau du Saint-Laurent fluvial : (1) petit blongios (*Ixobrychus exilis*), (2) râle jaune (*Coturnicops noveboracensis*), (3) tortue géographique (*Graptemys geographica*), (4) tortue-molle à épines (*Apalone spinifera*), (5) rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata triseriata*), (6) alose savoureuse (*Alosa sapidissima*), (7) chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), (8) dard de sable (*Ammocrypta pellucida*), (9) fouille-roche gris (*Percina copelandi*), (10) méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*), (11) ail des bois (*Allium tricoccum*), (12) arisème dragon (*Arisaema dracontium*), (13) carmantine d'Amérique (*Justicia americana*) et (14) podophylle pelté (*Podophyllum peltatum*).

Ces espèces ont été sélectionnées puisqu'elles répondent aux trois critères suivants :

- 1) elles utilisent la plaine d'inondation ou les habitats aquatiques du Saint-Laurent durant au moins une partie de leur cycle vital ;
- 2) elles ont été répertoriées dans le secteur d'étude depuis 1990 ;
- 3) elles ont un statut de protection légale au niveau provincial (Menacée ou Vulnérable) et/ou fédéral (annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*).

Pour plus de détails sur la sélection de ces espèces, se référer à Giguère et Laporte (2003).

2.3 Le développement des indicateurs de performance

Deux types d'indicateurs de performance (IP) ont été développés afin d'évaluer les impacts des fluctuations de niveaux d'eau sur les espèces en péril :

1. La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible en période de reproduction;
2. La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation

La modélisation bidimensionnelle (2D) de l'habitat a été l'outil privilégié afin de créer ces IP. Les IP sont calculés à partir des niveaux d'eau mesurés à la station de jaugeage de Sorel.

2.3.1 La grille MIRE, le modèle numérique de terrain et les champs de variables utilisés pour la modélisation 2D

Les modèles d'habitat 2D ont été produits à l'aide d'un système de modélisation relativement complexe qui est détaillé dans Morin *et al.* (2005). Un bref résumé est présenté dans cette section.

L'approche privilégiée pour la modélisation bidimensionnelle retient le nœud comme support local de l'information et de la connaissance intégrée. Les données sont intégrées à l'aide d'une grille de haute densité : la grille MIRE. La grille MIRE (modèle intégré de réponses de l'écosystème) est un support nodal intégré à une base de données géoréférencées : la géobase de données (GBD). Cette dernière a été construite afin de supporter toutes les données environnementales mesurées ou simulées ainsi que les

modèles biologiques intégrés. La résolution spatiale de la grille a été modulée en fonction du besoin de précision de l'habitat du vivant, qui est fortement conditionné par la topographie. Dans la partie supérieure de la plaine inondable, la grille possède une résolution entre 20 m et 80 m alors qu'elle est de 160 m dans le lit principal. Dans l'ensemble des secteurs pris en considération (section 2.1) la grille MIRE contient 124 121 nœuds pour lesquels toutes les variables physiques et biologiques sont connues. Grâce à la grille MIRE, les données géoréférencées utilisées dans plusieurs applications et dans la modélisation des habitats peuvent être intégrées et gérées dans des bases de données (GBD). Les modèles d'habitat peuvent être appliqués de manière très efficace dans un environnement de GBD lorsque toutes les variables explicatives fondamentales ont été correctement intégrées. La méthode de production des modèles biologiques est la suivante : les stations ou sites d'observation (géoréférencés) des espèces qui servent à la calibration des modèles d'habitat sont implantés dans la GBD et les variables explicatives, identifiées préalablement, sont assignées (variables mesurées) ou simulées pour la période qui correspond à la période d'observation à chacune des stations. Des analyses statistiques sont effectuées afin de déterminer les liens entre les variables de contrôle qui sont significatives et l'occurrence d'une espèce. Dans le cas où les données sont trop peu nombreuses, une approche de modèle d'indice de la qualité de l'habitat (IQH) est utilisée. Les modèles prédictifs sont réimplantés dans la GBD, les calculs d'habitats sont produits par les fonctions et les procédures de la GBD et les résultats sont projetés sur la grille MIRE pour la validation et l'analyse.

2.3.1.1 Les couches d'informations mesurées

LA TOPOGRAPHIE

Le modèle numérique de terrain a été construit à partir de nombreuses sources. Les sondages de base du lit principal du fleuve ont été mesurés par le Service Hydrographique du Canada (SHC) en format numérique ou papier. Les zones peu profondes, exclues du mandat du SHC, ont été mesurées à l'aide d'échosondeurs au cours de plusieurs campagnes de terrain printanières. La topographie de la plaine inondable étudiée a été obtenue en 2001 grâce à un laser aéroporté (LIDAR) effectué en 2001. La base de données de bathymétrie du lit principal contient 1 point tous les 30 m pour un total de ~1,1 million de points (SHC) et 800 000 points dans les zones peu profondes, tandis que la plaine inondable est représentée par 320 millions de points (1 point au 3 m). Le modèle numérique de terrain a une précision verticale de près de 15 cm et une précision horizontale d'environ 2 m.

LE SUBSTRAT

La distribution spatiale des substrats est une donnée fondamentale qui doit être connue sur l'ensemble du domaine puisque la friction induite par les différents substrats influence la distribution des courants dans le fleuve. Le type de substrat a aussi été utilisé comme variable explicative dans plusieurs modèles d'habitat. La carte utilisée est un assemblage de toutes les données de granulométries disponibles de la littérature et de mesures réalisées durant l'Étude. La précision varie selon les secteurs.

LES PLANTES AQUATIQUES

La végétation submergée joue un rôle majeur dans la distribution spatiale des courants et des masses d'eau dans l'ensemble du fleuve Saint-Laurent. Tout au long de la saison de croissance, la taille et la composition des plantes aquatiques ont un effet sur l'hydrologie. L'intégration des plantes aquatiques dans le modèle hydrodynamique (section 2.3.1.2) est essentielle à la justesse des simulations des champs de vitesse pour les conditions estivales. La carte des plantes aquatiques a été effectuée sur plusieurs années au maximum de la saison de croissance, à l'aide d'échosondages et d'observations à la caméra sous-marine. Les données ayant servi à l'élaboration des cartes de plantes aquatiques ont aussi été utilisées pour la calibration et la validation des modèles 2D de plantes submergées.

LA VÉGÉTATION ÉMERGENTE

Dans la plaine inondable, la résistance à l'écoulement est principalement associée à la végétation des milieux humides. Son intégration dans le modèle hydrodynamique (section 2.3.1.2) est essentielle à la bonne représentation de l'écoulement en période de débit très élevé. Au total, plus de 6 000 polygones disponibles sur des cartes de haute précision qui ont été produites dans les années 1980 ont été numérisés et leur contenu validé. L'information disponible sur les cartes de bases a également été utilisée pour la calibration et la validation des modèles prédictifs des grandes classes de milieux humides.

2.3.1.2 Les couches d'informations simulées (2D)

LE MODÈLE HYDRODYNAMIQUE

Le courant est une composante fondamentale du système fluvial du Saint-Laurent, et la connaissance de sa distribution spatiale est primordiale pour l'établissement des modèles d'habitat. Les simulations hydrodynamiques ont été effectuées avec HYDROSIM. Ce modèle 2D résout les équations de Saint-Venant (flux formulation) en utilisant une méthode de résolution itérative Euler-GMRES sur une grille aux éléments finis. La région à l'étude a été divisée en trois secteurs afin de réduire les temps de calcul. Le domaine de simulation total est représenté par un maillage de 244 525 nœuds et 119 017 éléments où la topographie, le frottement du substrat et des plantes aquatiques sont connus.

LE MODÈLE DE VAGUES NATURELLES

Les vagues jouent un rôle significatif dans le système fluvial du Saint-Laurent, spécialement au lac Saint-Pierre. Les vagues générées par le vent ont un impact sur plusieurs phénomènes physiques et biologiques, tels que l'érosion des rives et la distribution spatiale des macrophytes et des plantes émergentes. Pour chacun des quatre secteurs hydrodynamiques étudiés, les calculs de vagues générées par le vent ont été réalisés à l'aide du modèle HISWA (Hindcast Shallow Water Waves). Des simulations ont été réalisées en fonction des intensités et des directions du vent et de divers scénarios de débits. La densité spatiale de la grille de calcul varie entre 25 m et 50 m. L'étude des vagues couvre un total de 1,9 million de cellules, générées par 2 028

simulations. L'intégration de l'ensemble des données sur les vagues prend la forme d'un pourcentage d'occurrence lié à la probabilité d'une direction du vent sur une saison complète pour chaque point de la grille.

LES MODÈLES DE TRANSPORT-DIFFUSION

Les masses d'eau sont une caractéristique importante de la spécificité du Saint-Laurent. On retrouve dans le Saint-Laurent des masses d'eau provenant de plusieurs tributaires qui ne se mélangent pas et qui s'écoulent en parallèle sur de grandes distances. Ces masses d'eau se traduisent par exemple par une pénétration de la lumière qui est variable dans l'espace. Les modèles de transport-diffusion ont permis de produire des variables qui jouent un rôle significatif pour les plantes submergées et pour plusieurs espèces de poissons. Plusieurs scénarios ont été simulés avec DISPERSIM à l'aide des résultats hydrodynamiques validés. Dans le cadre de l'Étude, un modèle de transport-diffusion (élément conservatif) a été utilisé pour les estimations de lumière au fond et des modèles tenant compte de la sédimentation des particules fines ont été utilisés pour les modèles prédictifs de plantes aquatiques. La calibration et la validation de la diffusivité ont été effectuées à l'aide d'image-satellites et des simulations correspondant aux jours de l'acquisition.

2.3.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible en période de reproduction

Deux raisons expliquent le choix de travailler avec le concept d'habitat « potentiel ». D'abord, les habitats du Saint-Laurent qui sont véritablement utilisés par les espèces en péril ne sont que peu documentés et ne sont pas jugés exhaustifs. Ensuite, les habitats utilisés sont dynamiques dans l'espace en fonction du temps et ils se déplacent en fonction des niveaux d'eau et d'autres caractéristiques de l'environnement. Par exemple, les milieux humides se déplacent vers le lit principal ou vers le haut de la plaine inondable en fonction des niveaux d'eau observés depuis un certain nombre d'années. Le concept d'habitat potentiel reste tout à fait apte à répondre aux exigences de la CMI puisqu'il permet de comparer, sur une base relative (1958DD), la performance des différents plans de régularisation proposés.

Afin d'évaluer plus précisément l'effet des fluctuations des niveaux d'eau sur les espèces en péril, le concept d'habitat potentiel est raffiné de façon à déterminer la proportion de l'habitat potentiel qui est sécuritaire en période de reproduction. Le terme « sécuritaire » prend ici une signification strictement liée aux fluctuations des niveaux d'eau. Par exemple, l'habitat potentiel de la tortue géographique pour la période d'incubation des œufs correspond aux berges dénudées de végétation qui sont composées de substrats graveleux ou sableux. Les secteurs qui correspondent à ces caractéristiques mais qui sont inondés pendant la période d'incubation des œufs (ce qui noierait les embryons) sont retranchés afin d'obtenir l'habitat potentiel sécuritaire (figure 2.3).

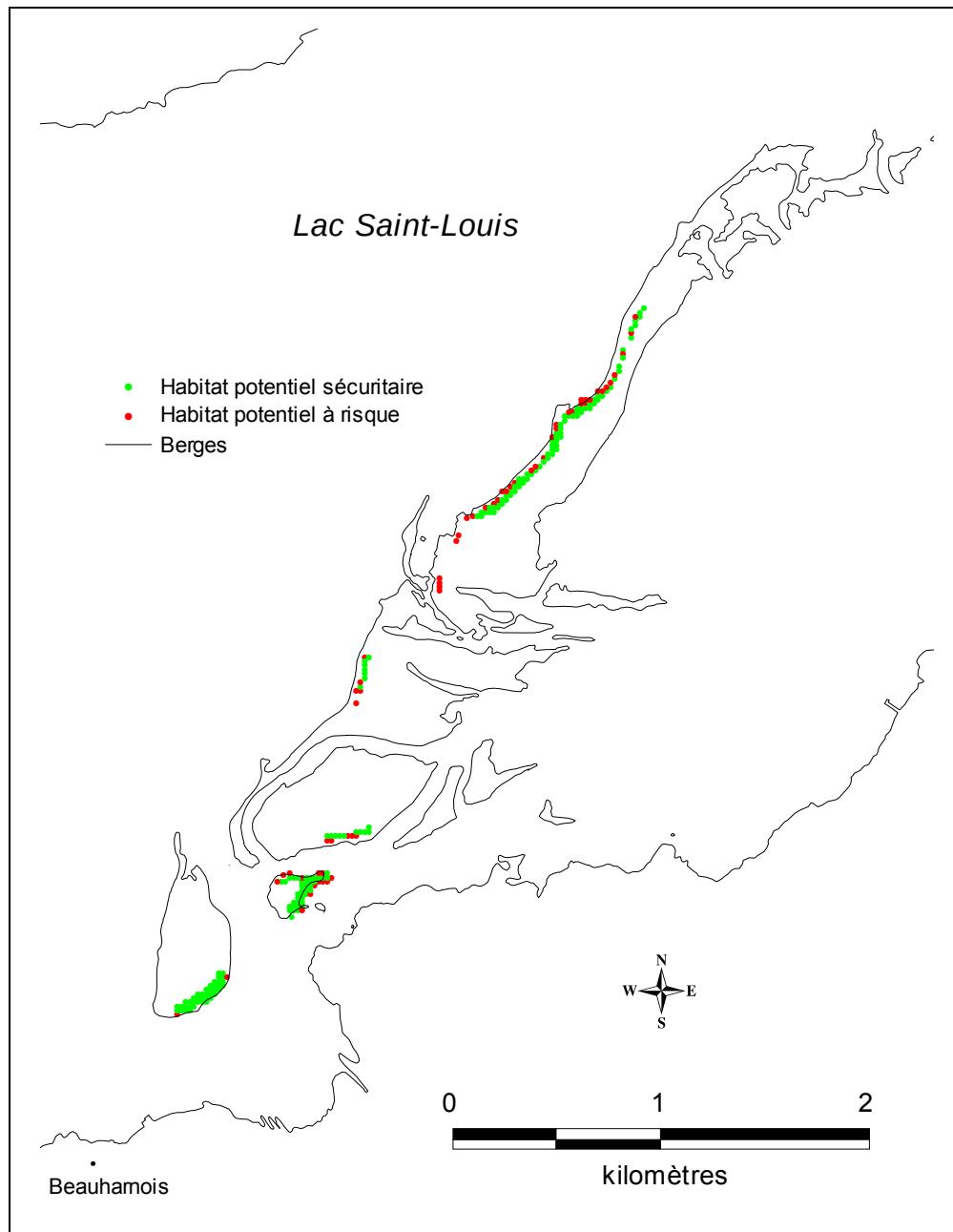


Figure 2.3 : Le concept d'habitat potentiel sécuritaire dans la région des Îles de la Paix

Lorsque cela est possible, ce sont des méthodes statistiques (régressions multiples et logistiques) qui sont utilisées pour élaborer des modèles d'habitat. Les statistiques permettent alors de discriminer les paramètres d'habitat qui ont le plus d'importance pour expliquer l'occurrence d'une espèce. Elles permettent également d'établir l'ampleur de la relation entre les variables explicatives et la présence de l'espèce. Une fois de plus, les connaissances disponibles sur les espèces en péril du secteur à l'étude ne sont pas suffisantes pour permettre l'utilisation d'une telle méthode (voir exception à la section 2.3.3). Il a donc fallu recourir aux sources de données disponibles (revue de littérature,

opinions d'experts, etc.) pour élaborer les modèles d'habitat les plus représentatifs des différentes espèces.

2.3.2.1 La revue de littérature

La revue de littérature a joué trois rôles majeurs dans l'élaboration des IP. Tout d'abord, l'analyse des effets adverses engendrés par les fluctuations de niveaux d'eau a permis de mettre en évidence quelles sont les périodes sensibles du cycle vital de chacune des espèces étudiées. Pour les espèces animales, c'est la période de reproduction qui est la plus sensible alors que pour les espèces végétales, c'est la période de croissance. Ensuite, les informations accumulées ont permis de dégager les paramètres de l'habitat qui sont importants pour les différentes espèces. Finalement, les plages de valeurs préférentielles ont été établies selon les mêmes modalités que pour les paramètres. Il est à noter que la détermination de ces trois éléments c'est fait selon un principe de précaution.

Les données recueillies aux annexes 1 à 12 décrivent autant que possible la situation pour la zone d'étude mais puisqu'elle sont peu nombreuses, l'ensemble des données retrouvées dans la littérature sont présentées. Ces données viennent presque exclusivement de source canadienne ou américaine. Les données sont présentées selon leur proximité de la zone d'étude. Pour certaines espèces qui utilisent sensiblement les mêmes habitats en période de reproduction que dans le reste de leur cycle vital, les données de l'habitat estival sont présentées afin de renforcer le choix des éléments constituant les modèles. Chaque référence présentée dans ces annexes a été consultée afin d'éviter les erreurs et les biais qui sont souvent le cas lorsque repris d'une publication à l'autre. Lorsque disponibles, les informations de la littérature sont présentées de la façon suivante : Résultat (n) (date) (lieu) (référence). Lorsque les données viennent de conditions expérimentales, il sera inscrit « laboratoire » dans la parenthèse destinée au lieu. Si certaines informations ne sont pas disponibles, les parenthèses associées ne sont pas présentées. La mention « général » apparaît lorsque la donnée n'est pas spécifique à un lieu ou une date précise mais qu'elle donne plutôt un aperçu de la situation.

2.3.2.2 Les bases de données utilisées

Les variables d'habitat utilisées comme intrant dans les différents modèles sont de deux types : (1) les mesures non traitées prises sur le terrain et (2) les données simulées, qui sont calibrées et validées à partir de mesures de terrain. Le tableau 2.1 énumère l'ensemble des variables utilisées pour chaque espèce, ainsi que leur provenance. De plus amples informations sur ces variables sont disponibles dans Morin *et al.* (2005).

Tableau 2.1 : Les variables d'habitat utilisées pour chaque espèce et leur provenance

ESPÈCES	VARIABLES	PROVENANCE
Petit Blongios	1. probabilité de présence de <i>Typha latifolia</i> 2. probabilité de présence de <i>Typha angustifolia</i> 3. probabilité de présence de « marais profond » 4. profondeur de l'eau	1. donnée simulée 2. donnée simulée 3. donnée simulée 4. donnée simulée
Râle jaune	1. probabilité de présence de « prairie humide naturelle » 2. probabilité de présence de « prairie humide anthropique » (p. ex. anciens champs) 3. probabilité de présence de « prairie humide envahissante » 4. probabilité de présence de « marais peu profond » 5. profondeur de l'eau	1. donnée simulée 2. donnée simulée 3. donnée simulée 4. donnée simulée 5. donnée simulée
Tortue géographique Tortue-molle à épines	1. densité de végétation riveraine 2. nature du substrat des berges 3. pente 4. profondeur de l'eau	1. mesure de terrain * 2. mesure de terrain * 3. donnée simulée 4. donnée simulée
Dard de sable	1. profondeur de l'eau 2. substrat 3. vitesse du courant	1. donnée simulée 2. mesure de terrain interprétée 3. donnée simulée
Fouille-roche gris	1. profondeur de l'eau 2. substrat 3. vitesse du courant	1. donnée simulée 2. donnée simulée 3. donnée simulée
Méné d'herbe	1. densité de végétation submergée 2. substrat 3. profondeur de l'eau 4. vitesse du courant	1. donnée simulée 2. mesure de terrain interprétée 3. donnée simulée 4. donnée simulée

* voir Dauphin et Gagnon (2004) pour plus de détails

Il est à noter que certains paramètres qui peuvent être importants dans la sélection des habitats par les différentes espèces ne sont pas pris en considération dans l'élaboration des modèles puisqu'ils sont impossibles à simuler ou demandent une résolution trop fine. Par exemple, il semble que des facteurs sociaux expliquent en partie le choix des habitats utilisés par la tortue géographique. Ces paramètres sont identifiés pour chaque espèce.

2.3.2.3 La validation des modèles

Les différents modèles d'habitat ont été validés à l'aide des données indépendantes disponibles. Étant donné la précision de ces données, un rayon « tampon » de 150 m autour de ces données est également considéré comme valide. L'opinion d'experts a

aussi été utilisée pour certaines espèces. Le tableau 2.2 détaille le type et la source des données utilisées pour chacune des espèces.

Tableau 2.2 : Les sources de validation utilisées pour les modèles d'habitat potentiel sécuritaire

ESPÈCES	SOURCE DE VALIDATION
Petit Blongios	- données indépendantes - Association québécoise des groupes d'ornithologues et Service canadien de la faune - opinion d'experts - Heidi Bogner (New York Department of Environmental Conservation) - Pierre Fradette (Association québécoise des groupes d'ornithologues) - Benoit Jobin (Service canadien de la faune)
Râle jaune	- données indépendantes - Association québécoise des groupes d'ornithologues et Service canadien de la faune - opinions d'experts - Michel Robert (Service canadien de la faune)
Tortue géographique Tortue-molle à épines	- données indépendantes - Société d'Histoire naturelle de la Vallée du Saint-Laurent - opinion d'experts - Claude Daigle (MRNF)
Dard de sable	- données indépendantes - ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Réseau de suivi ichtyologique du Saint-Laurent) - littérature
Fouille-roche gris	- données indépendantes - Environnement Illimité
Méné d'herbe	- données indépendantes - ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Réseau de suivi ichtyologique du Saint-Laurent)

2.3.3 La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation

2.3.3.1 L'origine des données

En 1995, la Société de la Faune et des Parcs du Québec (aujourd'hui le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF)) mettait sur pied le Réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent (RSI). Plus de 800 stations, situées entre le lac Saint-François et Saint-Nicolas, sont ainsi échantillonnées à tous les cinq ans afin d'obtenir un portrait des communautés de poissons qui utilisent ce secteur (La Violette *et al.* 2003a ; b). Les inventaires sont réalisés entre la mi-août et la fin de septembre, ce qui correspond à l'habitat de croissance et d'alimentation des poissons. Le RSI est la pierre d'assise des travaux présentés dans cette section. Depuis 2001, afin de répondre plus adéquatement aux besoins de l'Étude, le MRNF a mis un effort supplémentaire pour caractériser l'habitat des poissons échantillonnés avec le RSI. À l'heure actuelle, trois des espèces de poissons en péril considérées dans la présente étude ont été répertoriées grâce au RSI : le dard de sable, le fouille-roche gris et le méné d'herbe. Il n'est pas été

possible de faire un modèle d'habitat pour le dard de sable car le nombre de présence est trop restreint (n = 6).

Depuis 2001, quatre régions du fleuve ont été échantillonnées dans le cadre du RSI : le tronçon fluvial entre Montréal et Sorel (2001), le lac Saint-Pierre (2002), les îles de Sorel (2003) et le lac Saint-François (2004). Le lac Saint-Louis sera échantillonné en 2005. Seuls les secteurs où le méné d'herbe et le fouille-roche gris ont été capturés sont conservés pour les analyses. Les données du lac Saint-François ne sont pas considérées pour les raisons mentionnées précédemment.

Deux types d'engins de captures sont utilisés: la seine et le filet maillant. Ces deux engins de captures sont employés afin de couvrir toutes les gammes de profondeurs utilisées par les poissons du Saint-Laurent. La seine est utilisée près des berges jusqu'à 1,2 m de profondeur et le filet maillant à partir de 1,8 m de profondeur (La Violette *et al.*, 2003a). Seuls les engins de captures qui reflètent les préférences en terme de profondeur de l'eau du fouille-roche gris et du méné d'herbe sont conservés pour les analyses.

La revue de littérature effectuée pour ces deux espèces (annexe 7 et 8) a permis de valider qualitativement les résultats obtenus.

2.3.3.2 Les variables d'habitat

Les variables d'habitat utilisées dans les analyses statistiques sont de deux types : (1) les mesures non traitées prises sur le terrain et (2) les données simulées, qui sont calibrées et validées à partir de mesures de terrain (Morin *et al.*, 2003, Morin *et al.*, 2005; Mingelbier *et al.*, 2005). Le tableau 2.3 énumère l'ensemble des variables prises en compte, ainsi que leur provenance. Étant donné que les variables ne sont pas entièrement indépendantes, il est possible qu'un modèle d'habitat soit aussi performant avec plusieurs combinaisons de variables différentes. Autant que possible, il est préférable d'utiliser des variables simulables, qui ne se limitent pas aux stations d'échantillonnage. Dans le présent travail, cinq variables ne sont pas simulables (i.e. température, conductivité, turbidité, pH et concentration en oxygène dissout). Elles ont tout de même été incluses afin d'évaluer leur importance et d'élargir la portée des conclusions.

Tableau 2.3 : Les variables d'habitat utilisées et leur provenance

VARIABLES	CODES	PROVENANCE
Température *	Temp	Mesure de terrain
Conductivité *	Cond	Mesure de terrain
Turbidité *	Turbi	Mesure de terrain
pH *	pH	Mesure de terrain
Concentration en oxygène dissout *	O2	Mesure de terrain
Profondeur de l'eau	P_Moy	Mesure de terrain et donnée simulée
Vitesse du courant	ModVit	Mesure de terrain et donnée simulée
Pente locale	Pente	Mesure de terrain et donnée simulée
Lumière disponible au fond	Lumiere	Mesure de terrain et donnée simulée
Constante d'atténuation	Klocal	Mesure de terrain et donnée simulée
Densité de végétation submergée	V_dens	Mesure de terrain

VARIABLES	CODES	PROVENANCE
Densité de végétation submergée	Dens_sim	Donnée simulée
Densité de <i>Vallisneria americana</i>	V_Va	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>V. americana</i>	Va_simu	Donnée simulée
Densité de <i>Heterentera dubia</i>	V_Hd	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>H. dubia</i>	Hd_simu	Donnée simulée
Densité de <i>Potamogeton pectinatus</i>	V_Pp	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>P. pectinatus</i>	PP_simu	Donnée simulée
Densité de <i>Potamogeton richardsoni</i>	V_Pr	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>P. richardsoni</i>	Pr_simu	Donnée simulée
Densité de <i>Elodea canadensis</i>	V_Ec	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>E. canadensis</i>	Ec_simu	Donnée simulée
Densité de <i>Ceratophyllum demersum</i>	V_CD	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>C. demersum</i>	Cd_simu	Donnée simulée
Densité de <i>Myriophyllum spicatum</i>	V_Ms	Mesure de terrain
Probabilité de présence <i>M. spicatum</i>	Ms_simu	Donnée simulée
Prob. de présence d' <i>Alisma graminea</i>	Ag_simu	Donnée simulée
Densité de bryophytes	V_bryo	Mesure de terrain
Index de substrat	S_Sub1	Indice composite avec mesure de terrain
% de galet	S_Galet	Mesure de terrain et littérature
% de caillou	S_Cail	Mesure de terrain et littérature
% de gravier	S_Grav	Mesure de terrain et littérature
% de sable	S_Sabl	Mesure de terrain et littérature
% d'argile	S_Argi	Mesure de terrain et littérature
% de limon	S_Limo	Mesure de terrain et littérature

* variables non simulables

2.3.3.3 Les analyses statistiques

Une première série de régressions logistiques univariées a été réalisée entre l'occurrence d'une espèce de poisson (variable dépendante à valeur binaire 0 ou 1) et chaque variable d'habitat prise séparément. L'objectif de ces régressions univariées consiste à obtenir un aperçu des relations les plus significatives, pour effectuer une première sélection des variables les plus susceptibles d'expliquer l'occurrence du poisson (présence ou absence; $P \leq 0,15$). À ce stade, il n'est pas nécessaire d'utiliser un seuil de probabilité très sévère car il arrive qu'une variable, qui apparaît comme peu significative dans l'analyse univariée, soit très significative dans l'analyse multivariée, une fois supprimés les effets de covariation. La présélection de variables permet de réduire le nombre de variables et aussi de supprimer la plupart des relations fortuites. Un survol des résultats permet également de vérifier si les variables identifiées correspondent aux résultats provenant de la littérature et aux besoins écologiques de l'espèce.

Ensuite, une régression logistique multivariée (*forward stepwise*) a été appliquée aux variables présélectionnées pour identifier celles qui seront reprises dans le modèle d'habitat final ($P \leq 0,05$). Dans les faits, le modèle d'habitat correspond à un indice probabiliste d'habitat (Probabilistic Habitat Index, PHI). Une série de tests (*likelihood, score and Wald chi-square*) a été effectuée pour établir les seuils de signification de chaque variable retenue dans le modèle. Un coefficient équivalent au coefficient de

détermination classique a été calculé pour évaluer la fraction de la variance qui est expliquée par le modèle d'habitat (*max-rescaled R₂*). Le seuil de probabilité à partir duquel est prédit une présence ou une absence est comparable au rapport entre le nombre de présences et d'absences observées sur le terrain. L'approche a été validée avec une courbe ROC (*Receiving operating curve*, correspondant au rapport entre *sensitivity* et *1-specificity*) à partir de laquelle on peut évaluer un seuil optimal. Une validation croisée entre les mesures de terrain et les prédictions a été effectuée pour s'assurer de la justesse du modèle d'habitat (*Leave one out method*). Une table de classification avec les résultats d'observations réelles et des observations prédites a été utilisée pour évaluer la performance du modèle statistique. Le test de McNemar a aussi été effectué pour juger du pouvoir prédictif du modèle. Les analyses ont été réalisées à l'aide des logiciels SAS™ version 8 et Statistica™ version 6 (Mingelbier *et al.*, 2005).

2.4 L'analyse des plans de régularisation

Les résultats analysés dans ce rapport ont été extraits de la version 4.0.9 du *Integrated Ecological Response Model* (IERM). Afin d'améliorer la compréhension du lecteur, la méthodologie utilisée pour analyser les différents plans de régularisation est présentée au début du chapitre 4.

3 LES ESPÈCES EN PÉRIL CONSIDÉRÉES

Ce chapitre considère 14 espèces. De ce total, trois espèces ont été écartées puisque les possibilités que les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent ne les affectent sont extrêmement faibles. Quatre espèces touchées par les conditions hydrologiques du Saint-Laurent fluvial n'ont pu être étudiées à cause de problèmes techniques (p. ex. variables difficile à simuler) ou par manque de données. Finalement, il a été possible de considérer pleinement sept espèces dans cette étude à l'aide d'indicateurs de performance (IP). Le tableau 3.1 présente chacune des espèces prises en compte et un bref résumé des travaux effectués.

Tableau 3.1 : Le résumé des travaux effectués sur les espèces en péril considérées

NOM COMMUN	NOM LATIN	RÉSUMÉ DES TRAVAUX
Petit Blongios	<i>Ixobrychus exilis</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction
Râle jaune	<i>Coturnicops noveboracensis</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction
Tortue géographique	<i>Graptemys geographica</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour l'incubation des oeufs
Tortue-molle à épines	<i>Apalone spinifera</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour l'incubation des oeufs
Rainette faux-grillon de l'Ouest	<i>Pseudacris triseriata triseriata</i>	Très faible probabilité d'être sous l'influence du Saint-Laurent
Alose savoureuse	<i>Alosa sapidissima</i>	Difficultés techniques (variables difficiles à simuler)
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	Très faible probabilité d'être sous l'influence du Saint-Laurent pendant la période pour laquelle l'IP a été bâti
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction
Fouille-roche gris	<i>Percina copelandi</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction Amorce d'un IP – superficie d'habitat potentiel d'alimentation et de croissance
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	IP – superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction Amorce d'un IP – superficie d'habitat potentiel d'alimentation et de croissance
Ail des bois	<i>Allium tricoccum</i>	Très faible probabilité d'être sous l'influence du Saint-Laurent
Arisème dragon	<i>Arisaema dracontium</i>	Manque de données
Carmantine d'Amérique	<i>Justicia americana</i>	Manque de données
Podophylle pelté	<i>Podophyllum peltatum</i>	Très faible probabilité d'être sous l'influence du Saint-Laurent

3.1 Le Petit Blongios (*Ixobrychus exilis*)

Le petit blongios est une espèce désignée « Menacée » par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC). L'espèce est inscrite à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Les individus, leur résidence (p. ex. nid) et leurs habitats essentiels sont donc légalement protégés. Par contre, il n'y a pas d'habitat essentiel identifié actuellement dans l'aire d'étude. Le plan de rétablissement ou le plan d'actions pourrait en identifier au cours des prochaines années. Le petit blongios est également protégé en vertu de la *Loi de 1994 sur la Convention concernant les Oiseaux migrants*.

3.1.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du petit blongios

La littérature scientifique (annexe 1) confirme que les conditions hydrologiques jouent un rôle indéniable durant la période de reproduction du petit blongios. En effet, cet oiseau construit son nid dans les marais à végétation émergente. Il choisit un site où la profondeur de l'eau varie généralement entre 10 cm et 100 cm et installe son nid entre 20 cm et 80 cm au-dessus du niveau de l'eau.

En détail, voici les grands types d'impacts qu'ont les fluctuations de niveaux d'eau sur la reproduction du petit blongios :

- 1) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations et des étiages sont de bons indicateurs de la composition et de la localisation des marais à végétation émergente (Turgeon *et al.*, 2005);
- 2) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations sont de bons indicateurs de la superficie d'habitat disponible (Murchison, 1893 ; Nolan, 1952 ; Weller, 1961; Mossman *et al.*, 1987 ; Mancini et Rusch, 1988; Sandilands et Campbell, 1988; Ziebell, 1990);
- 3) Les remontées de niveaux d'eau peuvent noyer les œufs et les jeunes oisillons (Nero, 1951 ; Weller, 1961 ; McVaught, 1975 ; Post, 1998);
- 4) Des baisses de niveaux d'eau en période d'incubation peuvent mener à une augmentation de la prédation terrestre (p. ex. *Procyon lotor*) (Weller, 1961 ; Post et Seals, 1993 ; Post, 1998 ; Bogner et Baldassarre, 2002a).

3.1.2 L'indice du potentiel de reproduction

Les informations disponibles sur le petit blongios ont permis de créer un indicateur de performance qui intègre un plus grand nombre d'éléments que pour les autres espèces présentées dans ce chapitre. En effet, l'indice du potentiel de reproduction est une multiplication de : (1) la superficie d'habitat potentiel de reproduction, (2) un estimé de la densité de couples reproducteurs dans la région d'étude et (3) un estimé du succès de nidification basé sur les fluctuations de niveaux d'eau.

Lors de la conception de l'IP, les prémisses suivantes ont été utilisées. Si l'une ou l'autre d'entre elles s'avérait erronée, cet IP perdrait en tout ou en partie sa capacité de répondre aux objectifs de cette étude.

- 1) La disponibilité de l'habitat de reproduction et le succès de reproduction sont des facteurs qui influencent de façon significative la taille et l'intégrité de la population de petits blongios de l'aire d'étude;

- 2) Les réponses prédites des oiseaux face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur une revue de la littérature et sur l'opinion d'experts, sont valides;
- 3) Les réponses prédites des oiseaux face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur des relations statistiques, sont valides;
- 4) Les modèles de végétation utilisés (p. ex. marais profond) fournissent une estimation précise;
- 5) Les données hydrologiques, qui sont disponibles en *quart-de-mois*, sont représentatives des conditions réelles;
- 6) La transformation des modèles de « 2D » à « 2D simplifié » est correcte (voir Morin *et al.* 2005 pour les détails de la simplification).

3.1.2.1 Le modèle d'habitat potentiel de reproduction

D'après les informations disponibles de la littérature (annexe 1), cinq paramètres d'habitat sont importants pour la reproduction du petit blongios : (1) le type de végétation, (2) la profondeur de l'eau, (3) une mosaïque de zones d'eau libre et de végétation, (4) la présence de végétation morte dans l'habitat et (5) la superficie du marais. Trois de ces facteurs ne sont pas tenus en compte dans le modèle d'habitat potentiel. Premièrement, les facteurs hydrologiques qui contrôlent la présence de végétation morte dans un marais ne sont pas connus. Deuxièmement, les caractéristiques du MIRE (rayon des nœuds de 60 m et plus) ne permettent pas de considérer des éléments du micro-habitat comme le ratio entre les zones d'eau libre et les zones de végétation. Troisièmement, la superficie des marais n'a pas été prise en compte pour deux raisons : (1) l'ensemble du marais utilisé a des caractéristiques qui ne se limitent pas seulement aux variables utilisées dans cette section et (2) les résultats finaux qui sont disponibles (2D simplifié) ne permettent pas d'évaluer ce paramètre. Les deux facteurs les plus fondamentaux (type de végétation et profondeur de l'eau) sont toutefois utilisés pour bâtir le modèle.

L'analyse des informations disponibles (littérature et experts) a aussi permis de déterminer la période de l'année pour laquelle cet IP est valide. Ainsi, ce sont les deux derniers *quart-de-mois* (QM) du mois de mai et les QM de juin qui sont utilisés pour évaluer la superficie d'habitat potentiel disponible pour la reproduction du petit blongios.

LE TYPE DE VÉGÉTATION

Sous les latitudes de l'aire d'étude, les informations disponibles à l'annexe 1 montrent clairement que le petit blongios établit presque toujours son nid dans l'une ou l'autre des deux espèces de quenouilles (*Typha angustifolia* et *Typha latifolia*). Ce dernier ne semble pas accorder de préférence à l'une ou l'autre de ces espèces. D'autres genres de végétation retrouvés dans les marais profonds à végétation émergente (MP) peuvent également être utilisés, bien qu'ils soient rapportés de façon marginale (p. ex. *Scirpus*, *Sagittaria*).

Typha latifolia (TYPHA_L) et *Typha angustifolia* (TYPHA_A)

Des modèles 2D évaluent la probabilité d'occurrence de la quenouille à feuilles larges (*Typha latifolia*) et celle de la quenouille à feuilles étroites (*Typha angustifolia*). Ces modèles estiment la probabilité de retrouver ces espèces en fonction de plusieurs

variables explicatives. Ces modèles ont des rendements de calibration et de validation élevés avec un taux de classification correcte de 81 % pour TYPHA_A et de 75 % pour TYPHA_L. Les Kappa de Cohen sont respectivement de 0.607 et de 0.363 (Morin *et al.*, 2005).

Marais profond (MP)

Les espèces végétales qui caractérisent le modèle du marais profond sont : *Scirpus fluviatilis*, *Scirpus americanus*, *Sagittaria rigida*, *Sagittaria latifolia*, *Typha angustifolia*, *Zizania palustris* et *Pontederia cordata*. L'efficacité du modèle en calibration est relativement élevée (TCC, sensibilité et spécificité : 77,8 % ; Kappa = 0,3910). En validation, le modèle a un taux de classification correcte de 79,1 %, une sensibilité de 77,2 %, une spécificité de 79,4 % et un Kappa de Cohen de 0,3870 (Turgeon *et al.*, 2005 ; Morin *et al.*, 2005).

L'INDICE DE QUALITÉ DE LA PROFONDEUR DE L'EAU

L'indice de qualité de la profondeur de l'eau a été calculé à partir de 22 résultats, qui sont surlignés en gris à l'annexe 1. La moyenne (59,8 cm) et l'écart-type (24,8 cm) ont principalement été utilisés pour obtenir la courbe illustrée à la figure 3.1. Les extrémités de la courbe ont été ajustées afin de refléter le fait que des profondeurs d'eau extrêmes peuvent être utilisées, bien que beaucoup plus rarement.

L'équation de cet indice de qualité:

$$\text{PROF} = ((1/0.248 * \sqrt{2 * \pi})) * \exp(-0.5 * (\text{power}(((\text{depth} - 0.598)/0.248), 2))) / 1.6086$$

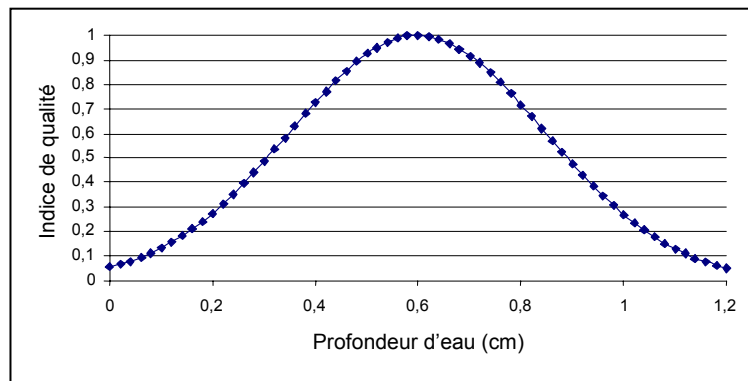


Figure 3.1 : L'indice de qualité de la profondeur de l'eau pour le petit blongios.

L'ALGORITHME FINAL

Aucune étude quantitative n'a été menée pour préciser l'importance des deux caractéristiques d'habitat prises en compte dans le modèle. L'omniprésence de ces caractéristiques dans la littérature scientifique a mené les auteurs à leur attribuer une importance égale (0,5 pour le type de végétation et 0,5 pour la profondeur de l'eau). Le total alloué au type de végétation est réparti de façon à refléter les préférences du petit blongios; les deux espèces de quenouilles (*Typha angustifolia* et *Typha latifolia*) ont un poids égal de 0,2 alors que le marais profond a un poids de 0,1. Ainsi, la probabilité

d'occurrence de l'habitat de reproduction du petit blongios dans la zone d'étude (presIXEX) est égale à l'équation suivante :

$$\text{presIXEX} = (\text{PROF}^{0,5}) * (\text{TYPHA_A}^{0,2}) * (\text{TYPHA_L}^{0,2}) * (\text{MP}^{0,1})$$

L'habitat potentiel de reproduction est jugé convenable et il entre dans le calcul de l'indice du potentiel de reproduction lorsque la probabilité obtenue par l'équation précédente est supérieure à 50 %.

3.1.2.2 La densité de couples reproducteurs

L'indice du potentiel de reproduction utilise une densité fixe de 0,06 couple reproducteur par hectare. Cette densité est fiable et représentative de l'aire d'étude puisqu'elle a été estimée à partir d'inventaires au sol et en hélicoptère, dans la région de la rivière des Outaouais (Chabot et St-Hytaire, 1996).

3.1.2.3 Le modèle du succès de nidification

Le modèle du succès de nidification a été bâti par l'équipe qui a travaillé sur les oiseaux palustres. Les informations suivantes et de plus amples détails sont disponibles dans Desgranges *et al.* (2005).

Le succès de nidification a été évalué entre le premier QM de juin et le premier QM de juillet pour la première tentative de nidification et entre le troisième QM de juin et le dernier QM de juillet pour la seconde tentative de nidification.

Le modèle du succès de nidification évalue l'effet des fluctuations de niveaux d'eau (remontées et baisses) sur un taux fixe de succès de reproduction. L'effet des fluctuations de niveaux d'eau a pu être estimé grâce à des données de profondeurs de l'eau sous les nids et de hauteurs de nids dans la région du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent (MNSN, 2003 ; ONRS, 2003). Les mesures de hauteurs de nids ont été augmentées de 10 cm afin de prendre en considération l'épaisseur du nid. Dans la formule suivante, c'est une relation statistique qui a été utilisée pour estimer la probabilité que le nid soit inondé (PF) ou asséché (PS) en fonction de l'amplitude des fluctuations de niveaux d'eau. Si le nid est asséché, la probabilité que les œufs soient prédatés ou abandonnés (PSF) est estimée à 50 %. Cette estimation, ainsi que les facteurs et les valeurs suivants ont été déterminés d'après une revue de la littérature et sont considérés comme constants : (1) un succès de nidification de base (BN) de 60 % et (2) la probabilité que la femelle niche de nouveau si le premier essai est infructueux (RR) de 60 %. Ainsi, le succès de nidification qui évalue l'impact des fluctuations de niveaux d'eau (IXEX_NS) est égal à l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \text{IXEX_NS} &= n_1 + [(1 - n_1) * \text{RR} * n_2] \\ n_1 \text{ ou } n_2 &= \text{succès de nidification de l'essai 1 ou 2} \\ \text{où } n_1 &= \text{BN} * (1 - \text{PF}) \text{ ou } \text{BN} * (1 - (\text{PS} * \text{PSF})) \end{aligned}$$

3.1.2.4 La validation des modèles

Le modèle d'habitat potentiel de reproduction a été validé à l'aide : (1) de données indépendantes et (2) de visites sur le terrain.

Il y a 17 sites de la zone d'étude qui sont occupés par le petit blongios qui sont suivis annuellement. Le modèle d'habitat a été validé pour chacune des années entre 1994 et 2003 à l'aide des sites où l'espèce a été observée. Depuis 1994, 50 observations de petits blongios y ont été notées. Cependant, le site de l'Île aux fermiers (9 observations) n'a pas été tenu en compte puisque la bathymétrie de ce secteur dans le modèle numérique de terrain n'est pas correcte. Ainsi, 16 sites et 41 observations ont été utilisés pour valider le modèle. Le taux de bonnes prédictions est égal à 75,6 %. La figure 3.2 illustre la validation effectuée pour l'année 1995.

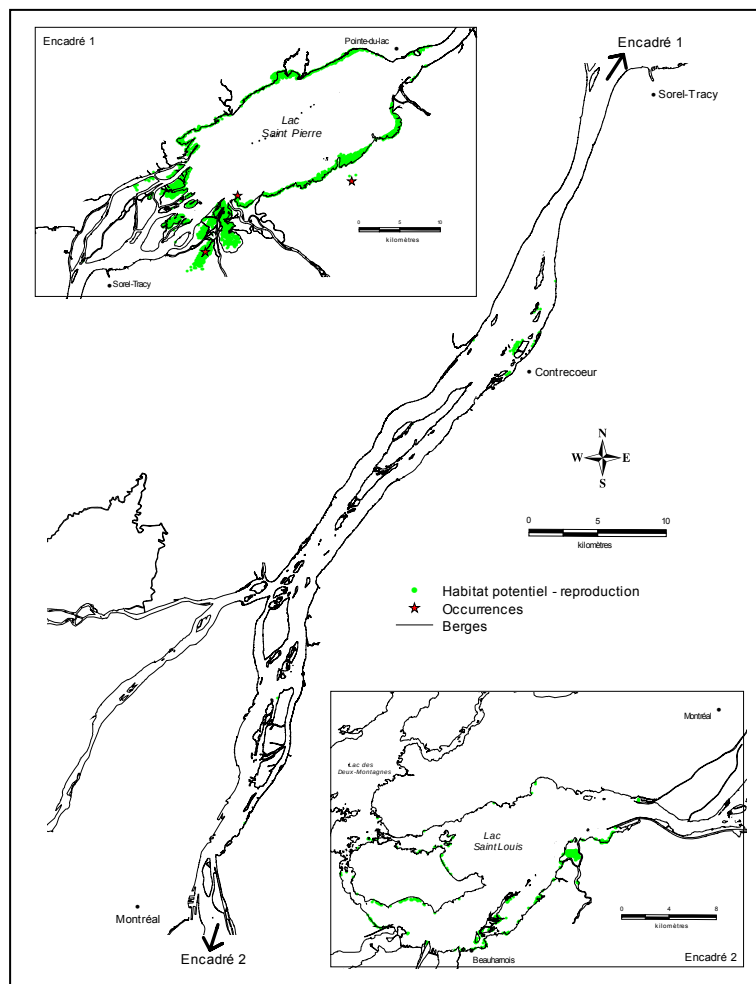


Figure 3.2 : La validation du modèle d'habitat potentiel de reproduction du petit blongios en 1995

Certains secteurs identifiés par le modèle ont aussi été visités. En effet, la portion sud-est du lac Saint-Pierre a été visitée en juin 2004. La végétation émergente était surtout composée de rubaniers (*Sparganium*), de scirpes (*Scirpus*), de cressons (*Rorippa*) et

d'*Acorus*. La quenouille est peu présente dans ce secteur (Jobin et Robillard, 2005). Il est donc probable que ce soit la probabilité d'occurrence du marais profond qui explique que cette zone soit sélectionnée (présence de scirpes). Bien que ce secteur ait été correctement prédit, il n'est pas propice à la nidification du petit blongios puisque au milieu de juin, la végétation n'était pas assez haute et dense pour créer un habitat propice (Jobin et Robillard, 2005). Ce modèle pourrait donc être raffiné pour prendre en considération ce type de caractéristiques.

Le modèle de succès de nidification n'a pas été validé.

3.1.2.5 Les risques, incertitudes et recommandations

L'indicateur de performance offre un taux de confiance acceptable qui permet d'évaluer, sur une base relative, l'effet des différents plans de régularisation sur le potentiel de reproduction du petit blongios. Cet IP a été conçu à partir d'une quantité appréciable de données provenant de la littérature, dont une bonne part provient de l'aire d'étude. Le jugement d'experts a aussi été utilisé pour développer certaines portions de l'IP. Le modèle d'habitat potentiel de reproduction a aussi été validé à partir de visites de terrain et de plusieurs observations indépendantes. Étant donné les sources de données et la précarité de l'espèce, un principe de précaution a été utilisé pour bâtir l'IP. Les valeurs ainsi obtenues sont conservatrices, sans toutefois qu'elles perdent leur aptitude à comparer les différents plans de régularisation. L'utilisation de cet IP doit cependant rester à ce seul usage de comparaison. En effet, afin d'évaluer correctement l'effet des fluctuations de niveaux d'eau, plusieurs autres variables qui jouent un rôle important dans le succès de reproduction ont été tenues constantes ou n'ont pas été considérées dans ce travail (p. ex. productivité, compétition, ressources alimentaires, etc.).

Une limite majeure associée à la source des données et à la méthodologie employée (principe de précaution) est qu'il est difficile de déterminer précisément un seuil à partir duquel un plan de régularisation aura des effets significatifs sur l'espèce. L'utilisation de plusieurs méthodes de comparaison des résultats (métriques), ainsi qu'un examen minutieux des résultats des différentes séries temporelles de 100 ans devraient être effectués pour déterminer si les différences observées entre les plans de régularisation sont significatives.

La sensibilité du petit blongios aux fluctuations de niveaux d'eau, son importance en tant qu'espèce en péril et la confiance accordée à l'IP permettent de considérer ce dernier comme un « IP clef », qui devrait être utilisé dans la sélection du meilleur plan de régularisation pour l'environnement. L'ensemble des régions pour lesquelles cet IP a été calculé devraient être utilisées dans l'analyse des différents plans de régularisation. En effet, les sites où le petit blongios a été observé sont répartis dans l'ensemble du secteur à l'étude.

3.2 Le Rôle jaune (*Coturnicops noveboracensis*)

Le rôle jaune est une espèce désignée « Préoccupante » par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC). L'espèce est inscrite à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Les individus, leur résidence (p. ex. nid) et leurs habitats essentiels sont donc légalement protégés. Par contre, il n'y a pas d'habitat essentiel identifié actuellement dans l'aire d'étude. Le plan de rétablissement ou le plan d'actions pourrait en identifier au cours des prochaines années. Le rôle jaune est également protégé en vertu de la *Loi de 1994 sur la Convention concernant les Oiseaux migrants*. Le Canada comprend environ 90 % de l'aire de reproduction mondiale de cet oiseau (Alvo et Robert, 1999).

3.2.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du rôle jaune

La littérature scientifique (annexe 2) confirme que les conditions hydrologiques jouent un rôle important durant la période de reproduction du rôle jaune. En effet, cet oiseau niche dans les prairies humides. Il construit son nid directement sur le sol, ou à quelques centimètres d'altitude. Le substrat sous le nid est saturé d'eau ou recouvert de quelques centimètres d'eau.

En détail, voici les grands types d'impacts qu'ont les fluctuations de niveaux d'eau sur la reproduction du rôle jaune :

- 1) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations et des étiages sont de bons indicateurs de la composition et de la localisation des prairies humides (Turgeon *et al.*, 2005);
- 2) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations sont de bons indicateurs de la superficie d'habitat disponible (Rundle and Fredrickson, 1981 ; Stenzel, 1982 ; Bookhout et Stenzel, 1987; Gibbs et Melvin, 1990 ; Nature Conservancy, 1993);
- 3) Les remontées de niveaux d'eau peuvent noyer les œufs et les jeune oisillons (Bookhout, 1995 ; Robert et Laporte, 1996, Alvo et Robert, 1999).

3.2.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction

Les informations disponibles sur le rôle jaune ont permis de créer un indicateur de performance qui prend deux éléments en considération : (1) la superficie d'habitat potentiel disponible pour la reproduction et (2) les risques de noyer les œufs et les oisillons.

Lors de la conception de l'IP, les prémisses suivantes ont été utilisées. Si l'une ou l'autre d'entre elles s'avérait erronée, cet IP perdrait en tout ou en partie sa capacité de répondre aux objectifs de cette étude.

- 1) La disponibilité de l'habitat de reproduction et le succès de reproduction sont des facteurs qui influencent de façon significative la taille et l'intégrité des populations de rôles jaunes;
- 2) Les réponses prédites des oiseaux face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur une revue de la littérature et sur l'opinion d'un expert, sont valides;

- 3) Les modèles utilisés (p. ex. prairie humide naturelle) fournissent une estimation précise;
- 4) Les données hydrologiques, qui sont disponibles en *quart-de-mois*, sont représentatives des conditions réelles;
- 5) La transformation des modèles de « 2D » à « 2D simplifié » est correcte (voir Morin *et al.* 2005 pour les détails de la simplification).

3.2.2.1 Le modèle d'habitat potentiel de reproduction

D'après les informations disponibles de la littérature (annexe 2), cinq paramètres d'habitat sont importants pour la reproduction du râle jaune : (1) le type de végétation, (2) la densité de végétation, (3) la profondeur de l'eau, (4) la présence de végétation morte dans l'habitat et (5) la superficie. Deux de ces facteurs ne sont pas tenus en compte dans le modèle d'habitat potentiel. En effet, les facteurs qui contrôlent la densité de végétation et la présence de végétation morte dans les prairies humides ne sont pas connus. La superficie de la prairie humide est considérée de façon implicite dans le modèle d'habitat potentiel de reproduction. En effet, bien que le râle jaune utilise normalement des prairies humides plus grandes que 8 ha, l'espèce a déjà été trouvée en période de reproduction dans une prairie humide de 0,5 ha. La résolution du MIRE (rayon des nœuds de 60 m et plus) est semblable à cette superficie. Les deux facteurs les plus fondamentaux (le type de végétation et la profondeur de l'eau) sont utilisés pour bâtir le modèle.

L'analyse des informations disponibles (littérature et expert) a aussi permis de déterminer la période de l'année pour laquelle ce modèle est valide. Ce sont les trois derniers *quart-de-mois* (QM) du mois de mai qui sont utilisés pour évaluer la superficie d'habitat potentiel de reproduction qui est disponible pour le râle jaune.

LE TYPE DE VÉGÉTATION

Les informations disponibles à l'annexe 2 démontrent que le râle jaune établit généralement son nid dans des prairies humides dominées par le genre *Carex*. Les genres suivants peuvent aussi être utilisés : *Calamagrostis*, *Juncus*, *Scirpus*, *Eleocharis*, *Spartina* et *Hierochloa*. *Sagittaria* et *Dulichium arundinaceum* ont aussi déjà été répertoriés dans l'habitat de reproduction de l'espèce.

Pour capter l'ensemble de ces possibilités, quatre modèles de milieux humides ont été utilisés : (1) la prairie humide naturelle, (2) la prairie humide anthropique, (3) la prairie humide envahissante et (4) le marais peu profond.

Prairie humide naturelle (PH)

Les espèces végétales qui caractérisent le modèle de prairie humide naturelle sont : *Phalaris arundinacea*, *Calamagrostis canadensis*, *Glyceria grandis* et *Leersia oryzoides*. L'efficacité du modèle en calibration est plus faible que pour les autres milieux humides (TCC, sensibilité et spécificité : 67,7 %, Kappa = 0.1859). La valeur de Kappa indique que le modèle diffère de ce qui est espéré par chance seulement, mais n'est pas considéré comme un très bon modèle. En validation, le modèle est peu robuste avec un taux de classification correcte de 68,0 %, une sensibilité de 69,1 % et une spécificité de

68,2 %. Le Kappa de Cohen (0.2546) indique tout de même que les prédictions diffèrent de ce qui est espéré par chance seulement (Turgeon *et al.*, 2005).

Prairie humide anthropique (PH_A)

Les prairies humides soumises à une action anthropique sont habituellement situées plus haut que les marécages arborés dans la toposéquence. Les prairies humides anthropiques incluent également les champs agricoles et les pâturages. Les espèces émergentes dominantes sont: *Phalaris arundinacea*, *Calamagrostis canadensis*, *Glyceria grandis*, *Lythrum salicaria* et quelques saules (*Salix petiolaris*, *Salix rubens* et *Salix eriocephala*) (Turgeon *et al.*, 2005).

Prairie humide envahissante (PH_E)

Cette classe de milieux humides n'est pas déterminée quantitativement par les modèles utilisant la régression logistique mais par le modèle temporel de succession végétale. En effet, suite à une inondation prolongée (sur quelques années) certains milieux humides (notamment les marécages arborés) meurent, permettant ensuite la colonisation des nouveaux sites disponibles par les graminées (Turgeon *et al.*, 2005).

Marais peu profond (MPP)

Les espèces végétales typiques de MPP sont : *Typha angustifolia*, *Sparganium eurycarpum*, *Eleocharis smallii*, *Scirpus fluviatilis* et *Potentilla palustris*. L'efficacité du modèle en calibration est élevée (TCC, sensibilité et spécificité : 76,5 % ; Kappa = 0,3425). En validation, le modèle a un taux de classification correcte de 78,7 %, une sensibilité de 75,1 %, une spécificité de 78,3 % et un Kappa de Cohen de 0,3233 (Turgeon *et al.*, 2005).

LA PROFONDEUR DE L'EAU

La plupart des nids répertoriés à l'annexe 2 sont construits sur un sol saturé d'eau. Certains sont situés au-dessus de quelques centimètres d'eau. Par principe de précaution, il a été décidé d'utiliser uniquement les substrats saturés d'eau dans le modèle d'habitat potentiel de reproduction. Il a été estimé qu'une telle condition est possible lorsque le niveau de l'eau se situe entre la surface du substrat (profondeur de 0 cm) et 50 cm sous la surface du substrat. Le choix du 50 cm est basé sur le fait que la microtopographie des marais peu profonds est souvent caractérisée par la présence de dépressions ou de très petit chenaux qui ont des profondeurs de l'ordre de 0.5 m.

L'ALGORITHME FINAL

Aucune étude quantitative n'a été menée pour préciser l'importance relative des caractéristiques d'habitat prises en compte dans le modèle. Il en est de même pour les différents modèles de végétation utilisés. Puisque ces informations ne sont pas disponibles et qu'il n'est pas possible d'estimer cette importance relative (données insuffisantes), un modèle d'IQH a été utilisé.

Ainsi, l'habitat de reproduction du râle jaune est considéré comme présent si toutes les conditions suivantes sont respectées :

1. Profondeur de l'eau > -0,5 m et < 0 m;
2. Classes de milieux humides = PH ou PH_A ou PH_E ou MPP.

3.2.2.2 Les risques d'inonder les œufs et les oisillons

Suite à l'analyse des données présentées à l'annexe 2, les auteurs ont déterminé que des remontées de niveaux d'eau de plus de 10 cm peuvent provoquer l'inondation des nids et affecter le succès de reproduction du râle jaune. Les risques d'inondation des nids auraient dus être calculés entre le deuxième QM de mai et le troisième QM de juin (voir section 3.2.2.5).

Cette valeur de remontée de niveaux d'eau a été appliquée sur le modèle d'habitat potentiel de reproduction afin d'éliminer toutes les portions d'habitat qui sont touchées par une remontée d'eau de plus de 10 cm. On obtient de cette façon la superficie d'habitat potentiel qui est sécuritaire pour la reproduction du râle jaune.

3.2.2.4 La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire

Le modèle a été validé à l'aide de deux observations indépendantes. Les conditions hydrologiques de 1993 et 1999 ont été simulées afin de correspondre aux années d'observation. Une des deux observations se situe à moins de 200 m d'un habitat prédit (figure 3.3) alors que l'autre se retrouve à environ 350 m.

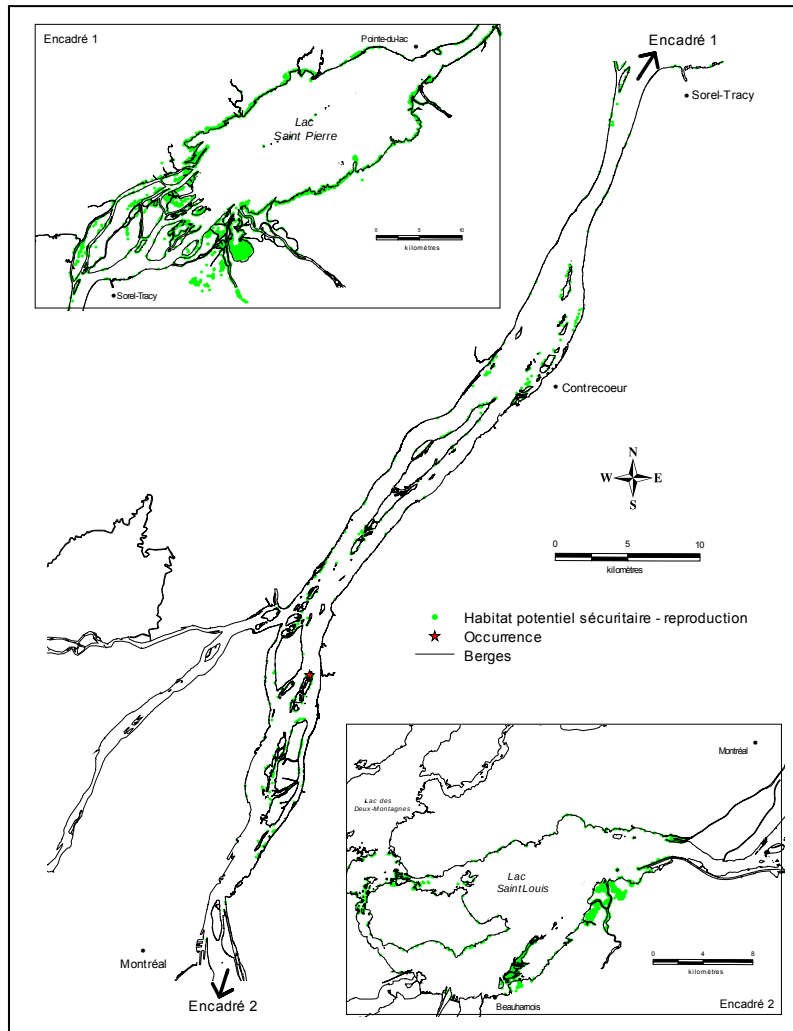


Figure 3.3 : La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du rôle jaune en 1999

3.2.2.5 Les risques, incertitudes et recommandations

L'indicateur de performance offre un taux de confiance passable. D'abord, les données de littérature ne sont pas très abondantes. Par contre elles proviennent en bonne partie de la zone d'étude. Le jugement d'un expert a aussi aidé à l'élaboration de l'IP. Un principe de précaution a été utilisé pour bâtir l'IP et les valeurs obtenues sont conservatrices. Pourtant, les deux observations disponibles pour la validation ne correspondent pas à l'habitat prédit. Il faut toutefois noter que ces observations ne sont pas des positions de nids mais bien celles d'individus, qui peuvent être en déplacement ou en alimentation dans des habitats qui ne correspondent pas aux caractéristiques sélectionnées dans le modèle.

D'autres éléments de risque et d'incertitude se doivent aussi d'être considérés avant d'utiliser cet IP :

- 1) Bien que suspectée, la reproduction du râle jaune n'a jamais été confirmée dans le secteur d'étude. Les secteurs couverts par cet IP seraient marginaux pour la reproduction de cette espèce;
- 2) Les risques d'inondation des nids auraient dû être calculés entre le QM 18 et le QM 23 mais ont plutôt été calculés entre les QM 20 et QM 23. L'IP perd de sa sensibilité aux QM 18 et 19 et surestime probablement la superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible à cette période;
- 3) Les modèles de prairies humides offrent une performance moyenne;
- 4) Chacun des modèles de végétation a un poids égal dans l'algorithme final. Certains des modèles utilisés sont beaucoup plus représentatifs des conditions recherchées (MH) alors que d'autres offrent un potentiel moins grand (MH_E, MH_A et MPP).

Cet IP peut être utilisé dans l'analyse des différents plans de régularisation mais sous certaines réserves. En effet, ses incertitudes font en sorte qu'il devient hasardeux de déterminer précisément un seuil à partir duquel un plan de régularisation aura des effets significatifs sur l'espèce. Un examen minutieux des résultats des différentes séries temporelles de 100 ans peut toutefois aider à détecter des plans qui présenteraient des épisodes dramatiques pour le râle jaune. Ainsi, même si l'importance de cette espèce en péril et sa sensibilité aux fluctuations de niveaux d'eau ne sont plus à démontrer, il est recommandé de ne pas utiliser la superficie d'habitat potentiel sécuritaire de reproduction du râle jaune comme un « IP clef » dans la sélection du meilleur plan de régularisation pour l'environnement. Il peut cependant être utilisé pour appuyer le plan choisi ou pour identifier des problèmes potentiels. La région des îles de Sorel devrait être utilisée dans l'analyse des différents plans de régularisation. En effet, les habitats de reproduction les plus typiques s'y retrouvent, de même qu'une des observations.

L'utilisation de cet IP doit aussi rester au seul usage de la comparaison des plans de régularisation. En effet, afin d'évaluer correctement l'effet des fluctuations de niveaux d'eau sur cette partie du cycle vital du râle jaune, plusieurs autres variables qui jouent un rôle important dans le succès de reproduction n'ont pas été considérées dans ce travail (p. ex. productivité, prédation, ressources alimentaires, etc.).

L'utilisation d'un modèle prédisant spécifiquement la probabilité d'occurrence du genre *Carex* augmenterait probablement beaucoup la confiance en cet IP.

3.3 La Tortue géographique (*Graptemys geographica*) et la Tortue-molle à épines (*Apalone spinifera*)

Les caractéristiques d'habitat qui sont recherchées par ces deux espèces de tortues aquatiques sont comparables, notamment en période de reproduction. D'ailleurs ces deux espèces sont fréquemment observées aux mêmes endroits. Ces deux espèces ont été regroupées dans une seule section, et dans un seul indicateur.

La tortue géographique est une espèce désignée « Préoccupante » par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC). L'espèce est inscrite à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Les individus, leur résidence (p. ex. hibernacle) et leurs habitats essentiels sont donc légalement protégés. Par contre, il n'y a pas d'habitat essentiel identifié actuellement dans l'aire d'étude. Le plan de rétablissement ou le plan d'actions pourrait en identifier au cours des prochaines années. Le gouvernement du Québec a aussi désigné l'espèce comme « Vulnérable ». Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.

La tortue-molle à épines est une espèce désignée « Menacée » par le COSEPAC. L'espèce est inscrite à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Les individus, leur résidence (p. ex. hibernacle) et leurs habitats essentiels sont donc légalement protégés. Par contre, il n'y a pas d'habitat essentiel identifié actuellement dans l'aire d'étude. Le plan de rétablissement ou le plan d'actions pourrait en identifier au cours des prochaines années. Le gouvernement du Québec a aussi désigné l'espèce comme « Menacée ». Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.

3.3.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines

La littérature scientifique (annexes 3 et 4) confirme que les conditions hydrologiques jouent un rôle important durant la période de ponte et d'incubation de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines. En effet, ces espèces déposent normalement leurs œufs sur les berges, entre 50 cm et 100 cm au-dessus du niveau d'eau. Elles recherchent des zones dénudées de végétation où le substrat est composé de sable ou de gravier.

En détail, voici les grands types d'impacts qu'ont les fluctuations de niveaux d'eau sur la reproduction de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines.

- 1) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations sont de bons indicateurs de la densité de végétation riveraine (Morin *et al.*, 2005);
- 2) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations sont de bons indicateurs de la superficie d'habitat disponible (Plummer, 1976 ; Mittermeier *et al.*, 1992 ; Stukel, 1993 ; Janzen, 1993 ; Dickerson *et al.*, 1999 ; Seburn et Seburn, 2000);
- 3) Les remontées de niveaux d'eau peuvent noyer les embryons (Evermann et Clark, 1916 ; Breckenridge, 1960 ; Plummer, 1976 ; Ewert, 1979 ; Bider et Matte, 1994 ; Doody, 1995 ; Graham et Graham, 1997 ; Seburn et Seburn, 2000 ; GC, 2005).

3.3.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la ponte et l'incubation des oeufs

Les informations disponibles sur la tortue géographique et la tortue-molle à épines ont permis de créer un indicateur de performance qui prend deux éléments en considération : (1) la superficie d'habitat potentiel disponible pour la période de de ponte et d'incubation des oeufs et (2) les risques de noyer les embryons.

Lors de la conception de l'IP, les prémisses suivantes ont été utilisées. Si l'une ou l'autre d'entre elles s'avérait erronée, cet IP perdrait en tout ou en partie sa capacité de répondre aux objectifs de cette étude.

- 1) La disponibilité de l'habitat de nidification et le succès de reproduction sont des facteurs qui influencent de façon significative la taille et l'intégrité des populations de tortues géographiques et de tortue-molles à épines;
- 2) Les réponses prédites de ces espèces face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur une revue de la littérature, sont valides;
- 3) Les modèles et les bases de données utilisés fournissent une estimation précise;
- 4) Les données hydrologiques, qui sont disponibles en *quart-de-mois*, sont représentatives des conditions réelles;
- 5) La transformation des modèles de « 2D » à « 2D simplifié » est correcte (voir Morin *et al.* 2005 pour les détails de la simplification).

3.3.2.1 *Le modèle d'habitat potentiel de nidification*

D'après les informations disponibles de la littérature (*Annexes 3 et 4*), quatre paramètres d'habitat sont importants pour la reproduction des deux espèces de tortues considérées: (1) la densité de végétation, (2) le type de substrat, (3) la profondeur de l'eau et (4) la pente de la berge. Tous ces paramètres sont utilisés pour bâtir le modèle. Bien qu'il ne soit pas spécifiquement un paramètre d'habitat, le domaine vital est aussi un élément à considérer pour l'application de ce modèle. En effet, les habitats de reproduction sont généralement situés à moins de 20 km du site d'hibernation.

La littérature scientifique a aussi permis de déterminer la période de l'année pour laquelle ce modèle est valide. Tout le mois de juin et la première moitié de juillet sont utilisés pour évaluer la superficie d'habitat potentiel de nidification disponible pour la tortue géographique et la tortue-molle à épines.

LA DENSITÉ DE VÉGÉTATION

Les informations disponibles aux annexes 3 et 4 démontrent que la tortue géographique et la tortue-molle à épines recherchent des sites où la végétation est absente ou très peu dense.

LA PROFONDEUR DE L'EAU

Les oeufs sont déposés à des endroits exondés.

LE TYPE DE SUBSTRAT

Les informations disponibles aux annexes 3 et 4 démontrent que la tortue géographique et la tortue-molle à épines déposent presque toujours leurs œufs dans le sable ou dans le gravier.

LA PENTE DE LA BERGE

Les seules données quantitatives disponibles pour décrire la pente de la berge sont de 16° (Doody, 1995) et de 13° (Flaherty et Bider, 1984). Les autres informations présentées aux annexes 3 et 4 sont qualitatives et stipulent un besoin d'une pente douce et graduelle. Une pente maximale de 30° est utilisée dans le modèle d'habitat potentiel de nidification.

L'ALGORITHME FINAL

Aucune étude quantitative n'a été menée pour préciser l'importance relative des caractéristiques d'habitat présent en compte dans le modèle. Puisque ces informations ne sont pas disponibles et qu'il n'est pas possible d'estimer cette importance relative (données insuffisantes), un modèle d'IQH a été utilisé.

Ainsi, l'habitat de nidification de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines est considéré comme présent si les toutes les conditions suivantes sont respectées :

1. Profondeur de l'eau < 0 m;
2. Pente de la berge < 30°;
3. Les polygones de berges ont une des caractéristiques suivantes :
 - a) Plages;
 - b) Végétation du haut du talus = plage ou sol dénudé;
 - c) Végétation du milieu du talus = plage ou sol dénudé;
 - d) Végétation du bas du talus = plage ou sol dénudé;
 - e) Densité de végétation du haut du talus < 5 % et Substrat = sable ou gravier;
 - f) Densité de végétation du milieu du talus < 5 % et Substrat = sable ou gravier;
 - g) Densité de végétation du bas du talus < 5 % et Substrat = sable ou gravier.

3.3.2.2 Les risques d'inonder les œufs

Selon Ewert (1979) et Doody (1995), de courtes périodes d'inondation (moins de 48 heures) suffisent à tuer les embryons de ces espèces de tortues. Ainsi, toutes les portions d'habitat potentiel de nidification qui deviennent inondées durant au moins un QM de la période d'incubation (QM21 à QM46) ont été retranchées afin d'obtenir la superficie d'habitat potentiel qui est sécuritaire pour l'incubation des œufs de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines.

3.3.2.3 La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire

Une seule observation indépendante est disponible au lac Saint-Louis pour valider le modèle d'habitat potentiel sécuritaire de nidification. Cette observation représente un individu, et non un site de reproduction. Les conditions hydrologiques de 1994 ont été simulées afin de correspondre à l'année d'observation (figure 3.4). Cette observation ne concorde pas aux régions sélectionnées par le modèle. Cette mauvaise concordance s'explique probablement par le fait que le segment de rive où l'espèce a été observée n'a pas été complètement caractérisé dans la base de données utilisée. La région sud-ouest du lac Saint-Louis a aussi été visitée (Giguère, obs. pers.) et les habitats potentiels sélectionnés par le modèle correspondent aux besoins de ces espèces en terme d'habitat de nidification. De nombreuses traces d'activités de ponte y ont été observées sans toutefois pouvoir confirmer de quelle espèce il s'agissait.

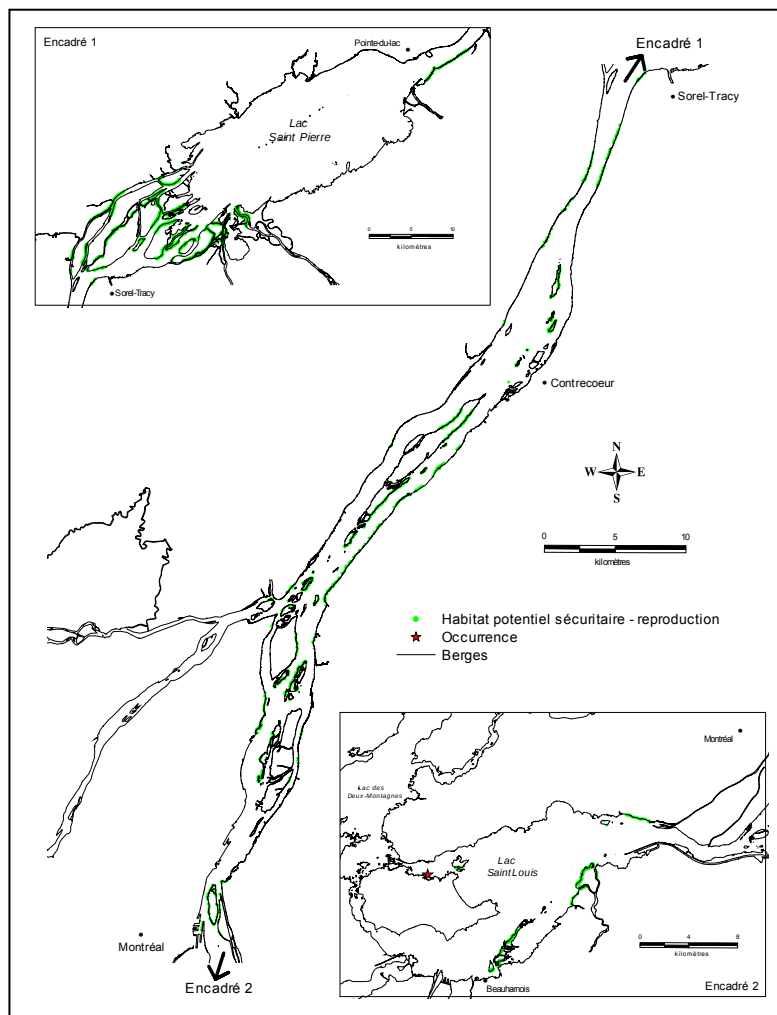


Figure 3.4 : La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines en 1994

3.3.2.4 Les risques, incertitudes et recommandations

L'indicateur de performance offre un taux de confiance acceptable qui permet d'évaluer, sur une base relative, l'effet des différents plans de régularisation sur l'habitat potentiel sécuritaire de nidification de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines. Cet IP a été conçu à partir d'une quantité appréciable de données provenant de la littérature, dont la majeure partie provient de l'extérieur de l'aire d'étude. Le jugement d'un expert a aussi été utilisé pour développer certaines portions de l'IP. Étant donné les sources de données disponibles et la précarité de ces espèces, un principe de précaution a été utilisé pour bâtir l'IP. Les valeurs ainsi obtenues sont conservatrices, sans toutefois qu'elles perdent leur aptitude à comparer les différents plans de régularisation. Le modèle a aussi été validé à partir de visites de terrain.

Aussi, les éléments de risque et d'incertitude suivants se doivent d'être considérés avant d'utiliser cet IP :

- 1) À l'encontre des modèles de végétation utilisés pour d'autres espèces (p. ex. petit blongios), les informations utilisées dans cet IP ne sont pas dynamiques dans le temps. Par exemple, les caractéristiques des berges, comme la densité de végétation, demeurent les mêmes pour chacune des 100 années simulées;
- 2) Certaines sections des berges du lac Saint-Louis ne sont pas prises en considération par le modèle puisqu'elles ne sont pas pleinement caractérisées.

Une limite majeure associée à la source des données et à la méthodologie employée (principe de précaution) est qu'il est difficile de déterminer précisément un seuil à partir duquel un plan de régularisation aura des effets significatifs sur l'espèce. L'utilisation de plusieurs méthodes de comparaison des résultats (métriques), ainsi qu'un examen minutieux des résultats des différentes séries temporelles de 100 ans devraient être effectués pour déterminer si les différences observées entre les plans de régularisation sont significatives.

La sensibilité de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines aux fluctuations de niveaux d'eau, leur importance en tant qu'espèces en péril et la confiance accordée à l'IP permettent de considérer ce dernier comme un « IP clef », qui devrait être utilisé pour la sélection du meilleur plan de régularisation pour l'environnement. La région du lac Saint-Louis devrait être utilisée dans l'analyse des différents plans de régularisation. D'abord, il n'y a pas de sites de reproduction connus dans le secteur d'étude pour la tortue-molle à épines. Ensuite, il n'y a que le lac Saint-Louis qui soit connu pour accueillir la tortue géographique en période de reproduction. C'est aussi la seule portion de l'aire d'étude qui est située à moins de 20 km d'un hibernacle connu (lac des Deux Montagnes).

L'utilisation de cet IP doit aussi rester au seul usage de la comparaison des plans de régularisation. En effet, afin d'évaluer correctement l'effet des fluctuations de niveaux d'eau sur cette partie du cycle vital de la tortue géographique et de la tortue-molle à épines, plusieurs autres variables qui jouent un rôle important dans le succès de reproduction n'ont pas été considérées dans ce travail (p. ex. productivité, prédation, ressources alimentaires, etc.).

3.4 Le Dard de sable (*Ammocrypta pellucida*)

Le dard de sable est une espèce désignée « Menacée » par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC). L'espèce est inscrite à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Les individus, leur résidence et leurs habitats essentiels sont donc légalement protégés. Par contre, il n'y a pas d'habitat essentiel identifié actuellement dans l'aire d'étude. Le plan de rétablissement ou le plan d'actions pourrait en identifier au cours des prochaines années.

3.4.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du dard de sable

La littérature scientifique (annexe 6) confirme que les conditions hydrologiques jouent un rôle important durant la période de reproduction du dard de sable. En effet, cette espèce préfère frayer là où les profondeurs d'eau varient entre 15 cm et 120 cm et où la vitesse du courant est assez forte pour prévenir le dépôt de limon dans les zones de sable.

En détail, voici les grands types d'impacts qu'ont les fluctuations de niveaux d'eau sur la reproduction du dard de sable.

- 1) Les conditions hydrologiques sont de bons indicateurs de la composition du substrat (p. ex. absence d'argile dans les zones où les graviers sont présents) (Morin *et al.*, 2005);
- 2) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations sont de bons indicateurs de la superficie d'habitat disponible (Smith, 1968 ; Facey, 1998 ; Facey et O'brien, 2003);
- 3) Les baisses de niveaux d'eau peuvent être néfastes au développement des œufs et des larves (déduit de la littérature scientifique).

3.4.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction

Les informations disponibles sur le dard de sable ont permis de créer un indicateur de performance (IP) qui prend deux éléments en considération : (1) la superficie d'habitat potentiel disponible pour la période de reproduction (2) les risques de causer la mortalité des œufs et des larves.

Lors de la conception de l'IP, les prémisses suivantes ont été utilisées. Si l'une ou l'autre d'entre elles s'avérait erronée, cet IP perdrait en tout ou en partie sa capacité de répondre aux objectifs de cette étude.

- 1) La disponibilité de l'habitat de reproduction et le succès de reproduction sont des facteurs qui influencent de façon significative la taille et l'intégrité des populations de dards de sable;
- 2) Les réponses prédites du dard de sable face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur une revue de la littérature, sont valides;
- 3) Les modèles et les bases de données utilisés fournissent une estimation précise;
- 4) Les données hydrologiques, qui sont disponibles en *quart-de-mois*, sont représentatives des conditions réelles;
- 5) La transformation des modèles de « 2D » à « 2D simplifié » est correcte (voir Morin *et al.* 2005 pour les détails de la simplification).

3.4.2.1 Le modèle d'habitat potentiel de reproduction

Dans toute la littérature consultée, il n'y a aucun indice qui porte à croire que le dard de sable effectue une migration pour se reproduire. Pour cette raison, les caractéristiques de l'habitat utilisé en période estivale ont aussi été recueillies (annexe 6) afin d'appuyer le choix des paramètres et des valeurs sélectionnés pour le modèle d'habitat potentiel de reproduction.

L'habitat du dard de sable est relativement bien documenté (annexe 6) et plusieurs données quantitatives sont disponibles (Spreitzer, 1979 ; Daniel, 1993 ; Obryen et Facey, 2003). La littérature scientifique mentionne cinq paramètres d'habitat qui sont importants pour la reproduction du dard de sable : (1) la vitesse du courant, (2) le type de substrat, (3) la profondeur de l'eau, (4) la turbidité de l'eau et (5) la densité de végétation. Les trois premiers paramètres sont utilisés pour bâtir le modèle. En ce qui concerne la turbidité, il n'est pas présentement possible de simuler ce paramètre pour le tronçon à l'étude. De son côté, La densité de végétation n'est pas souvent évoquée comme un paramètre d'habitat important pour le dard de sable. Des zones de quelques dizaines de mètres carrés sans végétation semblent satisfaire les besoins de l'espèce (annexe 6). Des caractéristiques aussi fines ne peuvent être captées par le MIRE (rayon de 60 m et plus).

Les informations récoltées ont aussi permis de déterminer la période de l'année pour laquelle ce modèle est valide. Le dard de sable se reproduit lorsque la température de l'eau se situe entre 20,5°C et 23°C. Bon an mal an, ces températures de l'eau sont atteintes entre la deuxième semaine de juin et la mi juillet (QM 22 à QM 26). C'est donc cette période qui est utilisée pour évaluer la superficie d'habitat de reproduction qui est disponible.

LA PROFONDEUR DE L'EAU

Puisqu'il y a peu de données disponibles pour caractériser les profondeurs d'eau utilisées en période de reproduction, la plage de valeurs la plus conservatrice a été utilisée dans le modèle (entre 15 cm et 120 cm) (annexe 6).

LE TYPE DE SUBSTRAT

Que ce soit par des données qualitatives ou quantitatives, la littérature scientifique est unanime sur la préférence que ce poisson a pour les substrats sableux (annexe 6). Le sable serait même le meilleur paramètre explicatif de l'abondance du dard de sable (Daniel, 1993). En période de reproduction, les trois données quantitatives disponibles (Spreitzer, 1979 : Johnston, 1989 ; O'brien et Facey, 2003) indiquent une proportion de sable entre 71,6 % et 87,7 %.

En période estivale, les proportions de sable dans les sites où l'espèce a été capturée sont de plus de 90 % (Bouton, 1986 ; Daniel, 1993). En condition expérimentale, 71 % des individus observés ont sélectionné le sable parmi une gamme de substrats (O'bryen et Facey, 2003). Un exercice similaire a été réalisé par Daniel (1993) sous différentes

vitesse de courant (0 cm/s, 5 cm/s et 15 cm/s). Peu importe la vitesse du courant, 88,7 % des dards de sable observés ont sélectionné le sable parmi la gamme de substrats disponibles.

Les polygones où la composition en sable est supérieure à 70 % ont été retenus par le modèle d'habitat potentiel de reproduction.

LA VITESSE DU COURANT

Les seules données quantitatives disponibles pendant la période de reproduction se situent entre 0 cm/s et 16 cm/s (O'Brien et Facey, 2003). En période estivale, la vitesse du courant serait également une variable explicative de l'abondance du dard de sable (Daniel, 1993). Presque tous les résultats disponibles pour cette période sont inférieurs à 20 cm/s (Daniel, 1993 ; O'Brien et Facey, 2003 ; RSI, 2003). Les vitesses les plus recherchées seraient entre 10 cm/s et 20 cm/s (Daniel, 1993).

Des vitesses de courant entre 0 cm/s et 20 cm/s sont utilisées dans le modèle d'habitat potentiel de reproduction.

L'ALGORITHME FINAL

Une étude quantitative a été menée pour préciser l'importance relative de certaines caractéristiques de l'habitat estival du dard de sable. Selon Daniel (1993), 46 % de la variance de l'abondance des dards de sable serait expliquée par le pourcentage de sable dans l'habitat (X) dans la relation suivante : $Y = 0,076X - 0,44$

Puisque que le poids des autres paramètres n'est pas connu et que ces informations sont valides pour la saison estivale et un cours d'eau différent du Saint-Laurent (i.e. petite rivière), ces résultats ne seront pas utilisés dans le présent travail. Par principe de précaution, un modèle d'IQH est utilisé.

Ainsi, l'habitat de reproduction du dard de sable est considéré comme présent si toutes les conditions suivantes sont respectées :

1. Profondeur de l'eau > 15 cm et < 120 cm;
2. Type et composition du substrat = Sable > 70 %;
3. Vitesse du courant > 0 cm/s et < 20 cm/s.

3.4.2.2 Les risques de causer la mortalité des œufs et des larves

Aucune référence n'a été trouvée dans la littérature scientifique qui stipule que des baisses de niveaux d'eau ont déjà provoquées des effets adverses sur le dard de sable. Malgré cet état de fait, les auteurs considèrent que des profondeurs d'eau inférieures à 10 cm peuvent potentiellement affecter la survie des œufs et des larves du dard de sable. En effet, des profondeurs d'eau de cet ordre peuvent faire en sorte que ces habitats deviennent déconnectés du cours principal du Saint-Laurent. La température de l'eau et la concentration en oxygène dissout à ces endroits pourraient alors devenir néfastes au développement des œufs et des larves du dard de sable.

Ainsi, toutes les portions identifiées par le modèle d'habitat potentiel de reproduction qui voient leur profondeur de l'eau réduite à moins de 10 cm durant au moins un QM de la période de reproduction sont éliminées. On obtient de cette façon la superficie d'habitat potentiel qui est sécuritaire pour la reproduction du dard de sable. Ce risque est calculé entre la deuxième semaine de juin (QM 22) et la troisième semaine de juillet (QM 27).

3.4.2.4 La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire

Dans le secteur d'étude, il n'y a pas d'observation connue de dard de sable en période de reproduction. Historiquement, cette espèce a été capturée dans les rivières : Châteauguay, Yamaska et Saint-François. Les exutoires des ces rivières correspondent aux paramètres sélectionnés dans le modèle. Dans le fleuve Saint-Laurent, le dard de sable a aussi été capturé historiquement dans le Chenal aux Ours. Dépendamment des conditions hydrologiques, certaines portions du Chenal aux Ours sont mises en exergue par le modèle. En 2002, quatre sites ont été répertoriés précisément à la fin d'août. Puisque l'espèce ne semble pas effectuer de migration pour la reproduction et que l'habitat d'été et de reproduction semblent similaires, un débit estival similaire à celui enregistré lors des inventaires a été simulé pour valider le modèle. Les quatre observations ne correspondent pas aux régions sélectionnées par le modèle (figure 3.5). Après vérification, les quatre observations correspondent aux caractéristiques utilisées sauf pour la composition de sable dans les polygones de substrats. Au lieu d'avoir une composition en sable qui est supérieur à 70 %, les polygones où les dards de sable ont été capturés ont une composition en sable de 40 %. Il est à noter que les régions sélectionnées comme habitat potentiel par le modèle n'ont pas visitées lors de ces inventaires. Il est possible que le dard de sable y réside.

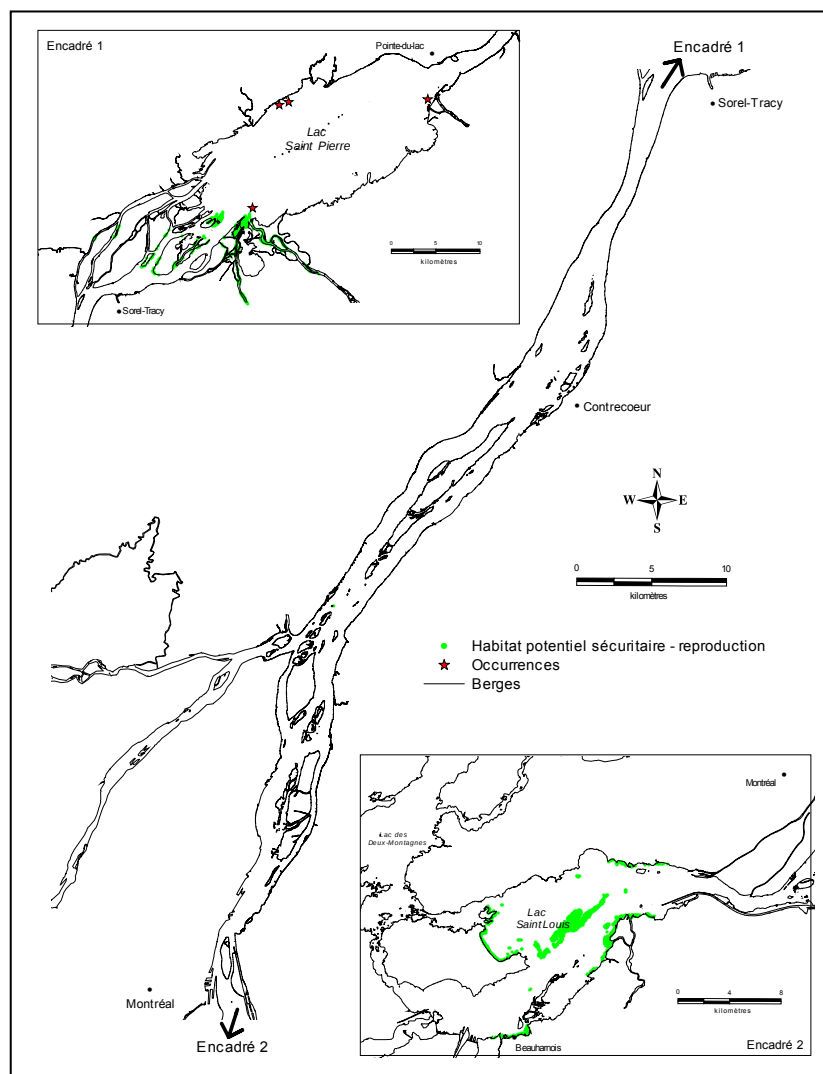


Figure 3.5 : La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du dard de sable pour la saison estivale de 2002

3.4.2.5 Les risques, incertitudes et recommandations

L'indicateur de performance offre un taux de confiance acceptable qui permet d'évaluer, sur une base relative, l'effet des différents plans de régularisation sur l'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction du dard de sable. Les données de littérature sont relativement abondantes et précises pour décrire l'habitat de cette espèce. Ces données viennent en majorité de cours d'eau situés à proximité de l'aire d'étude. Étant donné la source des données utilisée pour bâtir l'IP (revue de littérature) et la précarité de cette espèce, un principe de précaution a été utilisé. Les valeurs ainsi obtenues sont conservatrices, sans toutefois qu'elles perdent leur aptitude à comparer les différents plans de régularisation.

Les éléments de risque et d'incertitude suivants doivent cependant être considérés avant d'utiliser cet IP :

- 1) À l'encontre des modèles de végétation utilisés pour d'autres espèces (p. ex. petit blongios), les informations incorporées dans cet IP ne sont pas dynamiques dans le temps. Par exemple, les caractéristiques de substrats demeurent les mêmes pour chacune des 100 années simulées;
- 2) Les quatre observations estivales précises qui sont utilisées pour valider le modèle ne correspondent pas à l'habitat potentiel prédit par le modèle. La carte des substrats, qui est composée de polygones de plusieurs km², explique ce piètre résultat de validation. En effet, il est plus que possible qu'à l'intérieur de ces larges polygones, des zones où la composition en sable est plus élevée (p. ex. 70 %) soient présentes et colonisées par le dard de sable. Il faut rappeler que cette espèce utilise des superficies d'habitat très petites (quelques dizaines de m²). La qualité de l'information utilisée ne permet tout simplement pas de capter ces zones. Étant donné la confiance élevée qui est accordée aux paramètres et aux valeurs sélectionnées pour bâtir le modèle, les résultats obtenus sont considérés comme représentatifs des besoins de l'espèce pour la reproduction, même si certaines zones utilisées par l'espèce ne sont pas prises en compte.

Une limite majeure associée à la source des données, à la méthodologie employée (principe de précaution) et aux incertitudes soulevées est qu'il devient difficile de déterminer précisément un seuil à partir duquel un plan de régularisation aura des effets significatifs sur l'espèce. L'utilisation de plusieurs méthodes de comparaison des résultats (métriques), ainsi qu'un examen minutieux des résultats des différentes séries temporelles de 100 ans devraient être effectués pour déterminer si les différences observées entre les plans de régularisation sont significatives.

La sensibilité du dard de sable aux fluctuations de niveaux d'eau, son importance en tant qu'espèce en péril et la confiance accordée à l'IP permettent de considérer ce dernier comme un « IP clef », qui devrait être utilisé dans la sélection du meilleur plan de régularisation pour l'environnement. L'ensemble des régions pour lesquelles cet IP a été calculé devrait être utilisé dans l'analyse des différents plans de régularisation.

L'utilisation de cet IP doit rester au seul usage de la comparaison des plans de régularisation. En effet, afin d'évaluer correctement l'effet des fluctuations de niveaux d'eau sur cette partie du cycle vital du dard de sable, plusieurs autres variables qui jouent un rôle important dans le succès de reproduction n'ont pas été considérées dans ce travail (p. ex. productivité, prédation, ressources alimentaires, espèces exotiques, etc.).

L'utilisation des températures de l'eau, plutôt qu'un calendrier fixe comme celui utilisé, permettrait de raffiner la période pour laquelle cet IP est calculé.

3.5 Le Fouille-roche gris (*Percina copelandi*)

Le fouille-roche gris est une espèce désignée « Menacée » par le Comité sur la Situation des Espèces en Périel au Canada. L'espèce est inscrite à l'Annexe 2 de la *Loi sur les espèces en péril*. Seules les espèces inscrites à l'Annexe 1 sont protégées en vertu de cette loi. Ce poisson est présentement sous étude afin d'être inscrit à l'Annexe 1. L'étape de la consultation publique, qui semble favorable à l'inclusion du fouille-roche gris à l'Annexe 1, est maintenant terminée et le ministre doit rendre sa décision finale d'ici la fin de 2005 (Bérubé, 2005). Le gouvernement du Québec a désigné le fouille-roche gris comme une espèce « Vulnérable ». Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.

3.5.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du fouille-roche gris

La littérature scientifique (annexe 7) confirme que les conditions hydrologiques jouent un rôle important durant la période de reproduction du fouille-roche gris. En effet, ce poisson recherche des secteurs caractérisés par une profondeur de l'eau qui varie entre 30 cm et 150 cm et où la vélocité du courant crée un substrat grossier exempt de fines particules (p. ex. argile).

En détail, voici les grands types d'impacts qu'ont les fluctuations de niveaux d'eau sur la reproduction du fouille-roche gris :

- 1) Les conditions hydrologiques sont de bons indicateurs de la composition locale du substrat (Morin *et al.*, 2005);
- 2) Les conditions hydrologiques sont de bons indicateurs de la superficie d'habitat disponible (Winn, 1953 ; Winn, 1958 ; Holden, 1979);
- 3) Les baisses de niveaux d'eau peuvent affecter l'activité de ponte et le développement des œufs et des larves (Winn, 1958 ; Holden, 1979).

3.5.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction

Les informations disponibles sur le fouille-roche gris ont permis de créer un indicateur de performance qui prend deux éléments en considération : (1) la superficie d'habitat potentiel disponible pour la reproduction et (2) les risques d'affecter les activités de ponte ainsi que le développement des œufs et des larves.

Lors de la conception de l'IP, les prémisses suivantes ont été utilisées. Si l'une ou l'autre d'entre elles s'avérait erronée, cet IP perdrait en tout ou en partie sa capacité de répondre aux objectifs de cette étude.

- 1) La disponibilité de l'habitat de reproduction et le succès de reproduction sont des facteurs qui influencent de façon significative la taille et l'intégrité des populations de fouille-roches gris;
- 2) Les réponses prédites du fouille-roche gris face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur une revue de la littérature, sont valides;
- 3) Les modèles et les bases de données utilisés fournissent une estimation précise;
- 4) Les données hydrologiques, qui sont disponibles en *quart-de-mois*, sont représentatives des conditions réelles;

- 5) La transformation des modèles de « 2D » à « 2D simplifié » est correcte (voir Morin *et al.* 2005 pour les détails de la simplification).

3.5.2.1 Le modèle d'habitat potentiel de reproduction

D'après la littérature scientifique, le fouille-roche gris effectue une migration au printemps pour rechercher des conditions spécifiques d'habitat. Il migrerait majoritairement vers des tributaires, mais aussi vers les berges des lacs qui offrent des conditions adéquates (Fish, 1932 ; Winn, 1953 ; Winn, 1958 ; Goodyear *et al.*, 1982 ; Smith, 1985).

D'après les informations disponibles de la littérature (annexe 7), trois paramètres d'habitat semblent particulièrement importants pour la reproduction du fouille-roche gris : (1) la profondeur de l'eau, (2) le type de substrat et (3) la vitesse du courant. Tous ces paramètres sont utilisés pour bâtir le modèle.

L'analyse des informations disponibles à l'annexe 7 a aussi permis de déterminer la période de l'année pour laquelle ce modèle est valide. Le fouille-roche gris se reproduit lorsque la température de l'eau oscille entre 20,5°C et 22,2°C. Dans le secteur d'étude, la période de reproduction serait comprise entre la mi juin et la fin de juillet (QM 23 à QM 28). Cette période est utilisée pour évaluer la superficie d'habitat de reproduction disponible pour le fouille-roche gris.

LA PROFONDEUR DE L'EAU

Puisqu'il y a peu de données disponibles pour caractériser les profondeurs d'eau utilisées en période de reproduction, la plage de valeurs la plus conservatrice a été utilisée dans le modèle (entre 45 cm et 150 cm) (annexe 8).

LE TYPE DE SUBSTRAT

Selon Winn (1958), le type de substrat serait un paramètre de première importance pour la reproduction du fouille-roche gris. Il serait notamment plus important que la vitesse du courant. Les substrats grossiers (graviers, cailloux, roches) sont recherchés par ce poisson, et plus particulièrement le gravier où sont déposés les œufs. La présence de sable est aussi quelques fois notée (annexe 7). La présence de gravier, de cailloux ou de galets est utilisée comme paramètre du modèle d'habitat potentiel de reproduction.

LA VITESSE DU COURANT

Le fouille-roche gris serait plus tolérant à ce paramètre qu'au type de substrat (Winn, 1958). Ce paramètre a toutefois son importance dans ce modèle. En effet, lors d'une étude comportementale menée en aquarium, les adultes reproducteurs restent actifs et en santé lorsque la vitesse du courant est lente mais aucun ne se reproduit (Winn, 1953). En tributaire, l'espèce est toujours retrouvée dans des eaux courantes, les quelques vitesses répertoriées varient entre 29 cm/s et 2 m/s (annexe 7). Ce paramètre n'est pas quantifié pour des habitats lacustres. On mentionne simplement que les conditions hydrologiques doivent créer le type de substrat recherché. Une vitesse de

courant minimale de 5 cm/s a été utilisée dans le modèle d'habitat potentiel de reproduction.

L'ALGORITHME FINAL

Aucune étude quantitative n'a été menée pour préciser l'importance relative des caractéristiques d'habitat prises en compte dans le modèle. Puisque ces informations ne sont pas disponibles et qu'il n'est pas possible d'estimer cette importance relative (données insuffisantes), un modèle d'IQH a été utilisé.

Ainsi, l'habitat de reproduction du fouille-roche gris est considéré comme présent si les toutes les conditions suivantes sont respectées :

1. Profondeur de l'eau > 45 cm et < 150 cm;
2. Type de substrat = gravier ou caillou ou galet;
3. Vitesse du courant > 5 cm/s.

3.5.2.2 Les risques d'affecter la ponte et le développement des œufs et des larves

Les données de la littérature ne sont pas très abondantes et précises à ce sujet (annexe 7). On note toutefois que les activités de reproduction peuvent cesser si le niveau d'eau devient 2 ou 3 fois moindre que la profondeur habituelle (Winn, 1958). Suite à l'analyse des données disponibles, les auteurs ont déterminé que des niveaux d'eau inférieurs à 15 cm pouvaient être néfastes pour la reproduction de l'espèce.

Ainsi, toutes les portions identifiées par le modèle d'habitat potentiel de reproduction qui voient leur profondeur de l'eau réduite à moins de 15 cm durant au moins un QM de la période de reproduction sont éliminées. On obtient de cette façon la superficie d'habitat potentiel qui est sécuritaire pour la reproduction du fouille-roche gris. Ce risque est calculé entre la mi juin (QM 23) et la première semaine d'août (QM 29).

3.5.2.4 La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire

Le modèle a été validé à l'aide de deux observations indépendantes disponibles pour cette période. Ces observations correspondent à des individus, et pas nécessairement à des sites de reproduction. Les conditions hydrologiques de 1999 ont été simulées afin de correspondre à l'année des observations. Une des deux observations correspond à l'habitat prédit alors que l'autre non (figure 3.6). La deuxième observation ne correspond pas à l'habitat potentiel identifié par le modèle parce que la profondeur de l'eau à ce site est inférieure à la plage de valeurs utilisées. Cette observation pourrait s'expliquer par le fait que le fouille-roche gris effectue aussi des migrations nyctémérales. Il s'aventurerait dans des secteurs moins profonds lorsque la luminosité est plus faible pour s'alimenter (Trautman, 1981).

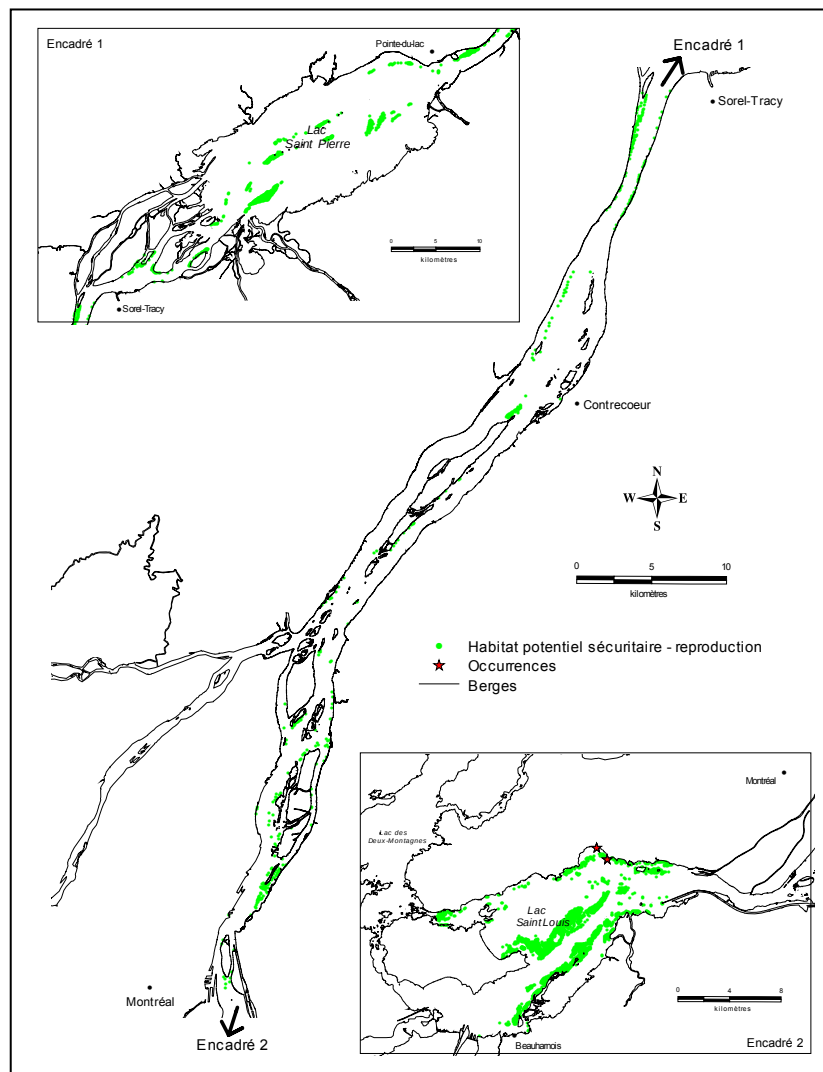


Figure 3.6 : La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du fouille-roche gris en 1999

3.5.2.5 Les risques, incertitudes et recommandations

L'indicateur de performance offre un taux de confiance passable. D'abord, les données de littérature ne sont pas très abondantes pour cette période du cycle vital. Elles proviennent de la région des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent mais pas spécifiquement de la zone d'étude. Un principe de précaution a été utilisé pour bâtir l'IP et les valeurs obtenues sont conservatrices. Une des deux observations disponibles pour la validation correspond à l'habitat prédit.

Plusieurs autres éléments réduisent la confiance en cet IP :

- 1) Bien que peu souvent stipulé dans la littérature scientifique, le fouille-roche gris fait partie de la guilde des « poissons de rivages obligatoires » (Holden, 1979). Cet élément n'a pas été considéré dans le modèle d'habitat potentiel sécuritaire et une

bonne part des habitats identifiés est située loin des berges, au milieu des lacs Saint-Louis et Saint-Pierre (figure 3.6). Ces secteurs ne sont probablement pas propices à la reproduction de l'espèce;

- 2) La portion du Saint-Laurent fluvial qui offre probablement le plus grand potentiel pour la reproduction du fouille-roche gris (secteur des rapides de Lachine) n'est pas prise en compte par cet IP puisqu'il se retrouve dans la région du bassin de Laprairie;
- 3) Le type de substrat semble la caractéristique d'habitat la plus importante pour le fouille-roche gris. La carte des substrats disponible pour le secteur d'étude n'offre pas une très bonne résolution (polygones de plusieurs km²);
- 4) À l'encontre des modèles de végétation utilisés pour d'autres espèces (p. ex. petit blongios), les informations incorporées dans cet IP ne sont pas dynamiques dans le temps. Par exemple, les caractéristiques de substrat demeurent les mêmes pour chacune des 100 années simulées;
- 5) La présence de gravier aurait dû être une condition obligatoire dans l'algorithme final (gravier et caillou ou galet). Cette erreur ne devrait pas avoir de conséquences majeures puisque les polygones qui contiennent des substrats de cailloux et de galets contiennent généralement du gravier;
- 6) Dans les lacs fluviaux, la vitesse du courant n'est pas le seul paramètre qui influence la composition du substrat. L'action des vagues peut aussi être très importante dans la formation des zones de substrats recherchées par le fouille-roche gris. Il aurait peut-être été préférable d'utiliser l'énergie totale au-dessus du substrat comme paramètre puisqu'il prend également en compte l'action des vagues.

Cet IP peut être utilisé dans l'analyse des différents plans de régularisation mais sous certaines réserves. En effet, ses incertitudes font en sorte qu'il devient hasardeux de déterminer précisément un seuil à partir duquel un plan de régularisation aura des effets significatifs sur l'espèce. Un examen minutieux des résultats des différentes séries temporelles de 100 ans peut toutefois aider à détecter des plans qui présenteraient des épisodes dramatiques pour le fouille-roche. Ainsi, même si l'importance de cette espèce en péril et sa sensibilité aux fluctuations de niveaux d'eau ne sont plus à démontrer, il est recommandé de ne pas utiliser la superficie d'habitat potentiel sécuritaire pour la reproduction du fouille-roche gris comme un « IP clef » dans la sélection du meilleur plan de régularisation pour l'environnement. Il peut cependant être utilisé pour appuyer le plan choisi ou pour identifier des problèmes potentiels. La région du lac Saint-Louis devrait être utilisée dans l'analyse des différents plans de régularisation puisqu'on y retrouve la plupart des habitats potentiels de reproduction, ainsi que les seules observations de l'espèce en période de reproduction.

L'utilisation de cet IP doit aussi rester au seul usage de la comparaison des plans de régularisation. En effet, afin d'évaluer correctement l'effet des fluctuations de niveaux d'eau sur cette partie du cycle vital du fouille-roche gris, plusieurs autres variables qui jouent un rôle important dans le succès de reproduction n'ont pas été considérées dans ce travail (p. ex. productivité, prédation, ressources alimentaires, espèces exotiques, etc.).

L'utilisation des températures de l'eau, plutôt qu'un calendrier fixe comme celui utilisé, permettrait de raffiner la période pour laquelle cet IP est calculé.

3.5.3 La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation

Depuis 2001, quelques centaines de fouille-roches gris ont été capturés à 28 sites différents du lac Saint-Pierre et de son archipel. Les données de ces deux secteurs constituent la base de l'analyse effectuée dans la présente section.

La littérature (annexe 7) mentionne que le fouille-roche gris se trouve presque exclusivement à des profondeurs d'eau inférieures à un mètre en période estivale. Les données provenant du RSI corroborent ce fait puisque les 28 observations proviennent de coups de seine, réalisés en moyenne à une profondeur de 54 cm (maximum de 120 cm). Conséquemment, seules les données provenant de la seine ont été conservées pour les étapes subséquentes. La synthèse des résultats est présentée aux tableaux 3.2 et 3.3.

Tableau 3.2 : Les résultats de l'analyse univariée entre l'occurrence du fouille-roche gris et les variables d'habitat. Le sens de la relation (+ ou -) et la probabilité sont présentés (**** = $P < 0,001$; *** = $P < 0,01$; ** = $P < 0,05$; * = $P < 0,15$; NS = non significatif)

VARIABLES HABITAT CODES	SENS	PROBABILITÉ	VARIABLES HABITAT CODES	SENS	PROBABILITÉ
Temp	-	*	V_Pr	+	NS
Cond	+	*	Pr_simu	+	*
Turbi	-	*	V_Ec	-	NS
pH	+	NS	Ec_simu	-	NS
O2	+	NS	V_CD	n/a, données identiques	
P_Moy	-	**	Cd_simu	-	NS
ModVit	-	NS	V_Ms	-	NS
Pente	-	NS	Ms_simu	-	NS
Lumiere	+	*	Ag_simu	+	NS
Klocal	-	NS	V_bryo	n/a, données identiques	
V_dens	-	***	S_Sub1	+	*
Dens_simu	+	NS	S_Galet	n/a, données identiques	
V_Va	-	NS	S_Cail	+	NS
Va_simu	+	NS	S_Grav	+	*
V_Hd	-	NS	S_Sabl	+	NS
Hd_simu	-	NS	S_Argi	+	NS
V_Pp	-	NS	S_Limo	-	*
PP_simu	-	*			

Tableau 3.3 : Les résultats de l'analyse multivariée entre l'occurrence du fouille-roche gris et les variables d'habitat significatives suite à l'analyse univariée. Le sens de la relation (+ ou -) et la probabilité sont présentés (**** = $P < 0,001$; *** = $P < 0,01$; ** = $P < 0,05$; * = $P < 0,15$; NS = non significatif)

VARIABLES HABITAT CODES	SENS	PROBABILITÉ
Temp		
Cond		
Turbi	-	***
P_Moy		
Lumiere		
V_dens	-	****
PP_simu		
S_Limo		
S_Grav		
S_Sub1		
Pr_simu		
Intercept	+	**
Nombre de présences	28	
Nombre d'absences	105	
Cutpoint (%)	21,1	
Rescaled R ² (%)	30,2	
Concordance (%)	80,9	
McNemar Pr	****	

La régression logistique univariée a identifié 11 variables d'habitat significativement reliées à la présence du fouille-roche gris (tableau 3.2), dont deux seulement ont un seuil de probabilité inférieur à 0,01 : la densité de végétation et la profondeur de l'eau moyenne. Ces deux variables et le signe des relations concordent avec les caractéristiques écologiques connues de l'espèce. Les caractéristiques des masses d'eau semblent aussi jouer un rôle pour l'espèce puisque des variables telles que la conductivité, la turbidité et la température de l'eau sont significatives avec un seuil de $P < 0,15$. Malheureusement, il n'est pas possible de corroborer ces résultats puisqu'il n'existe aucune étude exhaustive portant sur l'habitat d'été utilisé par le fouille-roche gris et que la plupart des renseignements disponibles sont anecdotiques. La littérature mentionne toutefois que les substrats graveleux sont généralement recherchés par ce poisson. Cette caractéristique ressort aussi de l'analyse univariée puisque la relation est négative pour le substrat le plus fin (limon), alors qu'elle est positive pour le gravier. D'autre part, les secteurs constitués de substrats plus grossiers sont généralement moins denses en végétation aquatique, ce qui concorde aussi avec les résultats obtenus. Le mode de vie diurne de ce percidé semble aussi appuyer le fait que la lumière soit

positivement associée à l'espèce, alors que la turbidité est reliée négativement à sa présence.

La régression multivariée met en évidence deux principales variables de l'habitat qui expliquent l'occurrence du fouille-roche gris : la turbidité et la densité de végétation (tableau 3.3). Il est intéressant de constater que la profondeur moyenne de l'eau, qui sortait comme la deuxième variable la plus significative lors de l'analyse univariée, a été mise de côté lors de l'analyse multivariée. Les probabilités attribuées aux deux variables retenues sont élevées ($P < 0,01$). Une des deux variables conservées par le modèle correspond à un descripteur de la physicochimie de l'eau (turbidité), alors que l'autre est une caractéristique structurante de l'habitat (densité de végétation).

Les tests évaluant la performance du modèle d'habitat indiquent un coefficient de détermination ajusté et mis à l'échelle relativement élevé par rapport au nombre d'observations ($r^2 = 30,2$; $n = 28$). Le pourcentage de concordance entre les données prédites et les données observées de 80,9 %, le test d'Hosmer et Lemeshow et le test de McNemar ($P < 0,001$), montrent que le modèle prédit les présences et les absences de fouille-roche gris avec une précision élevée.

Malgré ces résultats encourageants, il est recommandé de conserver une certaine prudence à utiliser les résultats de ce modèle d'habitat, principalement à cause du faible nombre d'observations. D'autres campagnes d'échantillonnage devraient être réalisées pour raffiner ce modèle d'habitat du fouille-roche gris ($n > 100$). Aussi, il faudrait arriver à simuler la turbidité afin de pouvoir appliquer ce modèle à tout le secteur d'étude.

3.6 Le Méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*)

Le méné d'herbe est une espèce désignée « Préoccupante » par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC). L'espèce est inscrite à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. Les individus, leur résidence et leurs habitats essentiels sont donc légalement protégés. Par contre, il n'y a pas d'habitat essentiel identifié actuellement dans l'aire d'étude. Le plan de rétablissement ou le plan d'actions pourrait en identifier au cours des prochaines années. Là où il est abondant, le méné d'herbe serait un poisson fourrage important (Scott et Crossman, 1975).

3.6.1 Les liens entre l'hydrologie et la reproduction du méné d'herbe

La littérature scientifique confirme que les conditions hydrologiques jouent un rôle important durant la période de reproduction du méné d'herbe (annexe 8). En effet, ce poisson recherche des herbiers aquatiques pour frayer qui sont caractérisés par des profondeurs d'eau qui varient normalement entre 60 cm et 120 cm et de faibles vitesses de courant.

En détail, voici les grands types d'impacts qu'ont les fluctuations de niveaux d'eau sur la reproduction du méné d'herbe :

- 1) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations et des étiages sont de bons indicateurs de la composition, de localisation et de la densité des herbiers submergés (Morin *et al.*, 2005);
- 2) L'amplitude, la durée et la récurrence des inondations sont de bons indicateurs de la superficie d'habitat disponible (Briggs, 1948 ; Balon, 1975 ; Prowse et Conly, 1996);
- 3) Les baisses de niveaux d'eau peuvent assécher les œufs et les larves (dédit de Holm *et al.*, 1999).

3.6.2 La superficie d'habitat potentiel sécuritaire disponible pour la reproduction

Les informations disponibles sur le méné d'herbe ont permis de créer un indicateur de performance (IP) qui prend deux éléments en considération : (1) la superficie d'habitat potentiel disponible pour la reproduction et (2) les risques qu'une baisse du niveau de l'eau assèche les œufs et les larves.

Lors de la conception de l'IP, les prémisses suivantes ont été utilisées. Si l'une ou l'autre d'entre elles s'avérait erronée, cet IP perdrait en tout ou en partie sa capacité de répondre aux objectifs de cette étude.

- 1) La disponibilité de l'habitat de reproduction et le succès de reproduction sont des facteurs qui influencent de façon significative la taille et l'intégrité des populations de ménés d'herbe;
- 2) Les réponses prédites du méné d'herbe face aux conditions hydrologiques, qui sont basées sur une revue de la littérature, sont valides;
- 3) Les modèles et les bases de données utilisés fournissent une estimation précise;
- 4) Les données hydrologiques, qui sont disponibles en *quart-de-mois*, sont représentatives des conditions réelles;

- 5) La transformation des modèles de « 2D » à « 2D simplifié » est correcte (voir Morin *et al.* 2005 pour les détails de la simplification).

3.6.2.1 Le modèle d'habitat potentiel de reproduction

D'après la littérature consultée à l'annexe 8, il ressort que le méné d'herbe n'est pas un bon nageur. Il ne semble pas effectuer de migration pour se reproduire. Pour cette raison, les caractéristiques de l'habitat estival ont aussi été analysées afin d'appuyer le choix des paramètres et des valeurs sélectionnés pour la modélisation de l'habitat de reproduction.

D'après les informations disponibles de la littérature, cinq paramètres d'habitat semblent importants pour la reproduction du méné d'herbe : (1) la densité de végétation submergée, (2) la profondeur de l'eau, (3) le type de substrat, (4) la vitesse du courant et (5) la turbidité. Les quatre premiers paramètres sont pris en compte dans le modèle. Il n'est pas actuellement possible de simuler la turbidité dans le secteur d'étude.

La littérature consultée a aussi permis de déterminer la période de l'année pour laquelle ce modèle est valide. La température de l'eau (entre 17,2°C et 21,7°C) et la durée du jour (15,3 heures) correspondent à la période de ponte du méné d'herbe. Dans le secteur d'étude, cette période comprendrait le mois de juin et la première moitié de juillet (QM 21 à QM 26). Cette période est utilisée pour évaluer la superficie d'habitat de reproduction disponible pour le méné d'herbe.

LA DENSITÉ DE VÉGÉTATION

Que ce soit en période de reproduction ou en période estivale, les sites occupés par le méné d'herbe sont tous caractérisés par une densité modérée ou forte de végétation submergée. Un auteur (Harrington, 1947b ; 1947c) fait ressortir que le méné d'herbe semble particulièrement rechercher les zones de *Myriophyllum spicatum* en période de reproduction. Par principe de précaution, seule la densité de la végétation submergée a été conservée comme paramètre du modèle, sans égard aux espèces qui la compose. De façon générale, les modèles d'habitat 2D des plantes submergées ont des rendements très élevés. Par exemple, le modèle du myriophylle à épi est basé sur un échantillonnage de plus de 5 000 sites. Les rendements en taux de classification correcte sont élevés en validation et en calibration avec des résultats de 81,3 % à 86,3 % (Turgeon et Morin 2005).

LA PROFONDEUR DE L'EAU

En période de reproduction, les données disponibles varient entre 45 cm et 120 cm. Les profondeurs les plus propices seraient entre 45 cm et 75 cm (annexe 8). La majorité des données récoltées en période estivale varient également entre 45 cm et 120 cm. Cette plage de données est utilisée comme paramètre du modèle d'habitat potentiel de reproduction.

LE TYPE DE SUBSTRAT

En période de reproduction, le méné d'herbe a été observé au-dessus de substrats d'argile et de limon. En période estivale, le substrat des sites occupés par l'espèce est principalement composé de limon, d'argile et de sable (annexe 8). Les polygones de substrats qui sont composés de plus de 10 % de limon, d'argile ou de sable sont recherchés par le modèle d'habitat potentiel de reproduction.

LA VITESSE DU COURANT

Il n'y a aucune valeur quantitative disponible pour caractériser la vitesse du courant dans l'habitat utilisé par le méné d'herbe, que ce soit en période de reproduction et en période estivale. Les données qualitatives spécifient des vitesses de courant faibles ou nulles, avec deux exceptions en période estivale (vitesse modérée). Une vitesse du courant maximale de 15 cm/s a été utilisée pour modéliser l'habitat de reproduction de ce poisson.

L'ALGORITHME FINAL

Aucune étude quantitative n'a été menée pour préciser l'importance relative des caractéristiques de l'habitat de reproduction du méné d'herbe. Puisque ces informations ne sont pas disponibles et qu'il n'est pas possible d'estimer cette importance relative (données insuffisantes), un modèle d'IQH a été utilisé.

Ainsi, l'habitat de reproduction du méné d'herbe est considéré comme présent si toutes les conditions suivantes sont respectées :

1. Index de la densité de végétation > 1.5;
2. Profondeur de l'eau > 45 cm et < 120 cm;
3. Type de substrat = argile > 10 % ou limon > 10 % ou sable > 10 %;
4. Vitesse du courant < 15 cm/s.

3.6.2.2 Les risques d'assécher les œufs et les larves

La présence d'eau libre au-dessus de la végétation submergée (entre 15 cm et 45 cm) est un facteur important dans le choix d'un habitat de reproduction. C'est dans cette couche d'eau libre que les activités de reproduction, y compris la ponte, ont lieu. Une fois pondus, les œufs s'enfoncent dans la colonne d'eau et adhèrent à la végétation, tout comme les jeunes larves (Harrington, 1947a ; 1947c). Si la végétation sur laquelle sont déposés les œufs vient à toucher l'air (croissance de la végétation et/ou baisses du niveau de l'eau), ceux-ci peuvent s'assécher. Suite à l'analyse de ces informations, les auteurs ont déterminé que des niveaux d'eau inférieurs à 30 cm pouvaient provoquer ce type d'effets néfastes pour la reproduction de l'espèce.

Ainsi, toutes les portions identifiées par le modèle d'habitat potentiel de reproduction qui voient leur profondeur de l'eau réduite à moins de 30 cm durant au moins un QM de la période de reproduction sont éliminées. On obtient de cette façon la superficie d'habitat

potentiel qui est sécuritaire pour la reproduction du méné d'herbe. Ce risque est calculé entre le début de juin (QM 21) et la troisième semaine de juillet (QM 27).

3.6.2.4 La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire

Dans le secteur d'étude, il n'y a pas d'observation connue de méné d'herbe en période de reproduction. Par contre, plusieurs observations sont disponibles pour la période estivale. Puisque l'espèce semble utiliser sensiblement le même type d'habitat à ces deux périodes, un débit estival similaire à celui enregistré lors des inventaires a été simulé pour valider le modèle (8 000 m³/s). En 1995, le débit réel moyen pour les deux QM d'inventaire était d'environ 7 800 m³/s. En 2002, le débit réel moyen pour les deux QM d'inventaire était d'environ 8 300 m³/s. Les données de 2001 (environ 6 600 m³/s) et de 1997 (environ 9 900 m³/s) n'ont pas été utilisées puisqu'elles s'écartent trop du débit utilisé de 8 000 m³/s. Le taux de bonnes prédictions est égal à 79,7 % (42 / 49 observations) (figure 3.7).

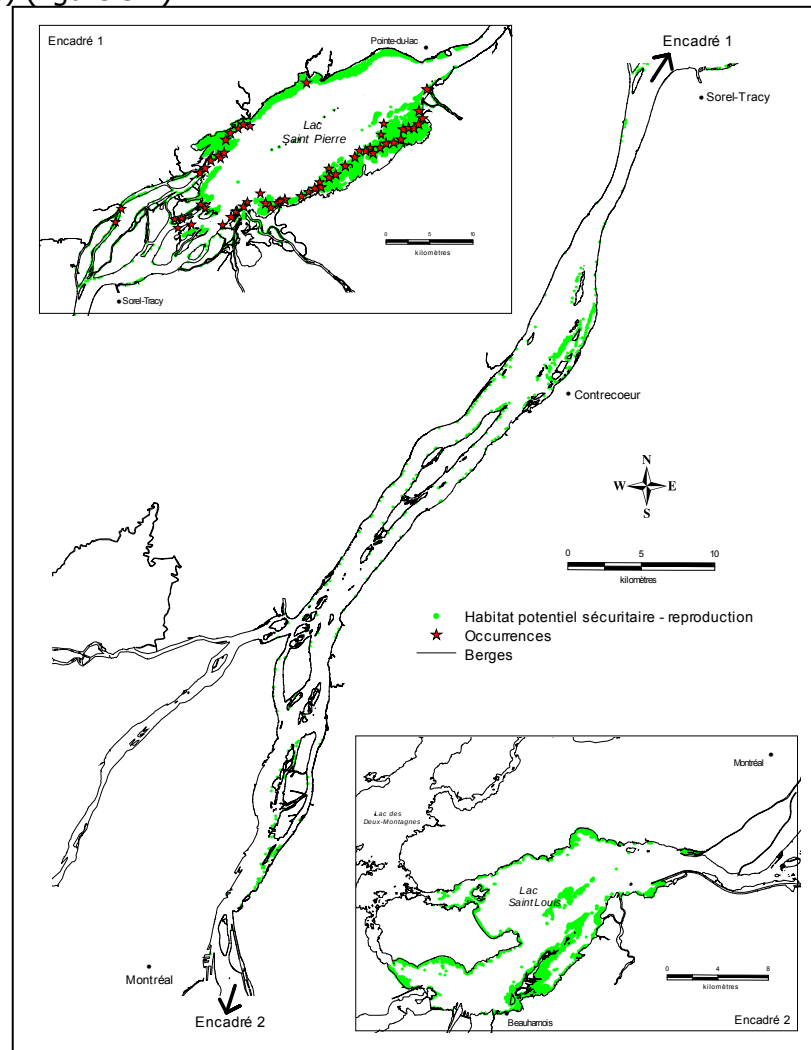


Figure 3.7 : La validation du modèle d'habitat potentiel sécuritaire du méné d'herbe pour un débit estival de 8 000 m³/s

3.6.2.5 Les risques, incertitudes et recommandations

L'indicateur de performance offre un taux de confiance acceptable qui permet d'évaluer, sur une base relative, l'effet des différents plans de régularisation sur l'habitat potentiel sécuritaire de reproduction du méné d'herbe. Les données de littérature ne sont pas très abondantes pour cette période du cycle vital, notamment pour le secteur d'étude. Étant donné la source des données et la précarité de cette espèce, un principe de précaution a été utilisé pour bâtir l'IP. Les valeurs ainsi obtenues sont conservatrices, sans toutefois qu'elles perdent leur aptitude à comparer les différents plans de régularisation. Un autre élément d'incertitude lié à cet IP est que les risques de mortalité des œufs et des larves n'ont pas été calculés avec le bon seuil. Au lieu d'utiliser un seuil de profondeur de l'eau de 30 cm, les calculs ont été effectués avec un seuil de 15 cm. Certaines baisses de niveaux d'eau potentiellement dangereuses n'ont donc pas été captées par l'IP. Cependant, les baisses de niveaux d'eau les plus dommageables ont été prises en compte. Cette erreur, qui est constante pour tous les plans de régularisation, n'est pas considérée comme majeure et l'IP ne perd pas son aptitude à comparer les plans de régularisation. Le modèle a aussi été validé à partir d'observations indépendantes qui correspondent bien avec l'habitat prédit.

Une limite majeure inhérente aux incertitudes relevées est qu'il est difficile de déterminer précisément un seuil à partir duquel un plan de régularisation aura des effets significatifs sur l'espèce. L'utilisation de plusieurs méthodes de comparaison des résultats (métriques), ainsi qu'un examen minutieux des résultats des différentes séries temporelles de 100 ans devraient être effectués pour déterminer si les différences observées entre les plans de régularisation sont significatives.

La sensibilité du méné d'herbe aux fluctuations de niveaux d'eau, son importance en tant qu'espèce en péril et la confiance accordée à l'IP permettent de considérer ce dernier comme un « IP clef », qui devrait être utilisé dans la sélection du meilleur plan de régularisation pour l'environnement. La région du lac Saint-Pierre devrait être utilisée pour analyser les différents plans de régularisation puisque c'est la région où la plus grosse population du Québec est établie.

L'utilisation de cet IP doit aussi rester au seul usage de la comparaison des plans de régularisation. En effet, afin d'évaluer correctement l'effet des fluctuations de niveaux d'eau sur cette partie du cycle vital du méné d'herbe, plusieurs autres variables qui jouent un rôle important dans le succès de reproduction n'ont pas été considérées dans ce travail (p. ex. productivité, prédation, ressources alimentaires, espèces exotiques, etc.).

L'utilisation des températures de l'eau, plutôt qu'un calendrier fixe comme celui utilisé, permettrait de raffiner la période pour laquelle cet IP est calculé.

3.6.3 La superficie d'habitat potentiel disponible pour la croissance et l'alimentation

Depuis 2001, plus de 3 000 ménés d'herbe ont été capturés à 63 sites différents du tronçon fluvial, des îles de Sorel et du lac Saint-Pierre. Les données de ces trois secteurs constituent la base de l'analyse effectuée dans la présente section.

La littérature (annexe 8) mentionne que le méné d'herbe se trouve presque exclusivement à des profondeurs d'eau inférieures à 1,5 mètre à cette période de l'année. Les données provenant du RSI corroborent ce fait puisque l'ensemble des captures provenait des coups de seine, réalisés normalement à une profondeur inférieure à 100 cm. Conséquemment, seules les données provenant de la seine ont été conservées pour les étapes ultérieures. Le taux d'oxygène dissout et le pH, qui n'ont pas été mesurés à chaque station d'échantillonnage, indiquaient de fortes variations autant au niveau spatial que dans la colonne d'eau. Il a donc été décidé de retirer ces deux paramètres des analyses pour utiliser le nombre maximum de stations d'échantillonnage disponibles et pour éviter les biais reliés à l'échantillonnage. La synthèse des résultats est présentée aux tableaux 3.4 et 3.5.

Tableau 3.4 : Les résultats de l'analyse univariée entre l'occurrence du méné d'herbe et les variables d'habitat. Le sens de la relation (+ ou -) et la probabilité sont présentés (**** = $P < 0,001$; *** = $P < 0,01$; ** = $P < 0,05$; * = $P < 0,15$; NS = non significatif).

VARIABLES HABITAT CODES	SENS	PROBABILITÉ	VARIABLES HABITAT CODES	SENS	PROBABILITÉ
Temp	-	NS	Pr_simu	+	****
Cond	-	NS	V_Ec	+	NS
Turbi	-	*	Ec_simu	-	****
P_Moy	-	*	V_CD	+	NS
ModVit	-	***	Cd_simu	-	****
Pente	-	****	V_Ms	+	NS
Lumiere	+	NS	Ms_simu	-	***
Klocal	-	****	Ag_simu	+	****
V_dens	+	****	V_bryo	-	**
Dens_simu	+	****	S_Sub1	-	**
V_Va	+	***	S_Galet	-	NS
Va_simu	+	****	S_Cail	-	NS
V_Hd	-	NS	S_Grav	-	NS
Hd_simu	-	****	S_Sabl	+	NS
V_Pp	-	NS	S_Argi	-	****
PP_simu	+	**	S_Limo	+	****
V_Pr	+	****			

Tableau 3.5 : Les résultats de l'analyse multivariée entre l'occurrence du méné d'herbe et les variables d'habitat significatives suite à l'analyse univariée. Le sens de la relation (+ ou -) et la probabilité sont présentés (**** = $P < 0,001$; *** = $P < 0,01$; ** = $P < 0,05$; * = $P < 0,15$)

VARIABLES HABITAT CODES	SENS	PROBABILITÉ
Turbi		
P_Moy		
ModVit		
Pente		
Klocal		
V_dens	+	****
Dens_simu		
V_Va		
Va_simu	+	****
Hd_simu		
PP_simu		
V_Pr		
Pr_simu		
Ec_simu		
Cd_simu		
Ms_simu	-	**
Ag_simu		
V_bryo		
S_Sub1		
S_Argi		
S_Limo	+	**
Intercept	-	****
Nbre de présences	63	
Nbre d'absences	179	
Cutpoint (%)	26,0	
Rescaled R ² (%)	59,1	
Concordance (%)	92,4	
McNemar Pr	****	

La régression logistique univariée a identifié que la présence du méné d'herbe est potentiellement reliée à 21 des 33 variables d'habitat (tableau 3.4). Sur ces 21 variables, 13 sont très significatives ($P < 0,001$), dont neuf sont associées à la végétation. Bien que fragmentaires, les caractéristiques connues sur les habitats fréquentés par le méné d'herbe (annexe 8) concordent avec les résultats obtenus. C'est notamment le cas de la densité de végétation, de la présence de *Vallisneria americana* et *Potamogeton sp.*, du type de substrat et de la vitesse du courant. Au niveau des variables physicochimiques, seule la turbidité présente un seuil de probabilité significatif ($P = 0,096$). Il est vraisemblable que la turbidité et d'autres variables physiques soient partiellement incluses

dans le modèle d'habitat multivarié via les plantes car les variables ne sont pas complètement indépendantes. Il faudrait développer un échantillonnage plus détaillé pour évaluer l'effet du pH et de la concentration en oxygène dissout sur la présence du méné d'herbe.

La régression multivariée met en évidence quatre variables d'habitat qui expliquent principalement l'occurrence du méné d'herbe : la densité de végétation, la probabilité de présence de *Vallisneria americana*, le pourcentage de limon et la probabilité de présence de *Myriophyllum spicatum* (tableau 3.5). Comme le laissait présager l'analyse univariée, les caractéristiques physicochimiques ont été mises de côté alors que les variables végétales jouent un rôle de première importance. En effet, la densité de végétation ($P < 0,001$) et la probabilité de présence de *Vallisneria americana* ($P < 0,001$), qui ont toutes deux des relations positives avec la présence du méné, expliquent plus de 53 % de la variance dans le modèle. Combinées au pourcentage de limon ($P = 0,013$; relation positive), la proportion de la variance expliquée atteint 57,2 %. Ces trois caractéristiques ressortent aussi de la littérature (p. ex. Fournier *et al.* 1996). Par contre, la relation négative avec *Myriophyllum spicatum* ($P = 0,029$) est contraire aux résultats de Harrington (1947b), qui associe de façon très étroite cette espèce végétale à la présence du méné d'herbe. Il est aussi intéressant de constater que dans l'analyse univariée, la densité observée de *Myriophyllum spicatum* présentait une relation positive avec l'espèce. Cette relation n'était toutefois pas significative ($P = 0,185$).

Les tests évaluant la performance du modèle d'habitat indiquent un coefficient de détermination ajusté et mis à l'échelle très élevé par rapport au nombre d'observations ($r^2 = 59,1$ avec $n = 62$). Le pourcentage de concordance entre les données prédites et les données observées de 92,4 %, le test d'Hosmer et Lemeshow et le test de McNemar ($P < 0,001$) montrent que le modèle prédit les présences et les absences de méné d'herbe avec une précision élevée.

Avant d'appliquer ce modèle d'habitat à tout le Saint-Laurent fluvial, il est recommandé d'une part de conduire d'autres campagnes d'échantillonnage pour augmenter l'effectif des stations où le méné d'herbe est présent ($n > 100$). D'autre part, la correspondance entre la végétation observée et simulée devrait être validée solidement car ce paramètre joue un rôle capital dans le modèle. Aussi, les analyses univariée et multivariée pourraient être reconduites uniquement avec la liste des variables de végétation observée sur le terrain (le modèle incluait aussi les variables de végétation prédites). On validerait ainsi le choix des variables, le signe des relations et leur degré de signification.

3.7 Les autres espèces

Les impacts des fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent n'ont pas été évalués pour sept espèces en péril, bien qu'elles satisfassent aux critères énoncés à la section 2.2. Ces espèces sont : la rainette faux-grillon de l'Ouest, l'aloise savoureuse, le chevalier cuivré, l'ail des bois, l'arisème dragon, la carmantine d'Amérique et le podophylle pelté.

3.7.1 La Rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata triseriata*)

La rainette faux-grillon de l'Ouest est désignée « Vulnérable » par le gouvernement du Québec. Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Le COSEPAC a évalué cette espèce et lui a donné le statut de « Non en péril » à l'échelle nationale.

Cette espèce a échappé à l'étude de 2002-2003. Aucune occurrence n'avait été détectée à ce moment. La seule population connue de cet anouë dans le secteur d'étude est située dans les Îles de Boucherville. Selon le modèle numérique de terrain, cette occurrence est située à environ 10,30 m au-dessus du niveau moyen des mers (NMM), dans un secteur boisé. En prenant la station de jaugeage de Varennes (qui n'est pas très loin de Boucherville), le niveau de l'eau atteindrait 9,06 m au-dessus du NMM pour un débit extrême de 20 500 m³/s. Ce débit correspond approximativement à une récurrence d'inondation de 1 / 7 000 ans. Les risques qu'un événement de cette ampleur se produise sont donc très minimes. Les critères mis en place pour d'autres usages (p. ex. inondation des propriétés riveraines) réduisent d'autant plus les chances qu'un tel événement se produise. Ces informations correspondent aux propos de Dumas (2003), qui indique que la reproduction de cette espèce n'est pas directement reliée à l'hydrologie du Saint-Laurent mais plutôt aux mares temporaires qui sont alimentées par les eaux de fonte au printemps.

Des têtards de cette espèce auraient été capturés dans un des chenaux qui séparent ce groupement d'îles à l'été 2003 (Armellin, 2003). Si ces têtards sont réellement de cette espèce, l'hydrologie du fleuve aurait une influence certaine sur l'espèce. Cependant, les têtards de la rainette faux-grillon de l'Ouest peuvent être très facilement confondus avec ceux de la rainette crucifère. Pour avoir la certitude qu'il s'agisse bien de cette espèce, il faut regarder attentivement les détails des pièces buccales et même faire métamorphoser les têtards en adultes pour être complètement certain (Rodrigue, 2004). Si cette observation est validée par les pairs, il faudrait procéder à une analyse plus détaillée des impacts des fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent sur cette espèce.

3.7.2 L'Alose savoureuse (*Alosa sapidissima*)

À l'échelle nationale, l'alse savoureuse n'a pas été évaluée par le COSEPAC. De son côté, le gouvernement du Québec protège cette espèce « Vulnérable » depuis septembre 2003. Les individus sont donc protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.

Malgré cette désignation qui est survenue à une étape déjà avancée de l'Étude, les efforts nécessaires ont été déployés afin de déterminer s'il était possible d'évaluer les impacts des fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent sur cette espèce. Les informations pertinentes sont résumées ici plutôt que de façon exhaustive comme pour les autres espèces considérées (annexes 1 à 12).

L'alse savoureuse est un poisson anadrome qui passe la majeure partie de sa vie dans les eaux côtières océaniques (Scott et Crossman, 1975). Seule la reproduction et les premiers mois de vie se déroulent en eau douce (Hollis, 1948 ; Carscadden et Leggett, 1975). Dans tout le réseau hydrographique du Saint-Laurent, la seule frayère d'alse savoureuse connue se situe un peu en aval de la centrale hydroélectrique de Carillon. Des sites de fraie sont également suspectés en différents points des lacs Saint-Pierre et Saint-Louis mais leur utilisation n'a pu être vérifiée (MRNF, 2005). Au nord de l'aire de distribution, la reproduction a lieu à la fin de juin (Leach, 1925) et en juillet (Cheek, 1968), lorsque la température de l'eau varie entre 14°C et 21°C (Walburg et Nichols, 1967). Les larves grossissent rapidement et se transforment en juvéniles environ quatre à cinq semaines après l'éclosion (Leim, 1924). Les juvéniles amorcent leur dévalaison lorsque la température de l'eau descend sous les 15,5°C (Leggett et Whitney, 1972). Au Québec, cette période correspond aux mois d'août et septembre. Leur abondance dans l'estuaire salin (estuaire moyen et maritime) semble atteindre un maximum vers la mi-octobre (MRNF, 2005). Selon Hildebrand (1963), le stade le plus critique du cycle de vie a lieu au stade larvaire, lorsque le sac vitellin est complètement absorbé. D'un autre côté, la survie des œufs et des larves est étroitement reliée à la température de l'eau. Les taux maximum de survie seraient atteints lorsque la température de l'eau oscille entre 15,5°C et 26°C (Leim, 1924 ; Marcy, 1972). L'incubation des œufs serait compromise lorsque la température de l'eau est inférieure à 12°C (Leach, 1925) et supérieure à 26,7°C (Leim, 1924). Les refroidissements soudains de la température de l'eau peuvent aussi avoir des effets néfastes sur les juvéniles (MRNF, 2005). La concentration en oxygène dissout (Bradford *et al.*, 1966) et la vitesse du courant (Stier et Crance, 1985) seraient également des caractéristiques importantes pour la survie des œufs et des larves.

À la lecture de ces informations, il est clair que les fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent ont un impact sur les stades de vie les plus critiques de l'alse savoureuse. Malheureusement, il est présentement impossible de préciser l'impact des variations de niveaux d'eau pour cette espèce. En effet, la température de l'eau en période estivale et la concentration en oxygène dissout sont deux variables qu'il n'est actuellement pas possible de simuler. Une fois ces variables disponibles, il serait relativement aisé de poursuivre les recherches sur cette espèce puisqu'elle est bien documentée et que des modèles d'IQH pour ces stades critiques sont déjà connus et publiés (Stier et Crance, 1985).

3.7.3 Le Chevalier cuivré (*Moxostoma hubsi*)

En novembre 2004, le chevalier cuivré a reçu le statut « En voie de disparition » par le COSEPAC. En mai 2005, cette évaluation sera déposée auprès du gouverneur en conseil et après neuf mois de consultation publique, le Ministre rendra sa décision quant à l'ajout ou non de l'espèce à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (Bérubé, 2005). À l'heure actuelle, l'espèce est toujours listée à l'Annexe 2 de la *Loi sur les espèces en péril* comme une espèce « Menacée ». Les espèces inscrites aux Annexes 2 et 3 ne sont pas assujetties aux obligations légales de cette loi. Le gouvernement du Québec a désigné l'espèce comme « Menacée ». Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*.

Un indicateur de performance a été initié en 2003 afin d'évaluer les impacts des fluctuations de niveaux d'eau sur l'habitat potentiel de reproduction du chevalier cuivré. Les effets adverses induits par les fluctuations hydrologiques qui sont répertoriés par Vachon (1999) ; Scott et Crossman (1975) ; Walsh *et al.* (1998) ainsi que Scoppettone et Vinyard (1991) ont permis de confirmer que celles-ci affectent réellement cette espèce, et plus particulièrement en période de reproduction. Les différentes informations sur les limites de la période de reproduction ainsi que les caractéristiques de l'habitat utilisé à cette période ont d'ailleurs été répertoriées et sont présentées à l'annexe 5.

Entre le printemps et l'automne 2004, 20 chevaliers cuivrés présents dans le Saint-Laurent et dans la rivière Richelieu ont fait l'objet d'un suivi télémétrique. Ce projet a permis de démontrer que tous les individus présents dans le Saint-Laurent ont migré vers la rivière Richelieu au début de la période de reproduction (Dumont, 2004). Combinés au fait qu'aucun site de reproduction n'a jamais été répertorié dans le Saint-Laurent, les résultats de ce projet de télémétrie ont mené à l'abandon de cet IP, puisqu'il ne semble pas représenter une situation réelle.

Compte tenu du statut de ce poisson et du fait qu'il est endémique au sud-ouest du Québec, il serait nécessaire de poursuivre les travaux pour évaluer les effets des fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent. L'habitat estival pourrait notamment être utilisé puisque l'espèce y est présente à cette période de l'année.

3.7.4 L'Ail des bois (*Allium tricoccum*)

Au niveau national, l'ail des bois n'a pas été évalué par le COSEPAC. L'espèce est désignée « Vulnérable » au niveau provincial par le gouvernement du Québec. Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Le *Règlement sur les espèces floristique menacées ou vulnérables et leurs habitats* ne protège pas d'habitat dans le secteur à l'étude.

La seule population connue de cette plante, dans le secteur d'étude, est située sur l'Île aux Prunes. Selon le modèle numérique de terrain, cette occurrence est située à environ 8,75 mètres au-dessus du NMM. À cette élévation, il faudrait des fluctuations de niveaux d'eau extrêmes pour que cette colonie soit directement touchée. En effet, même pour un débit à Sorel de 20 500 m³/s (récurrence de 1 / 7 000 ans), cette population ne serait pas directement touchée. Les risques qu'un événement de cette ampleur se produise sont donc très minimes. Les critères mis en place pour d'autres usages (p. ex. inondation des propriétés riveraines) réduisent d'autant plus les chances qu'un tel événement se produise. Ces données correspondent à la littérature (annexe 9) et aux propos de Nault (2003), qui indiquent que l'ail des bois est une plante associée à des groupements forestiers terrestres.

Par contre, cette colonie n'est pas très loin d'une rive en érosion sévère (taux de recul d'environ 1,5 m / an depuis 3 ans) (Dauphin, 2004). Au cours de l'Étude, les ressources n'étaient pas suffisantes pour évaluer les taux de recul qu'auraient provoqué les différents plans de régularisation à cet endroit. Il serait pertinent de mener une telle analyse dans le futur.

3.7.5 L'Arisème dragon (*Arisaema dracontium*)

L'arisème dragon est désignée comme « Préoccupante » par le COSEPAC. Elle est inscrite à l'Annexe 3 de la *Loi sur les espèces en péril*, ce qui fait en sorte qu'il n'y a pas d'interdictions légales qui s'appliquent à cette plante. Au niveau provincial, l'espèce est désignée « Menacée ». Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Le *Règlement sur les espèces floristique menacées ou vulnérables et leurs habitats* protège les habitats suivants de l'aire d'étude :

- une zone d'érablière argentée à frêne rouge d'environ 1,5 hectare, située sur les lots 251 et 252, à la pointe sud-est du plus grand étang du «Grand Marais» de l'île Bouchard, dans l'archipel des îles de Verchères, dans la municipalité régionale de comté de l'Assomption;
- une bande d'érablière argentée à frêne rouge d'environ 2,5 hectares, située sur le lot 793, en bordure ouest du chenal de la pointe nord de l'île Marie, dans l'archipel des îles de Verchères, dans la municipalité régionale de comté de Lajemmerais;
- les lots 278, 279 et 280 ainsi qu'à une bande de 100 mètres de largeur en bordure sud-est des lots 299 et 302 et à la partie du lot 299 situé au sud-ouest du lot 300, situés dans le refuge faunique de la Grande-Île faisant partie de la municipalité de Saint-Ignace-de-Loyola et de la municipalité régionale de comté de D'Autray;
- les lots 805, 806 et 807 de l'île Beauregard, faisant partie de l'archipel des Îles de Verchères, dans la municipalité régionale de comté de Lajemmerais.

Presque toutes les populations d'arisèmes dragon présentes au Québec (23/24) se retrouvent dans la plaine d'inondation du secteur à l'étude. L'analyse des informations présentées à l'annexe 10 confirme que les fluctuations de niveaux d'eau sont primordiales à la survie de cette espèce. Il est aussi connu que la régularisation des niveaux d'eau peut entraîner des effets adverses sur cette plante :

- Il est possible que la régularisation du lac Ontario, qui élimine les inondations de fortes amplitudes, soit responsable du faible taux de germination des graines d'arisème dragon de ce secteur (Yang *et al.*, 1999);
- Le contrôle des crues par les ouvrages de régularisation pourrait nuire au recrutement de l'arisème dragon (Boles *et al.*, 1999);
- La rareté de l'arisème dragon au Québec est due à un ensemble de facteurs, dont la gestion des niveaux d'eau (Provencher, 1999);
- Plusieurs îles peu élevées et non boisées où l'on retrouvait des populations d'arisèmes dragon (Marie-Victorin, 1931) ont été fortement réduites en superficie ou sont entièrement disparues à cause de changements dans les patrons d'érosion et de déposition des sédiments (Lauzon, 1996);
- Des fortes inondations durant la saison de croissance peuvent endommager la tige, les méristèmes et les éléments photosynthétiques (Menges et Waller, 1983);
- L'espèce résiste mal à des changements rapides de conditions de drainage (P. Nantel et J. Labrecque *In* Gilbert, 1997).

Un indicateur de performance qui évalue les impacts des fluctuations de niveaux d'eau sur l'habitat de l'arisème dragon a été initié en 2003. Une ébauche de modèle d'habitat a été effectuée en se basant sur la probabilité d'occurrence de l'érablière argentée à ortie du Canada, qui semble particulièrement associée à la présence de l'arisème dragon (annexe 10). Selon Lauzon (1996), une population viable d'arisème dragon compte au moins 42 individus. Les 18 populations de l'aire d'étude qui satisfont à ce critère ont été utilisées pour valider ce modèle préliminaire. 14 des 18 populations concordent avec les habitats détectés par le modèle (figure 3.6).

Bien que le modèle d'habitat préliminaire capte bien les secteurs utilisés par l'arisème dragon, certains éléments considérés trop risqués ont mené à l'abandon de cet IP. En effet, on ne connaît pas quels sont les seuils à partir desquels l'amplitude, la récurrence et la durée des inondations ou des périodes d'étiages sont néfastes pour l'espèce. Des conditions hydrologiques qui permettent la survie du marécage arboré à ortie du Canada ne signifie pas nécessairement qu'elles permettent la survie des populations d'arisème dragon qui s'y trouve. De plus, le marécage arboré est le type de milieu humide qui est le moins sensible aux fluctuations à court terme des niveaux d'eau puisqu'il faut plusieurs années de conditions particulières afin que des changements de distribution et de superficie soient perceptibles (Turgeon *et al.*, 2005).

En plus d'obtenir les informations qui permettraient de finaliser ce modèle d'habitat, il serait également pertinent d'évaluer le taux d'érosion provoqué par chacun des plans de régularisation pour les sites abritant les populations, notamment ceux protégés.

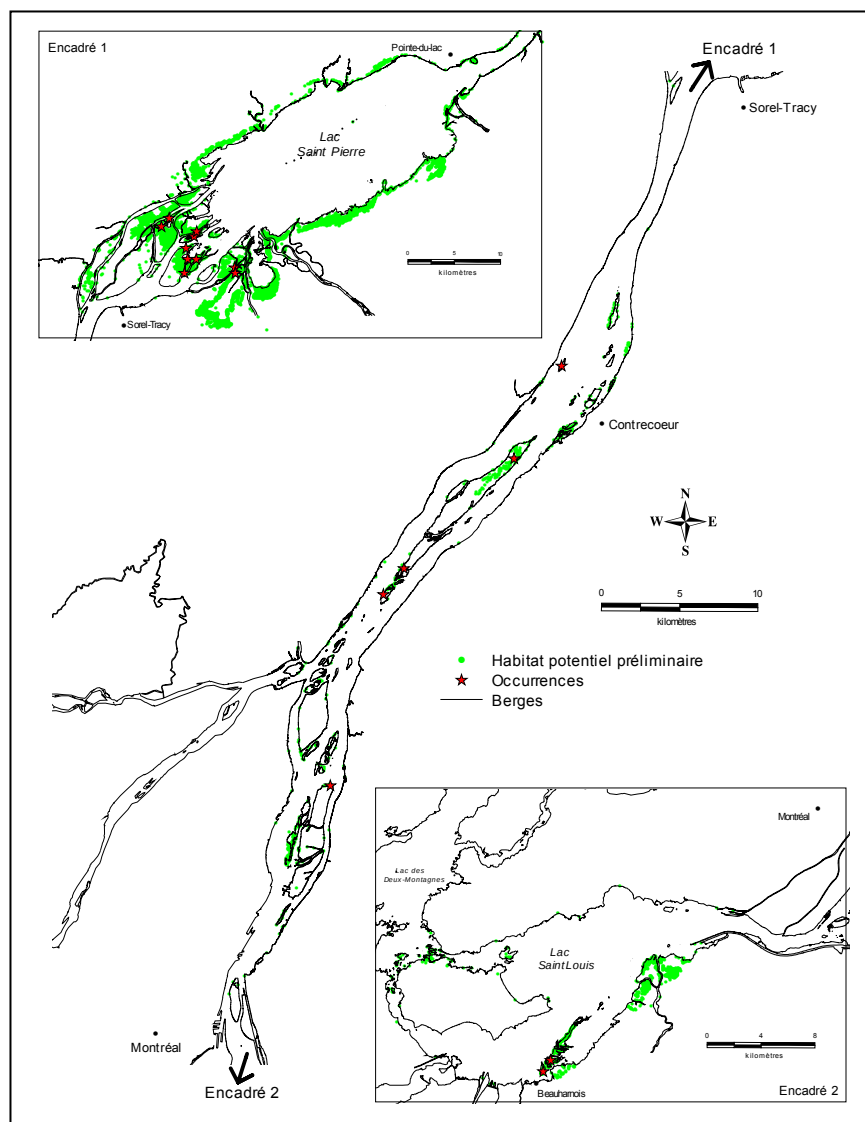


Figure 3.6 : La validation du modèle d'habitat potentiel préliminaire de l'arisème dragon en 2000

3.7.6 La Carmantine d'Amérique (*Justicia americana*)

La carmantine d'Amérique est désignée « Menacée » par le COSEPAC. L'espèce est listée à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*, ce qui apporte une protection légale aux individus et à l'habitat critique. Les habitats critiques seront protégés à partir du moment où ils seront clairement identifiés dans le plan de rétablissement ou le plan d'action de l'espèce. Le gouvernement du Québec a désigné l'espèce comme « Menacée ». Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Le *Règlement sur les espèces floristique menacées ou vulnérables et leurs habitats* protège l'habitat suivant de l'aire d'étude :

- un îlot rocheux nommé île Rock, situé dans les rapides de Lachine, entre l'île des Soeurs et l'île aux Chèvres, dans la municipalité de LaSalle, faisant partie de la Communauté urbaine de Montréal.

La littérature disponible fait ressortir que cette plante typique des plaines d'inondation peut se satisfaire de nombreux types d'habitat et qu'elle tolère une large gamme de conditions hydrologiques. En effet, on peut la retrouver autant sur un substrat humide que dans plusieurs mètres d'eau, autant sur un substrat de cailloux que dans la matière organique, etc. (annexe 11). Un modèle d'habitat bâti selon ces critères identifierait une très grande superficie d'habitat potentiel, alors qu'on ne retrouve qu'une seule colonie dans l'aire d'étude. Il semble donc que les fluctuations hydrologiques du Saint-Laurent ne soient pas, ou très peu, responsable de la distribution limitée de cette espèce au Québec. D'autre part, il n'aurait pas été possible de valider le modèle ou de bâtir un autre type d'IP puisque la population du secteur d'étude se trouve dans le bassin de Laprairie, qui n'est pas pris en compte dans la présente étude. L'ensemble de ces informations ont menées à ne pas considérer davantage cette espèce.

3.7.7 Le Podophylle pelté (*Podophyllum peltatum*)

Au niveau national, le podophylle pelté n'a pas été évalué par le COSEPAC. L'espèce est désignée « Vulnérable » par le gouvernement du Québec. Les individus sont protégés en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Le *Règlement sur les espèces floristique menacées ou vulnérables et leurs habitats* ne protège pas d'habitat dans le secteur à l'étude.

De façon générale, cette espèce utilise des habitats qui ne sont pas influencés par les fluctuations hydrologiques (annexe 12). Il n'aurait donc pas été pertinent d'évaluer les impacts des fluctuations de niveaux d'eau sur l'habitat typique de cette espèce. D'autre part, la seule population connue de cette plante dans le Saint-Laurent fluvial est située dans un marécage arboré de l'île Léonard. Cette île est localisée dans le lac Saint-François, qui n'est pas pris en compte par le modèle numérique de terrain étant donné que les fluctuations de niveaux d'eau y sont négligeables (voir section 2.1).

4 L'ANALYSE DES PLANS DE RÉGULARISATION

Tous les plans de régularisation et les séries temporelles ne sont pas encore disponibles, et il est possible que les plans et les séries analysés dans cette section soient encore modifiés. Pour cette raison, les résultats obtenus dans ce chapitre sont préliminaires et ne devraient pas être appliqués sans être corroborés par une analyse de l'ensemble des plans et séries temporelles en version finale. La présente section recherche deux objectifs : (1) détailler la méthodologie qui a été développée afin d'évaluer les différents plans de régularisation et (2) choisir le meilleur des plans de régularisation actuellement disponibles, pour les espèces en péril.

Six plans de régularisation (A à E et 1958DD) ont été évalués sur 4 séries temporelles différentes (Stochastique (S) 1 à 3 et Historique (H)). L'analyse des résultats se fonde sur les ratios qui sont obtenus entre chacun des plans alternatifs (A à E) et le plan 1958DD. Les deux méthodes d'agrégation suivantes (métriques) ont été utilisées comme bases de comparaison :

1. 1^{er} quartile (Q1) : Le pourcentage de fois où le résultat excède la valeur du premier quartile du plan 1958DD, de la même série temporelle;
2. Moyenne (M) : Le résultat annuel moyen.

Seuls les indicateurs identifiés comme des « IP clefs » sont utilisés pour évaluer les différents plans de régularisation. Les « IP clefs » représentent les espèces suivantes : (1) le petit blongios, (2) la tortue géographique et la tortue-molle à épines, (3) le dard de sable et (4) le méné d'herbe. Les IP développés pour le fouille-roche gris et le râle jaune ne sont pas considérés comme des « IP clefs » (sections 3.2 et 3.5).

Dans une première étape, les ratios entre les plans de régularisation qui donnent une différence de moins de 10 % sont considérés comme ayant des effets non significatifs sur les espèces considérées. Lorsque ce seuil est supérieur à 10 % (en zone grise dans les tableaux 4.1 à 4.4), les résultats des séries temporelles sont regardés attentivement afin de déterminer si la différence est significative (annexe 13). Si les effets sont considérés comme significativement positifs, la cellule correspondante du tableau 4.5 est colorée en vert. Si les effets sont considérés comme significativement négatifs, la cellule correspondante est colorée en rouge. Si un doute subsiste, la cellule correspondante est colorée en jaune. Dans un deuxième temps, les six plans de régularisation sont classés pour chacune des séries temporelles en fonction des deux méthodes d'agrégation (tableau 4.5). Le pire des plans reçoit la cote « 1 » alors que le meilleur plan reçoit la cote « 6 ». Lorsque deux plans de régularisation sont équivalents, ceux-ci obtiennent un pointage identique. La somme des pointages est ensuite effectuée pour l'ensemble des « IP clefs », pour chacun des plans afin de les classer. Dans un dernier temps, les différents plans sont classés en prenant en compte l'ensemble des séries temporelles (tableau 4.6). Le même système de classement est utilisé que dans l'étape précédente. Les plans produisant des effets significatifs sont également coloriés selon le code établi précédemment.

Tableau 4.1 : L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour le petit blongios, en utilisant la moyenne (M) et le premier quartile (Q1) – région totale

SÉRIES	PLANS	M	Q1
H	1958DD	100	100
	A	101	107
	B	103	110
	C	99	103
	D	98	103
	E	105	110
S1	1958DD	100	100
	A	107	112
	B	105	110
	C	98	99
	D	97	97
	E	107	114
S2	1958DD	100	100
	A	103	114
	B	105	111
	C	100	103
	D	100	103
	E	106	111
S3	1958DD	100	100
	A	103	112
	B	106	108
	C	101	105
	D	101	103
	E	107	116
S4	1958DD	100	100
	A	111	116
	B	107	108
	C	97	96
	D	96	96
	E	109	111

Tableau 4.2 : L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour la tortue géographique et la tortue-molle à épines, en utilisant la moyenne (M) et le premier quartile (Q1) – région du lac Saint-Louis

SÉRIES	PLANS	M	Q1
H	1958DD	100	100
	A	98	100
	B	100	106
	C	101	106
	D	101	103
	E	99	103
S1	1958DD	100	100
	A	95	101
	B	98	100
	C	100	105
	D	100	105
	E	97	103
S2	1958DD	100	100
	A	97	100
	B	98	97
	C	100	107
	D	101	107
	E	97	103
S3	1958DD	100	100
	A	98	101
	B	98	99
	C	100	111
	D	101	112
	E	97	99
S4	1958DD	100	100
	A	92	77
	B	96	97
	C	101	104
	D	101	107
	E	95	95

Tableau 4.3 : L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour le dard de sable, en utilisant la moyenne (M) et le premier quartile (Q1) – région totale

SÉRIES	PLANS	M	Q1
H	1958DD	100	100
	A	103	113
	B	100	113
	C	101	107
	D	104	110
	E	100	110
S1	1958DD	100	100
	A	97	101
	B	97	101
	C	98	104
	D	101	105
	E	97	103
S2	1958DD	100	100
	A	102	108
	B	98	105
	C	100	105
	D	101	105
	E	98	111
S3	1958DD	100	100
	A	106	119
	B	100	104
	C	100	109
	D	103	111
	E	99	105
S4	1958DD	100	100
	A	90	63
	B	95	81
	C	99	100
	D	99	100
	E	95	77

Tableau 4.4 : L'évaluation des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour le méné d'herbe, en utilisant la moyenne (M) et le premier quartile (Q1) – région du lac Saint-Pierre

SÉRIES	PLANS	M	Q1
H	1958DD	100	100
	A	105	103
	B	104	97
	C	103	97
	D	103	100
	E	104	97
S1	1958DD	100	100
	A	105	95
	B	103	97
	C	101	97
	D	101	101
	E	104	96
S2	1958DD	100	100
	A	107	112
	B	104	107
	C	103	105
	D	103	107
	E	104	108
S3	1958DD	100	100
	A	109	116
	B	105	108
	C	102	105
	D	103	109
	E	105	107
S4	1958DD	100	100
	A	103	92
	B	103	107
	C	101	100
	D	100	97
	E	104	109

Tableau 4.5 : Le classement des plans de régularisation sous différentes séries temporelles pour les « IP clefs », en utilisant la moyenne (M) et le premier quartile (Q1). Les effets significatifs sont coloriés en rouge (-) ou vert (+) et les fortes présomptions en jaune.

SÉRIES	PLANS	PETIT BLONGIOS		TORTUES		DARD DE SABLE		MÉNÉ D'HERBE		SOMME	RANG
		M	Q1	M	Q1	M	Q1	M	Q1		
H	1958DD	3	1	3	1	1	1	1	2	13	1
	A	4	3	1	1	3	4	4	3	23	5
	B	5	4	3	3	1	4	3	1	24	6
	C	2	2	4	3	2	2	2	1	18	2
	D	1	2	4	2	4	3	2	2	20	3
	E	6	4	2	2	1	3	3	1	22	4
S1	1958DD	3	3	4	1	3	1	1	4	20	1
	A	5	5	1	2	1	2	5	1	22	3
	B	4	4	3	1	1	2	3	3	21	2
	C	2	2	4	4	2	4	2	3	23	4
	D	1	1	4	4	4	5	2	5	26	5
	E	5	6	2	3	1	3	4	2	26	5
S2	1958DD	1	1	3	2	2	1	1	1	12	1
	A	2	4	1	2	4	3	4	5	25	5
	B	3	3	2	1	1	2	3	3	18	2
	C	1	2	3	4	2	2	2	2	18	2
	D	1	2	4	4	3	2	2	3	21	3
	E	4	3	1	3	1	4	3	4	23	4
S3	1958DD	1	1	3	2	2	1	1	1	12	1
	A	3	5	2	3	4	6	5	6	34	6
	B	4	4	2	1	2	2	4	4	23	3
	C	2	3	3	4	2	4	2	2	22	2
	D	2	2	4	5	3	5	3	5	29	5
	E	5	6	1	1	1	3	4	3	24	4
S4	1958DD	3	2	4	4	5	4	1	3	26	3
	A	6	5	1	1	1	1	3	1	19	1
	B	4	3	3	3	3	3	3	4	26	3
	C	2	1	5	5	4	5	2	3	27	4
	D	1	1	5	6	4	5	1	2	25	2
	E	5	4	2	2	2	2	4	5	26	3

Tableau 4.6 : Le classement des plans de régularisation pour l'ensemble des séries temporelles. Les plans produisant des effets significatifs sont coloriés en rouge (-) ou vert (+) et ceux présentant de fortes présomptions d'effets négatifs en jaune.

PLANS \ SÉRIES	H	S1	S2	S3	S4	TOTAL	RANG
E	4	5	4	4	3	20	1
A	5	3	5	6	1	20	1
D	3	5	3	5	2	18	2
B	6	2	2	3	3	16	3
C	2	4	2	2	4	14	4
1958DD	1	1	1	1	3	7	5

Il est d'abord intéressant de constater que 82,8 % des écarts de plus de 10 % répertoriés aux tableaux 4.1 à 4.4 sont bénéfiques aux différentes espèces en péril comparativement au plan 1958DD. Seule la série stochastique S4 produit des écarts de plus de 10 % qui sont négatifs. Un autre point d'intérêt est que le premier quartile détecte beaucoup plus de différences de plus de 10 % que la moyenne. En effet, la moyenne met en évidence deux ratios (6,9 %) qui présentent une différence de plus de 10 % alors que le premier quartile en détecte 27 (93,1 %) (tableaux 4.1 à 4.4). Toujours selon les mêmes tableaux, c'est le petit blongios qui présente le plus de différences supérieures à 10 % (13 fois), suivi du dard de sable (11 fois), des tortues en péril (3 fois) et du méné d'herbe (2 fois). Cependant, après l'examen des résultats des séries temporelles (annexe 13), un seul plan présente des effets négatifs significatifs, au dard de sable (plan A, série S4). Bien qu'il soit plus difficile à déterminer si les effets sont significatifs, les plans B et E (S4) semblent aussi néfastes au dard de sable, alors que le plan A (S4) semble néfaste aux tortues en péril. Les écarts positifs recensés ne sont pas significatifs (annexe 13).

Toutes séries temporelles confondues, ce sont les plans A et E qui finissent *ex æquo* avec le plus haut pointage (tableau 4.6), suivis de près par le plan D. Le plan B et le plan C suivent ensuite et le plan 1958DD termine loin derrière. Bien que le plan A finisse avec le plus fort pointage, ce plan n'est pas recommandable puisqu'en certaines conditions (S4) il peut causer des effets néfastes au dard de sable et aux tortues en péril. L'autre plan qui présente le meilleur pointage (E) est également suspecté de créer des effets néfastes au dard de sable. Par principe de précaution, ce plan ne devrait pas être sélectionné ou devrait faire l'objet de plus amples investigations afin de déterminer si les effets observés sont significatifs ou non. Le plan D, qui fini deux points derrière les plans A et E semble le plus adéquat pour les espèces en péril considérées puisqu'il ne cause aucun effet adverse significatif. Bien que le râle jaune et le fouille-roche gris n'aient pas été utilisés dans cet exercice, les différents résultats des séries temporelles ont été analysés et ces espèces n'entrent pas en contradiction avec le choix du plan D. En effet, peu importe la série temporelle, le râle jaune ne présente pas de différence significative entre deux plans. De son côté et à l'instar du dard de sable et des tortues en péril, le fouille-roche gris semble affecté négativement par le plan A lorsque la série S4 est utilisée.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce travail répond en bonne partie aux attentes de la CMI, qui voulait prendre en considération les espèces en péril dans son processus d'amélioration de la gestion des débits sortant du lac Ontario. Sept espèces en péril, qui sont protégées par la loi et qui sont sensibles aux fluctuations de niveaux d'eau du Saint-Laurent fluvial, ont été représentées dans l'analyse des plans de régularisation par un indicateur de performance. En utilisant ces indicateurs de performance pour analyser les plans de régularisation actuellement disponibles, il appert que les plans de régularisation alternatifs proposés par la CMI sont davantage bénéfiques aux espèces en péril que le plan actuel (1958DD). Les différences entre le plan actuel et les plans alternatifs sont rarement de plus de 10 % pour la tortue géographique, la tortue-molle à épines et le méné d'herbe. Par contre, ces différences sont nettement plus importantes pour le petit blongios et le dard de sable. Jusqu'à présent, seul le plan A (S4) présente des effets significatifs qui sont néfastes pour le dard de sable. Ce plan est aussi suspecté de provoquer des effets adverses à la tortue-molle à épines, à la tortue géographique et au fouille-roche gris, lorsque la série temporelle S4 est utilisée. Le dard de sable est également suspecté d'être affecté négativement par les plans B et E. Avec les données disponibles, c'est le plan D qui semble le plus adéquat pour les espèces en péril considérées puisqu'il ne cause aucun effet adverse significatif. Cependant, ces résultats sont préliminaires et ne devraient pas être appliqués par la CMI sans être corroborés par une analyse de l'ensemble des plans et séries temporelles en version finale. Aussi, il est important de rappeler que les résultats obtenus sont relatifs uniquement à la proportion d'eau provenant du lac Ontario.

Malgré la bonne représentativité des espèces en péril dans l'Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent, certaines espèces particulièrement sensibles aux fluctuations de niveaux d'eau n'ont pu être incorporées dans cette analyse. Les cas de l'aloise savoureuse, du chevalier cuivré, de l'arisème dragon et de la carmantine d'Amérique sont particulièrement éloquentes et suggèrent que d'autres études pourraient s'avérer nécessaires.

D'autres recommandations plus spécifiques permettraient aussi de considérer pleinement les espèces en péril :

- Il est possible que des espèces en péril protégées par la loi soient présentes dans le Saint-Laurent et qu'elles n'aient pas été détectées. Il faudrait donc rester vigilant à la découverte de nouvelles espèces dans le secteur d'étude et les prendre en considération le cas échéant;
- Plusieurs espèces en situation précaire ne sont pas protégées légalement et pourraient faire l'objet d'une démarche similaire à celle développée lors de cette étude (p. ex. brochet vermiculé). Aussi, la situation de plusieurs groupes d'espèces (p. ex. insectes, mulettes) n'est pas bien connue au Québec et certaines espèces en difficulté qui sont sensibles aux fluctuations des niveaux d'eau pourraient être présentes dans le secteur d'étude;

- Il serait important de considérer d'autres périodes que celle de reproduction. Il serait particulièrement important de mener ce type de travaux pour le chevalier cuivré, qui utilise le Saint-Laurent à l'exception de la période de reproduction. La période hivernale est aussi reconnue comme une période critique pour de nombreuses espèces, dont la tortue géographique et la tortue-molle à épines;
- Il faudrait obtenir plus d'observations, à l'aide d'échantillonnage, pour améliorer la précision et la validation des modèles d'habitats utilisés, et pour poursuivre le travail initié en période estivale pour le fouille-roche gris et le méné d'herbe.

RÉFÉRENCES

- Alvo, R. and Robert, M. (1999) Status Report on the Yellow Rail, *Coturnicops noveboracensis*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), 72 pp.
- Armellin, A. (2003) Communication personnelle. Environnement Canada, région du Québec, Centre Saint-Laurent.
- Balon, E.K. (1975) Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. J. Fish. Res. Board. Can., vol. 32, pp. 821-864.
- Bart, H.L. (2000) Anatomy of an extinction : extirpation of the pearl darter *Percina aurora* from the Pearl River system. Assoc. Southeast. Biol. Bull., vol. 47, p. 218.
- Bérubé, M. (2005) Communication personnelle. Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli.
- Bider, J.R. et Matte, S. (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, Québec, 106 p.
- Blair, A.P. (1951) Notes on the herpetology of the Elk Mountain, Colorado. Copeia 1951, vol. 3, pp. 239-240.
- Bodie, J.R., Semlitsch, R.D. et Renken, R.B. (2000) Diversity and structure of turtle assemblage : associations with wetland characters across a floodplain landscape. Ecography, vol. 23, pp. 444-456.
- Bogner, H.E. et Baldassarre, G.A. (2002) Home range, movement, and nesting of least bitterns in western New York. Wilson Bulletin, vol. 114, no. 3, pp. 297-308.
- Boles, R.L., Lovett-Doust, J. et Lovett-Doust, L. (1999) Population genetic structure in green dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). Can. J. Bot., vol. 77, pp. 1401-1410.
- Bookhout, T.A. (1995) Yellow rail, *Coturnicops noveboracensis*. In A. Poole and F. Gill, (eds.) The Birds of North America, No. 139. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and The American Ornithologists' Union, Washington, D.C.
- Bookhout, T.A. et Stenzel, J.R. (1987) Habitat and Movements of breeding Yellow Rails. Wilson Bull., vol. 99, no. 3, pp. 441-447.
- Bradford, A.D., Miller, J.G. et Buss, K. (1966) Bioassays on eggs and larval stages of American shad, *Alosa sapidissima*. In Carlson, F.T. (1968) Suitability of the Susquehanna River for the restoration of shad. U.S. Department of the Interior, Maryland Board of Natural Resources, New York Conservation Department, and Pennsylvania Fish Commission, Washington, D.C., pp. 52-60
- Breckenridge, W.J. (1960) A spiny soft-shelled turtle nest study. Herpetologica, vol. 16, pp. 284-285.
- Briggs, J.C. (1948) the quantitative effect of a dam upon the bottom fauna of a small California stream. Trans. Amer. Fish. Soc., vol. 78, pp. 70-81.
- Cahn, A.R. (1937) The turtles of Illinois. Illinois Biol. Monogr., vol. 16, nos 1-2, pp. 1-218.
- Carscadden, J.E. et Leggett, W.C. (1975) Meristic differences in spawning populations of American shad, *Alosa sapidissima* : evidence for homing to tributaries in the St. John River, New Brunswick. J. Fish. Res. Board Can., vol. 32, no. 5, pp. 653-660.
- Centre Saint-Laurent (1996) Rapport-synthèse sur l'état du Saint-Laurent. Volume 1 : L'écosystème du Saint-Laurent. Environnement Canada – région du Québec, Conservation de l'environnement, Éditions Multimondes, Montréal.

- Cheek, R.P. (1968) The American shad. U.S. Fish Wildl. Serv. Leaflet, no. 614, 13 p.
- Daigle, C. (2004) Communication personnelle. Société de la Faune et des Parcs du Québec,
- Dauphin, D. (2004) Communication personnelle. Environnement Canada, région du Québec, Service canadien de la faune.
- Dauphin, D. et Gagnon, S. (2004) Finalisation des bases de données sur l'érosion des rives du Saint-Laurent entre Cornwall et Trois-Rivières. Rapport final, Environnement Canada, région du Québec, Service canadien de la faune, 9 p. + 12 annexes.
- De Lafontaine, Y. et Despatie, S. (2004) Sensitivity Analysis of the Effect of Hydrological Fluctuations on the Index of Fish Abundance in the Lower St. Lawrence River. Environnement Canada, Report presented to the International Joint Commission, Environmental Technical Working Group, 16 p.
- De Repentigny, L.-G. (2004) Communication personnelle. Environnement Canada, région du Québec, Service canadien de la faune.
- Décret sur l'immunité de la Commission mixte internationale, C.R.C. ch. 1315
- DesGranges, J.-L., J. Ingram, B. Drolet, C. Savage, J. Morin, and D. Borcard. (2005) Lake Ontario- St. Lawrence river water level regulation review: Use of wetland breeding bird evaluation criteria within an integrated environmental response model. IJC final wetland bird technical report (2000-2005).
- Dickerson, D.D., Reine, K.J. et Herrmann, K.L. (1999) Softshell turtle habitats potentially impacted by USACE reservoir operation. EMRRP Technical Notes Collection (TN EMRRP-SI-06), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 7 p.
- DonnerWright, M.D., Bozek, M.A., Probst, J.R. et Anderson, E.M. (1999) Response of turtle assemblage to environmental gradients in the St. Croix River in Minnesota and Wisconsin, USA. Canadian Journal of Zoology, vol. 77, pp. 989-1000.
- Doody, J.S. (1995) A comparative nesting study of two syntopic species of softshell turtles (*Apalone mutica* and *Apalone spinifer*) in Southcentral Louisiana. M. Sc. thesis, Louisiana State University, department of Biological Sciences, 134 p.
- Dumas, R. (2003) Communication personnelle. Ministère des ressources naturelles et de la Faune, direction régionale de Lanaudière.
- Dumont, P. (2004) Communication personnelle. Ministère des ressources naturelles et de la Faune, direction régionale de la Montérégie.
- Dynesius, M. et Nilsson, C. (1994) Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. Science, vol. 266, pp. 753-762.
- Evermann, B.W. et Clark, H.W. (1916) The turtles and batrachians of the Lake Maxinkuckee region. pp. 472-518 In Evermann, B.W. et Clark, H.W. (eds) (1920) Lake Maxinkuckee, A physical and biological survey. Vol. 1 Dep't. Conserv. St. Indiana, publ. no. 7, 660 p.
- Ewert, M.A. (1979) The embryo and its eggs: Development and Natural History. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) Turtles Perspectives and research, John Wiley & Sons, 695 p.
- Facey, D.E. (1998) The Status of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, in Vermont. The Canadian-Field Naturalist, vol. 112, pp. 596-601.
- Facey, D.E. et O'Brien, S.M. (2003) Influence of substrate composition on distribution of Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) in the Poultney River. Unpublished report, Saint-Michael's College, Vermont, 7 p.

- Fish, M.P. (1932) Contributions to the early life histories of sity-two species of fishes from Lake Erie and its tributary waters. Bull. U.S. Bureau of Fisheries 10, vol. 47, pp. 293-398.
- Fitch, H.S. et Plummer, M.V. (1975) A preliminary ecological study of the soft-shelled trutle *Trionyx muticus* in the Kansas River, Israel, Journal of Zoology, vol. 24, pp. 28-42.
- Flaherty, N.C. et Bider, J.R. (1984) Physical Structures and the Social Factor as Determinants of Habitat Use by *Graptemys geographica* in Southwestern Quebec. The American Midland Naturalist, vol. 111, no. 2, pp. 259-266.
- Flora, S.D. (1948) Climate of Kansas. Rep. Kansas State Board Agric., no. 67, 320 p.
- Fournier, D., Cotton, F., Mailhot, Y., Bourbeau, D., Leclerc, J. et Dumont, P. (1996) Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques des habitats lenticques du lac Saint-Pierre et de son archipel en 1995. Ministère de l'Environnement et de la faune, Direction de la faune et des habitats, Direction générale de la Mauricie – Bois-Francs, Direction régionale de la Montérégie, Québec, No Cat. 96-3530-12, 59 p.
- GC – Gouvernement du Canada (2005) Registre de la *Loi sur les espèces en péril*, document Internet, adresse : http://www.registrelep.gc.ca/regs_orders/showASCII_f.cfm?ocid=1256
- Gibbs, J.P. et Melvin, S.M. (1990) An assessment of wading birds and other wetlands avifauna and their habitat in Maine. Final Report, Maine Dept. Inland Fish. Wildl., Bangor.
- Giguère S. et Laporte, P. (2003) Indentification des impacts liés aux fluctuations de niveaux d'eau sur les espèces en péril – Tronçon fluvial du Saint-Laurent (Cornwall à Pointe-du-Lac). Rapport final 2003, Environnement Canada, région du Québec, direction de la Conservation de l'Environnement, Service canadien de la faune, 199 p.
- Gilbert, H. (1997) Réactions prévisibles des espèces végétales forestières en situation précaire en regard des pratiques forestières québécoises. Éco-Service pour le ministère québécois des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, ES-)11-2, 35 pages.
- Goldsmith, W.M. (1944) Notes on the egg laying habits of the softshell turtle. Proc. Iowa Acad. Sci., vol. 51, pp. 447-449.
- Goodyear, C. S., Edsall, T. A., Ormsby Dempsey, D. M., Moss, G. D. et Polanski, P. E. (1982
- Graham, T.E. et Graham, A.A. (1997) Ecology of the Eastern Spiny Softshell, *Apalone spinifera spinifera*, in the Lamoille River, Vermont. Chelonian Conservation and Biology, vol. 2, no. 3, pp. 363-369.
- Harrington, R.W. Jr (1947a) The early Life History of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus* (Cope). Copeia 1947, no. 2, pp. 97-102.
- Harrington, R.W. Jr (1947b) A contribution to the Biology of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus* (Cope). PhD thesis, Cornell University, 126 p.
- Harrington, R.W. Jr (1947c) A contribution to the Biology of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus* (Cope). PhD thesis, Cornell University, 126 p.
- Hildebrand, S.F. (1963) Family Clupeidae. In Fishes of the western North Atlantic, Sears Found. Mar. Res. Mem., vol. 1 no. 3, pp. 293-308.
- Hocutt, C.H. et Wiley, E.O. (1986) The zoogeography of North American Freshwater Fishes. John Wiley & Sons, 866 p.
- Holden, P.B. (1979) Ecology of riverine fishes in regulated stream systems with emphasis on the Colorado River. In Ward, J.V. et Stanford, J.A. (éds) The ecology of regulated streams, Plenum Press, New York, pp. 57-74

- Hollis, E.H. (1948) The homing tendency of shad. *Science*, Washington D.C., vol. 108, no. 2804, pp. 332-333.
- Holm, E., Dumont, P., Leclerc, J., Roy, G. et Crossman, E.J. (1999) COSEWIC Status of the bridle shinner, *Notropis bifrenatus*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, 21 p.
- Hubbs, C. (1972) Some thermal consequences of environmental manipulation of water. *Biol. Conserv.*, vol. 4, no. 3, pp. 185-188
- Janzen, F.J. (1993) The influence on Incubation Temperature and Family on Eggs, Embryos, and Hatchlings of the Smooth Softshell Turtle (*Apalone mutica*). *Physiological Zoology*, vol. 66, no. 3, pp. 349-373.
- Jenkins, R.E. et Burkhead, N.M. (1993) *Freshwater fishes of Virginia*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Jobin, B. et Robillard, L. (2005) Habitats potentiels et effectifs du Petit Blongios sur le territoire du Centre d'essais et d'expérimentation en munitions du ministère de la Défense nationale à Nicolet, Québec, été 2004. rapport préliminaire, Environnement Canada, Service canadien de la faune, 38 p.
- Johnston, C.E. (1989) Spawning in the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* (Pisces: percidea), with comments on the phylogeny of *Ammocrypta* and related taxa. *Transactions of the Illinois State Academy of Sciences*, no. 82, vol. 3,4, pp. 163-167.
- Kroger, R.L. (1973) Biological effects of fluctuating water level in the Snake River, Grand Teton National Park, Wyoming. *American Midland Naturalist*, vol. 89, no. 2, pp. 478-481.
- La Violette, N. et collaborateurs (2003a) Protocole d'échantillonnage terrain et laboratoire : version finale. Réseau de suivi ichthyologique du fleuve Saint-Laurent, archipel du lac Saint-Pierre, Société de la faune et des parcs du Québec, direction de la recherche sur la faune, Québec.
- La Violette, N. et collaborateurs (2003a) Protocole d'échantillonnage terrain et laboratoire : version finale. Réseau de suivi ichthyologique du fleuve Saint-Laurent, archipel du lac Saint-Pierre, Société de la faune et des parcs du Québec, direction de la recherche sur la faune, Québec.
- La Violette, N., Fournier, D., Dumont, P., Mailhot, Y. (2003b) Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 237 p.
- La Violette, N., Fournier, D., Dumont, P., Mailhot, Y. (2003b) Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 237 p.
- Lauzon, L. (1996) Dynamique des populations de *Arisaema dracontium*, plante menacée du sud du Québec. Mémoire de M. Sc., Université du Québec à Montréal, 56 p.
- Leach, G.C. (1925) Propagation and distribution of food fishes, fiscal year 1924. *U.S. Comm. Fish. Rep.*, vol. 1924, pp. 362-440.
- Leggett, W.C. et Whitney, R.R (1972) Water temperature and the migrations of American shad. *U.S. Natl. Mar. Fish. Serv. Bull.*, vol. 70, pp. 659-670.
- Leim, A.H. (1924) The life history of the shad (*Alosa sapidissima* (Wilson)) with special reference to the factors limiting its abundance. *Contrib. Can. Biol.*, vol. 2, no. 11, pp. 161-284.
- Loi de 1994 sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs (1994) ch. 22
- Loi sur la Conservation et la mise en valeur de la faune. L.R.Q, c. C-61.1
- Loi sur les espèces en péril (2002) ch. 29.

Loi sur les espèces menacées ou vulnérables. L.R.Q., c. E-12.01, a. 10 et 39.

Loi sur les Pêches (1985) L.R., ch. F-14

Manci, K.M. et Rusch, D.H. (1988) Indices to distribution and abundance of some inconspicuous waterbirds at Horicon Marsh. J. Field Ornith., vol. 59, pp. 67-75

Marcy, B.C. Jr (1972) Spawning of the American shad (*Alosa sapidissima*) in the lower Connecticut River. Chesapeake Sci., vol. 13, no. 2, pp.116-119.

Marie-Victorin, fr (1931) Les spadicefiores du Québec. Contributions du laboratoire de botanique de l'Université de Montréal, no. 19, 60 p.

McVaugh, W.Jr. (1975) The development of four North American herons (II). Living Bird, vol. 14, pp. 163-183.

Menges, E.S. et Waller, D.M. (1983) Plant strategies in relation to elevation and light in floodplain herbs. Amer. Naturalist, vol. 122, pp. 454-473.

MINGELBIER M., P. BRODEUR et J. MORIN 2005. Recommandations concernant les poissons et leurs habitats dans le Saint-Laurent fluvial et évaluation des critères de régularisation du système lac Ontario - Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 156 p.

Mittermeier, R.A., J.L. Carr, I.R. Swingland, T.B. Werner, and R.B. Mast. (1992) Conservation of amphibians and reptiles. Pp. 59-80. In: Herpetology: Contemporary Research on the Biology of Amphibians and Reptiles, K. Adler, ed. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford, OH. Contributions to Herpetology, Vol. 9.

MNSN – Musée National des Sciences Naturelles (2003) Fichier de nidification des oiseaux du Québec. Musées Nationaux du Canada.

Mongeau, J.-R., Dumont, P. et Cloutier, L. (1986) La biologie du Suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) une espèce rare et endémique à la région de Montréal. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Montréal, rapport technique 06-39, 150 p.

Morin, J., M. Mingelbier, J.A. Bechara, O. Champoux, Y. Secretan, M. Jean & J.-J. Frenette (2003) Emergence of New Explanatory Variable for 2D Habitat Modelling in Large Rivers: The St. Lawrence Experience. *Canadian Water Resources Journal*. 28:249-272

Morin J., O. Champoux, K. Turgeon et S. Martin 2005 Modélisation intégrée de la réponse de l'écosystème dans le fleuve Saint-Laurent : Rapport final des activités entreprises dans le cadre du Plan d'étude sur la régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. *Rapport scientifique - RS-108*, Environnement Canada, SMC-Hydrologie, Sainte-Foy, 121 pages.

Mossman, J.J., Techlow III, A, Ziebell, T., Matteson, S. et Fruth, K. (1987) Nesting gulls and terns of the Winnebago pool and Rush Lake, Wisconsin. Passenger Pigeon, vol. 50, pp. 107-117.

Mount, R.H. (1975) The reptiles and Amphibians of Alabama. Auburn Printing Co., Auburn, AL, 347 p.

MRNF – ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2005) Fiche détaillée de l'aloise savoureuse. Document Internet, adresse : http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/fiche/fiche_alose_detail.htm

Murchison, A.C. (1893) The American and least bitterns in Henry County, Illinois. Ornithologist and Oologist, vol. 18, pp. 82-85.

Nature Conservancy (1993) Species management abstract – Yellow Rail (*Coturnicops noveboracensis*).
Document Internet, adresse :
<http://www.conserveonline.org/2001/06/m/yera;internal&action=buildframes.action>

Nault, A. (2003) Communication personnelle. Biodôme de Montréal, division de la recherche.

Nero, R.W. (1951) Notes on nesting of the Least Bittern. Passenger Pigeon, vol. 13, pp. 5-8.

Nolan, V. (1952) Middlewestern prairie region. Audubon Field Notes, vol. 6, pp. 284-285.

O'brien, S.M. et Facey, D.E. (2003) Habitat use by Eastern Sand Darters in Two Lake Champlain Tributaries. Unpublished report, Saint Michael's College, Vermont, 19 p.

O'brien, S.M. et Facey, D.E. (2003) Habitat use by Sand Darters in two Lake Champlain Tributaries. Unpublished report, Saint-Michael's College, Vermont, 19 p.

ONRS – Ontario Nest Records Scheme (2003) Royal Ontario Museum, Toronto.

Peck, G.K et James, R.D. (1983) Breeding birds of Ontario: nidology and distribution, vol. 1, non-passerine, Life Sciences Miscellaneous Publications, Royal Ontario Museum, Toronto, 321 p.

Pfitzer, D.W. (1963) Investigation of Waters Below large Storage Reservoirs in Tennessee. Dingel-Johnson Rep., Proj. F-1-R, Tenn. Game Fish Comm.

Plummer, M.V. (1976) Some aspects of nesting success in the turtle, *Trionys muticus*. Herpetologica, vol. 32, pp. 353-359.

Pluto, T.G. et Bellis, E.D. (1988) Seasonal and Annual Movements of Riverine Map Turtle, *Graptemys geographica*. Journal of Herpetology, vol. 22, no. 2, pp. 152-158.

Post, W. (1998) Reproduction of Least Bittern in a Managed Wetland. Colonial Waterbirds, vol. 21, no. 2, pp. 268-273.

Post, W. et Seals, C.A. (1993) Nesting associations of Least Bitterns and Boat-Tailed Grackles. The Condor, vol. 95, pp 139-144.

Provencher, M.C. (1999) Le rétablissement de l'*Arisaema dracontium*, plante menacée de la plaine inondable du Saint-Laurent. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal, 90 p.

Provencher, M.-C., Nault, A. et Gagnon, D. (1998) Rétablissement de l'Arisème dragon au Québec, situation actuelle et caractérisation de son habitat. Entente Saint-Laurent Vision 2000, Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire, Université du Québec à Montréal, Recherche et développement scientifique, Biodôme de Montréal, 25 p.

Prowse, T.D. et Conly, M. (1996) Impact of flow regulation on the aquatic ecosystem of the Peace and Slave Rivers. Northern River Basins Study, Synthesis report #1, Edmonton, Alberta, 168 p.

Règlement sur les espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats, c. E-12.01, r.0.3.

Robert, M. et Laporte, P. (1996) Le Rôle jaune dans le sud du Québec : inventaire, habitats et nidification. Rapport technique # 247, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, 87 p.

Robert, M. et Laporte, P. (1996) Le Rôle jaune dans le sud du Québec : inventaire, habitats et nidification. Rapport technique # 247, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, 87 p.

Ross, S.T. (2001) Inland fishes of Mississippi. Univ. Press of Mississippi, Jackson, 624 p.

- Rundle, W.D., et Fredrickson, L.F. (1981) Managing seasonally flooded impoundments for migrant rails and shorebirds. *Wildlife Society Bulletin* vol. 9, pp. 80-87.
- Sandilands, A.P. et C.A. Campbell (1988). Status report on the Least Bittern, *Ixobrychus exilis*, in Canada. Comité sur le statut des espèces en péril au Canada (COSEPAC), Ottawa, 34 p.
- Scoppettone, G.G. et Vinyard, G. (1991) Life history and management of four endangered lacustrine suckers. In *Battle against extinction : Native fish management in the American West*, West, W., Minckley, L. et Deacon, J.E. (eds), University of Arizona Press, Tucson, pp. 359-377.
- Scott, W.B. et Crossman, E.J. (1975) Les poissons d'eau douce du Canada. ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa, 1026 p.
- Seburn, D. et Seburn, C. (2000) Conservation Priorities for the Amphibian and Reptiles of Canada. World Wildlife Fund Canada, Canadian Amphibian and Reptile Conservation Network, 93 p.
- Smith, C.L. (1979) The fishes of Illinois. University of Illinois Press.
- Smith, C.L. (1985) The inland fishes of New York State. New York State Department of Environmental Conservation, 522 p.
- Spreitzer, A.E. (1979) The life history, external morphology, and osteology of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* (Putman, 1863), an endangered Ohio species (Pisces: Percidae). Master thesis, The Ohio State University, 248 p.
- Stenzel, J.R. (1982) Ecology of breeding Yellow Rails at Seney National Wildlife Refuge. Master's thesis, Ohio State University, Columbus.
- Stier, D.J. et Crance, J.H. (1985) Habitat Suitability Index Models and Instream Flow Suitability Curves : American shad. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82 (10.88), 34 p.
- Stukel, E.D. (1993) The softshells. *South Dakota Conservation Digest*, vol. 60, no. 4, pp. 20-21.
- Suttkus, R.D., Thompson, B.A. et Bart, H.L. (1994) Two new darters, Percina (Cottogaster), from the southeastern United States, with a review of the subgenus. *Occas. Pap. Tulane Mus. Nat. His.*, vol. 4, pp. 1-46.
- Trautman, M.B. (1981) The fishes of Ohio. Revised Edition, Ohio State Univ. Press, Columbus.
- Turgeon K., O. Champoux, S. Martin et J. Morin. 2004. Modélisation des grandes classes de milieux humides de la plaine inondable du fleuve St-Laurent : considérer la succession des communautés végétales. *Rapport scientifique - RS-107*, Environnement Canada, SMC-Hydrologie, Sainte-Foy, 86 pages.
- Vachon, N. (2003) L'envasement des cours d'eau: processus, causes et effets sur les écosystèmes avec une attention particulière aux Catostomidés dont le chevalier cuirré (*Moxostoma hubbsi*). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-13, 49 p.
- Walburg, C.H. et Nichols, P.R. (1967) Biology and management of the American shad and status of the Fisheries – Atlantic coast of the United States, 1960. U.S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. 550, 105 p.
- Walsh, S., Haney, D.C., Timmermans, C.M. et Dorazio, R.M. (1998) Physiological tolerances of juvenile robust redhorse, *Moxostoma robustum* : conservation implications for an imperilled species. *Env. Biol. Fish.*, vol. 51, pp. 429-444.
- Weller, M.W. (1961) Breeding Biology of the Least Bittern. *The Wilson Bulletin*, vol. 73, no. 1, pp. 11-35.

- Winn, H.E (1958) Comparative Reproduction behaviour and ecology of fourteen species of darters (Pisces – Percidae). Ecological Monographs, vol. 28, no. 2, pp. 155-190.
- Winn, H.E (1958) Comparative Reproduction behaviour and ecology of fourteen species of darters (Pisces – Percidae). Ecological Monographs, vol. 28, no. 2, pp. 155-190.
- Winn, H.E. (1953) Breeding Habits of the Percid Fish *Hadropterus copelandi* in Michigan. Copeia 1953, no. 1, pp. 26-30.
- Winn, H.E. (1953) Breeding Habits of the Percid Fish *Hadropterus copelandi* in Michigan. Copeia 1953, no. 1, pp. 26-30.
- Yang, J., Lovett-Doust, J. et Lovett-Doust, L. (1999) Seed Germination Patterns in Green Dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). American Journal of Botany, vol. 86, no. 8, pp. 1160-1167.
- Zakharyan, G.B. (1972) The natural reproduction of sturgeons in the Kura River following its regulation. J. Ichtyol., vol. 12, no. 2, pp. 249-259.
- Ziebell, T.J. (1990) Nesting Least Bitterns on Rush Lake, Wisconsin. Passenger Pigeon, vol. 52, pp. 19-28

Annexe 1

Les informations recueillies de la littérature sur le Petit Blongios

Le Petit Blongios (*Ixobrychus exilis*)

La période de reproduction

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES

Période d'incubation :

1. juin, juillet et la première moitié d'août (incubation et jeunes au nid) (n = 12) (sud-ouest du Québec) (Fagnier, 1995)
2. mi-juin = date moyenne initiation des nids (général) (sud du Québec) (Picard et Shaffer, 2003)
3. 11 juin en moyenne (n = 52) (range entre 19 mai et 30 juillet) (Ontario) (ONRS, 2003)
4. 15 mai au 2 août (n = 198) (southern Ontario) (Peck et James, 1983)
 - a. pic entre le 6 juin et le 21 juin (n = 99) (southern Ontario) (Peck et James, 1983)
5. débute au début juin (général) (nord de l'aire de reproduction) (Harrison, 1984)
6. 20 mai au 23 juin (n = 30) (Southern New England et New York) (Bent, 1963)
7. 29 mai au 11 juin (n = 15) (Southern New England et New York) (Bent, 1963)
8. 27 mai au 1 juillet (n = 32) (Michigan et Wisconsin) (Bent, 1963)
9. 30 mai au 12 juin (n = 16) (Michigan et Wisconsin) (Bent, 1963)
10. première couvée entre la fin mai et la fin juin, pic au début juin (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961)
11. 22 mai au 10 juillet (n = 35) (Illinois) (Bent, 1963)
12. 30 mai au 21 juin (n = 18) (Illinois) (Bent, 1963)
13. première couvée entre la fin mai et la fin juin, pic au début juin (général) (Illinois) (Graber *et al.*, 1978)
14. 22 mai au 12 juillet (n = 42) (eastern Pennsylvania et New Jersey) (Harlow, 1918)
15. 18 mai au 10 juillet (n ≥ 50) (1922 à 1934) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940)

Durée de l'incubation :

1. 16-17 jours (général) (États-Unis et sud du Canada) (Bent, 1963)
2. 19-21 jours (n = 5) (mai à fin août 1999 et 2000) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002a)
3. 18½ à 19 jours (n = 1) (26-05-1940) (Grand Rapid, Michigan) (Baker, 1940)
4. 17-18 jours (n = 5) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961)
5. 19-20 (n = 4) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961)
6. 19 jours (général) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998)
7. 22 jours (n = 28) (avril, mai et juin 1985 à 1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993)
8. 16 à 19 jours (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984)

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES

9. 18 jours (n = 1) (Baker, 1940)
10. 17 jours (Bergtold, 1917)
11. 15 jours (Allen, 1915)

Temps requis avant la mobilité des jeunes hors du nid :

1. 4 – 5 jours (général) (régions des Grands Lacs, Ontario) (Woodliffe, 1987)
2. 8 jours (n = 1) (26-05-1940) (Grand Rapid, Michigan) (Baker, 1940)
3. 5 jours (n = 1) (02-07-1948) (Dane County, Wisconsin) (Nero, 1950)
4. 7 jours (n = 1) (Green Bay, Wisconsin) (Wright, 1946)
5. 5 – 9 jours (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961)
6. 6 jours (général) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998)
7. > 6 jours (n = 28) (avril, mai et juin 1985 à 1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998)
8. 5 jours (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984)

Autres détails :

1. l'espèce peut renicher (n = 2) (01-05-2000 à 15-08-2000) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002b)
2. l'espèce peut renicher (n = 1) (26-05-1940) (Grand Rapid, Michigan) (Baker, 1940)
3. l'espèce peut renicher (n = 1) (Swan Lake, Iowa) (Kent, 1951)
4. l'espèce peut renicher (n = 5) (06-1959) (Jewell, Iowa) (Weller, 1961)
5. l'espèce peut renicher (général) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998)

-
1. l'espèce peut produire deux couvées (n = 2) (01-05-200 à 15-08-2000) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002b)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de reproduction

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation utilisée pour établir le nid	1. <i>Typha</i> (n = 65 parcelles) (île au Fermiers, Québec) (Picard et Shaffer, 2003) 2. <i>Typha</i> (n = 1) (06-06-1984) (RNF lac Saint-François, Québec) (MNSN, 2003) 3. <i>Typha</i> (n = 1) (26-06-1984) (RNF Lac Saint-François, Québec) (MNSN, 2003) 4. <i>Typha</i> (n = 1) (19-06-1985) (RNF Cap Tourmente, Québec) (MNSN, 2003)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation utilisée pour établir le nid	5. <i>Typha</i> (n = 1) (08-06-1974) (Thurso, Québec) (MNSN, 2003) 6. <i>Typha</i> (n = 23 sites) (fin avril à début août 1994) (Outaouais, Québec) (Chabot et St-Hilaire, 1996) 7. <i>Typha</i> (n = 1) (30-06-1978) (Ramsayville Marsh, Ontario) (Aniskowicz, 1981) 8. <i>Typha</i> (général) (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 9. <i>Typha</i> (général) (régions des Grands Lacs, Ontario) (Woodliffe, 1987) 10. <i>Typha</i> (n = 3) (juin 1898) (Cayuga County, New York) (Chapman, 1900) 11. <i>Typha</i> (n = 90 nids ; >6 sites) (mai à fin août 1999 et 2000) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002a) 12. <i>Typha</i> (Western New York) (Lor, 2000 <i>In</i> Bogner et Baldassare, 2000b) 13. <i>Typha</i> (général) (Massachusetts) (Bent, 1963) 14. <i>Typha</i> (n = 18 sites) (05 à 08-1989 et 1990) (Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 15. <i>Typha</i> (marais profond) (général) (Pennsylvania) (Leberman, 1992) 16. <i>Typha</i> (n = 2) (12-06-1909) (Chester Co., Pennsylvania) (Pearson, 1909) 17. <i>Typha</i> (n = 7) (étés 1981-1982) (Dodge Co. et Fond du lac Co., Wisconsin) (Manci et Rusch, 1988) 18. <i>Typha</i> (02-07-1948) (Dane County, Wisconsin) (Nero, 1950) 19. <i>Typha</i> (n = 3) (22-06-1950) (Fish Lake, Wisconsin) (Nero, 1951) 20. <i>Typha</i> (n = 31) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) 21. <i>Typha</i> (n = 1) (Green Bay, Wisconsin) (Wright, 1946) 22. <i>Typha</i> (01-02-1922 à 01-01-1934) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940) 23. <i>Typha</i> (n = 1) (03-06-1943) (Minneapolis, Minnesota) (Davidson, 1944) 24. <i>Thypha</i> (n = 13) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 25. <i>Typha</i> et <i>Scirpus acutus</i> (n = 23) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 26. <i>Typha</i> et <i>Scirpus fluviatilis</i> (n = 2) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 27. <i>Typha</i> et <i>Salix</i> (n = 1) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 28. <i>Typha</i> (n = 16) (Pistakee Lake, Illinois) (Beecher, 1942) 29. <i>Typha</i> (n = 7) (02-05 à 28-06-1993) (Illinois) (Horstman <i>et al.</i>, 1998) 30. <i>Typha</i> (n = 120) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998) 31. <i>Typha</i> (n = 28) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 32. <i>Typha</i> (avril à fin juin 1973) (St. Marks Wildlife refuge, Florida) (McVaugh, 1975) 33. <i>Typha</i> (n = 79) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999) 34. <i>Typha</i> (général) (Everglades, Florida) (Frederick <i>et al.</i>, 1990)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation utilisée pour établir le nid	35. <i>Typha</i> (n = plusieurs) (Brownsville, Texas) (Bent, 1963) 36. <i>Typha</i> (général) (aire de reproduction) (Gibbs <i>et al.</i>, 1992) 37. <i>Typha</i> (général) (aire de reproduction) (Bent, 1963) 38. <i>Typha</i> (général) (aire de reproduction) (Palmer, 1962) 39. <i>Typha</i> (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984) 40. <i>Sparganium</i> (n = 14) (mai à fin août 1999 et 2000) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002a) 41. <i>Sparganium</i> (n = 19) (Swan Lake, Iowa) (Kent, 1951) ----- 42. <i>Scirpus</i> (n = 1) (13-08-1988) (Sainte-Rose de Watford, Québec) (MNSN, 2003) 43. <i>Scirpus</i> (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 44. <i>Scirpus</i> (n = 6) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) 45. <i>Scirpus</i> (n = 2) (22-06-1950) (Fish Lake, Wisconsin) (Nero, 1951) 46. <i>Scirpus</i> (Juniata River, Pennsylvania) (Gibble, comm. pers. In Leberman, 1992) 47. <i>Scirpus</i> et <i>Typha</i> (général) (01-02-1922 à 01-01-1934) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940) 48. <i>Scirpus acutus</i> (n = 14) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 49. <i>Scirpus fluviatilis</i> et <i>Scirpus acutus</i> (n = 11) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 50. <i>Scirpus fluviatilis</i> (n = 15) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 51. <i>Scirpus fluviatilis</i>, <i>Carex</i> sp et <i>Phragmites communis</i> (n = 5) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 52. <i>Scirpus</i> (n = 1) (Pistakee Lake, Illinois) (Beecher, 1942) 53. <i>Scirpus validus</i> (n = 108) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999) 54. <i>Scirpus</i> (général) (aire de reproduction) (Gibbs <i>et al.</i>, 1992) 55. <i>Scirpus</i> (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984) 56. <i>Carex</i> et <i>Typha</i> (général) (01-02-1922 à 01-01-1934) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940) 57. <i>Carex</i> (n = 3) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 58. <i>Carex</i> (n = 9) (Pistakee Lake, Illinois) (Beecher, 1942) 59. <i>Carex</i> (général) (aire de reproduction) (Gibbs <i>et al.</i>, 1992) 60. <i>Cladium jamaicense</i> (n = 14) (04-06-1906 à 21-06-1906) (Sweet Flag Pond, Ohio) (Bales, 1911) 61. <i>Cladium jamaicense</i> (n = 11) (05-1972) (southern Florida) (Kushlan, 1973) 62. <i>Cladium jamaicense</i> (général) (Everglades, Florida) (Frederick <i>et al.</i>, 1990)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation utilisée pour établir le nid	63. <i>Cladium jamaicense</i> (n = > 6) (avril à fin juin 1973) (St. Marks Wildlife refuge, Florida) (McVaugh, 1975)
	64. <i>Cladium jamaicense</i> (n = 1) (Ottawa Co., Ohio) (Langdon <i>In</i> Wheaton, 1882)
	65. Cypéracée (n = 1) (New Jersey) (Abbott, 1907)
	66. Cypéracée (général) (aire de reproduction) (Palmer, 1962)

	67. <i>Phragmites</i> (général) (régions des Grands Lacs, Ontario) (Woodliffe, 1987)
	68. <i>Phragmites</i> (southern Ontario) (Peck et James, 1983)
	69. <i>Phragmites communis</i> (n = 2) (08-06-1949 et 13-06-1949) (Delta Marshes, Manitoba) (Dillon, 1959)
	70. <i>Phragmites</i> (n = 18) (northwestern Minnesota) (Cooke, 1881)
	71. <i>Phragmites</i> (n = plusieurs) (Presque Isle, Pennsylvania) (Sundy, comm. Pers. <i>In</i> Leberman, 1992)
	72. <i>Phragmites communis</i> (n = 2) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961)
	73. <i>Phragmites</i> (n = 1) (02-05 à 28-06-1993) (Illinois) (Horstman <i>et al.</i> , 1998)
	74. <i>Phragmites</i> (n = 3) (30-05-1914) (Harris Co., Texas) (Simmons, 1915)
	75. <i>Phragmites</i> (général) (aire de reproduction) (Bent, 1963)
	76. <i>Panicum hermitomon</i> (n = 18) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999)

	77. <i>Cephalanthus occidentalis</i> (n = 8) (fin avril à début août 1994) (Outaouais, Québec) (Chabot et St-Hilaire, 1996)
	78. <i>Cephalanthus sp</i> (n = 1) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940)
	79. <i>Cephalanthus</i> (n = 1) (Camden, New Jersey) (Potter <i>In</i> Bent, 1963)
	80. <i>Cephalanthus occidentalis</i> (n = 1) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999)
	81. <i>Cephalanthus occidentalis</i> (général) (aire de reproduction) (Palmer, 1962)
	82. <i>Cephalanthus occidentalis</i> (n = 2) (26-05-1940) (Grand Rapid, Michigan) (Baker, 1940)

	83. <i>Sagittaria</i> (n = 1) (Camden, New Jersey) (Potter <i>In</i> Bent, 1963)
	84. <i>Sagittaria lancifolia</i> (n = 1) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999)
	85. <i>Sagittaria</i> (général) (aire de reproduction) (Gibbs <i>et al.</i> , 1992)
	86. <i>Sagittaria</i> (général) (aire de reproduction) (Palmer, 1962)

	87. Joncacée (n = 1) (South Georgian Bay, Ontario) (Harrington <i>In</i> Bent, 1963)
	88. Joncacée (n = 3) (30-05-1914) (Harris Co., Texas) (Simmons, 1915)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence d'eau sous le nid	1. 53,6 cm $\pm$ 5,6 cm (n = 65 parcelles) (15-06-2000) (Îles aux Fermiers, Québec) (Picard et Shaffer, 2003) 2. $\cong$ 100 cm (n = 2) (24-06-2003) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Desgranges <i>et al.</i>, 2003) 3. 100 cm (n = 1) (09-07-1985) (Thrasher's Corners, Ontario) (ONRS, 2003) 4. 45,7 cm (n = 1) (28-06-1986) (Welland Mud Lake, Ontario) (ONRS, 2003) 5. 91,4 cm (n = 1) (25-06-1950) (Oshawa Second Marsh, Ontario) (ONRS, 2003) 6. 61,0 cm (n = 1) (12-06-1892) (Toronto, Ontario) (ONRS, 2003) 7. 38,1 cm (n = 1) (30-05-1933) (Humber Valley, Ontario) (ONRS, 2003) 8. 40 cm (n = 1) (30-06-1978) (Ramsayville Marsh, Ontario) (Aniskowicz, 1981) 9. 34 cm $\pm$ 12 cm (varie entre 0 cm et 57 cm) (n = 32) (mai à fin août 1999) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002a) 10. 45,2 cm $\pm$ 22,9 cm (varie entre 0 cm et 185 cm) (n = 203 nids ; 17 sites) (Iroquois NWR, Western New York) (Lor, 2004) 11. 75 cm (n = 1) (06-1898) (Cayuga County, New York) (Chapman, 1900) 12. 91 cm (n = 2) (06-1898) (Cayuga County, New York) (Chapman, 1900) 13. $\cong$ 60 cm (n = 1) (02-07-1948) (Dane County, Wisconsin) (Nero, 1950) 14. $\cong$ 61 cm (n = 1) (12-06-1909) (Chester Co., Pennsylvania) (Pearson, 1909) 15. 42 cm de moyenne (range entre 23 cm et 74 cm) (n = 8 nids ; 2 marais) (02-05 à 28-06-1993) (Illinois) (Horstman <i>et al.</i>, 1998) 16. 51 cm (n = 1) (03 à 06-1942) (Ruthven Area, northwest Iowa) (Provost, 1947) 17. 41 cm (n = 1) (03 à 06-1942) (Ruthven Area, northwest Iowa) (Provost, 1947) 18. 57,0 cm $\pm$ 15,8 cm (varie entre 18 cm et 98 cm) (n = 182 nids) (Squaw Creek NWR, northwest Missouri) (Lor, 2004) 19. 32,5 cm $\pm$ 8,9 cm (n = 13) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 20. 26,0 cm $\pm$ 14,9 cm (n = 15) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 21. 107.16 cm $\pm$ 29.35 cm (varie entre 38 cm et 168 cm) (n = 207) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999) 22. $\cong$ 45 cm (n = 1) (30-05-1914) (Harris Co., Texas) (Simmons, 1915) 23. entre 2 cm et 91,5 cm (n = 247) (southern Ontario) (Peck and James, 1983) 24. entre 30 cm et 90 cm (général) (Massachusetts) (Bent, 1963)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence d'eau sous le nid	25. entre 10 cm et 95 cm (n = 89) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 26. entre 30 cm et 60 cm (n = 19) (Swan Lake, Iowa) (Kent, 1951) 27. entre 38 cm et 50 cm (date inconnue) (Ottawa Co., Ohio) (Langdon <i>In</i> Wheaton, 1882)
Élévation des nids	1. $\cong$ 75 cm (n = 2) (24-06-2003) Lac Saint-Pierre, Québec) (Desgranges <i>et al.</i>, 2003) 2. 14 cm (n = 1) (06-06-1984) (RNF lac Saint-François, Québec) (MNSN, 2003) 3. 50 cm (n = 1) (26-06-1984) (RNF Lac Saint-François, Québec) (MNSN, 2003) 4. 100 cm (n = 1) (19-06-1985) (RNF Cap Tourmente, Québec) (MNSN, 2003) 5. 20 cm (n = 1) (13-08-1988) (Sainte-Rose de Watford, Québec) (MNSN, 2003) 6. 76 cm (n = 1) (08-06-1974) (Thurso, Québec) (MNSN, 2003) 7. 70 cm (n = 1) (30-06-1978) (Ramsayville Marsh, Ontario) (Aniskowicz, 1981) 8. $\cong$ 5 cm (n = 1) (03-06-1978) (Ramsayville Marsh, Ontario) (Aniskowicz, 1981) 9. $\cong$ 90 cm (n = 1) (South Georgian Bay, Ontario) (Harrington <i>In</i> Bent, 1963) 10. 54.7 cm $\pm$ 38,0 cm (n = 46) (Ontario) (ONRS, 2003) 11. entre 5 cm et 122 cm (n = 68) (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 12. entre 30 cm et 60 cm (n = 34) (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 13. entre 5 cm et 120 cm (général) (Massachussets) (Bent, 1963) 14. $\cong$ 76 cm (n = 1) (26-05-1940) (Grand Rapid, Michigan) (Baker, 1940) 15. $\cong$ 30,5 cm (n = 1) (11-06-1940) (Grand Rapid, Michigan) (Baker, 1940) 16. $\cong$ 30cm (n = 2) (12-06-1909) (Chester Co., Pennsylvania) (Pearson, 1909) 17. < 30 cm (n = 1) (02-07-1948) (Dane County, Wisconsin) (Nero, 1950) 18. $\cong$ 5 cm (n = 1) (22-06-1950) (Fish Lake, Wisconsin) (Nero, 1951) 19. $\cong$ 2,5 cm (n = 1) (22-06-1950) (Fish Lake, Wisconsin) (Nero, 1951) 20. entre $\cong$ 8 cm et 60 cm (n = 3) (22-06-1950) (Fish Lake, Wisconsin) (Nero, 1951) 21. 53,6 cm (varie entre 1,0 cm et 92,0 cm) (n = 37) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) a. 60,0 cm (varie entre 20,0 cm et 92,0 cm) (Typha) (n = 31) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) b. 20,8 cm (varie entre 1,0 cm et 40,0 cm) (Scirpus) (n = 6) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) 22. entre 15 cm et 60 cm (n = 89) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 23. 30,5 cm (n = 1) (03 à 06-1942) (Ruthven Area, northwest Iowa) (Provost, 1947) 24. 35,5 cm (n = 1) (03 à 06-1942) (Ruthven Area, northwest Iowa) (Provost, 1947) 25. entre 12 cm et 18 cm (n = 17) (Swan Lake, Iowa) (Kent, 1951)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Élévation des nids	26. ≈ 30 cm (n = 2) (Swan Lake, Iowa) (Kent, 1951) 28. entre 15 cm et 77 cm (≥ 50) (01-02-1922 à 01-01-1934) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940) 27. ≈ 106 cm (substrat exondé) (n = 2) (01-02-1922 à 01-01-1934) (Buckeye Lake, Ohio) (Trautman, 1940) ≈ 30 cm (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984) 28. 96 cm de moyenne (range entre 80 cm et 135 cm) (n = 8 nids ; 2 sites) (02-05 à 28-06-1993) (Illinois) (Horstman <i>et al.</i>, 1998) 29. ≈ 45 cm (varie entre 15 cm et 75 cm) (n = 14) (Sweet Flag Pont, Ohio) (Bales, 1911) 30. $41.0 \text{ cm} \pm 21.3 \text{ cm}$ (n = 30) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998) 31. $56,9 \text{ cm} \pm 20,3 \text{ cm}$ (n = 13) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 32. $64,3 \text{ cm} \pm 22,4 \text{ cm}$ (n = 15) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 33. entre 60 cm et 75 cm (n = 4) (26-05-1902) (Merritt's Island, Florida) (Bent, 1904) 34. 60 cm (n = 1) (26-05) (Merritt's Island, Florida) (Bent, 1963) 35. 75 cm (n = 1) (26-05) (Merritt's Island, Florida) (Bent, 1963) 36. $46,8 \text{ cm} \pm 21,2 \text{ cm}$ (varie entre 5 cm et 135 cm) (n = 207) (02 à 08-1995 à 1997) (Central Florida) (Rodger et Schwikert, 1999) 37. ≈ 0 cm (n = 1) (30-05-1914) (Harris Co., Texas) (Simmons, 1915)
Épaisseur du nid	1. entre 10 cm et 25,2 cm (n = 4) (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 2. $12,7 \text{ cm} \pm 10,0 \text{ cm}$ (varie entre 6,0 cm et 20,0 cm) (n = 37) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) 3. ≈ 10 cm (n = 2) (12-06-1909) (Chester Co., Pennsylvania) (Pearson, 1909) 4. ≈ 12 cm (n = 1) (30-05-1914) (Harris Co., Texas) (Simmons, 1915) 5. entre 5 cm et 12 cm (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984)
Présence de végétation morte (construction du nid)	1. (n = 65 parcelles) (îles aux Fermiers, Québec) (Picard et Shaffer, 2003) 2. (n = 2) (24-06-2003) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Desgranges <i>et al.</i>, 2003) 3. (n = 1) (19-06-1985) (RNF Cap Tourmente, Québec) (MNSN, 2003) 4. (n = 1) (30-06-1978) (Ramsayville Marsh, Ontario) (Aniskowicz, 1981) 5. (n = 2) (08-06-1949 et 13-06-1949) (Delta Marshes, Manitoba) (Dillon, 1959) 6. (n = 18 sites) (05 à 08-1989 et 1990) (Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 7. (n = 5) (06-1959) (Jewell, Iowa) (Weller, 1961) 8. (n = 2) (03 à 06-1942) (Ruthven Area, northwest Iowa) (Provost, 1947)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence de végétation morte (construction du nid)	9. forte densité de végétation morte (n = 120) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998) 10. (n = 28) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 11. (n = plusieurs) (Brownsville, Texas) (Bent, 1963) 12. (général) (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 13. (général) (western Pennsylvania) (Todd, 1940) 14. (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984)
Mosaïque d'eau et de végétation	1. (n = 65 parcelles) (îles aux Fermiers, Québec) (Picard et Shaffer, 2003) 2. plus abondant lorsque la mosaïque $\cong$ 50% / 50 % (général) (mai à fin août 1999 et 2000) (Oxbow Marsh, Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002a) 3. plus abondant lorsque la mosaïque $\cong$ 50% - 50 % (Iowa) (Weller et Spatcher, 1965) 4. plus abondant dans les îlots de végétation dense (n = 2) (03 à 06-1942) (Ruthven Area, northwest Iowa) (Provost, 1947) 5. (n = 89) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 6. (général) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998) 7. (n = 6) (avril à fin juin 1973) (St. Marks Wildlife refuge, Florida) (McVaugh, 1975) 8. (général) (aire de reproduction) (Gibbs <i>et al.</i> , 1992)
Distance entre le nid et l'eau libre	1. $\cong$ 100 cm (n = 2) (24-06-2003) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Desgranges <i>et al.</i> , 2003) 2. quelques cm (n = 1) (13-08-1988) (Sainte-Rose de Watford, Québec) (MNSN, 2003) 3. très rare que c'est > 45 m (général) (southern Ontario) (Peck et James, 1983) 4. 350 cm en moyenne (n = 33) (mai à fin août 1999 et 2000) (Western New York) (Bogner et Baldassarre, 2002a) 5. 30 cm en moyenne (n = 18) (Northwestern Minnesota) (Cooke, 1881) 6. 60 cm en moyenne (n = 1) (02-07-1948) (Dane County, Wisconsin) (Nero, 1950) 7. 99,6 cm en moyenne (varie entre 4 cm et 400 cm) (n = 37) (Rush Lake, Wisconsin) (Ziebell, 1990) 8. 244 cm en moyenne (varie entre 18 cm et 610 cm) (n = 87) (06-1958 à 06-1960) (Jewell et Ruthven, Iowa) (Weller, 1961) 9. 420 cm en moyenne (minimum = 150 cm) (n = 8 nids ; 2 sites) (02-05 à 28-06-1993) (Illinois) (Horstman <i>et al.</i> , 1998) 10. 380 cm $\pm$ 240 cm (n = 30) (avril et mai 1985-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post, 1998) 11. 350 cm $\pm$ 260 cm (n = 13) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals,

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Distance entre le nid et l'eau libre	1993) 12. 380 cm $\pm$ 200 cm (n = 15) (20 au 30-05-1991) (Magnolia Garden, South Carolina) (Post and Seals, 1993) 13. 60 cm en moyenne (n = 6) (avril à fin juin 1973) (St. Marks Wildlife refuge, Florida) (McVaugh, 1975) 14. près de l'eau libre (général) (aire de reproduction) (Harrison, 1984)
Superficie du marais	1. ne semble pas dépendant de la superficie mais plutôt des conditions présentes (n = 18 sites) (05 à 08-1989 et 1990) (Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 2. > 15 acres ($\cong$ 6 ha) convient mieux (général) (Michigan) (Evers, 1992) 3. possiblement dépendant de la superficie du marais (> 5 ha) (n = 30 marais) (mai et juin 1983-1984) (Ohio) (Brown et Dinsmore, 1986)

Références

Abbott, C.G. (1907) Summer Bird Life of the Newark, New Jersey, Marshes. The Auk, vol. 24, pp. 1-11.

Allen, A.A. (1915) The behavior of the Least Bittern. Bird-lore, vol. 17, pp. 425-430.

Aniskowicz, B.T. (1981) Behaviour of a male Least Bittern Incubating after loss of mate. Wilson Bull., vol. 93, no. 3, pp 395-397.

Baker, B.W. (1940) Some observations of the Least Bittern. Jack-Pine Warbler, vol. 18, pp. 113-114.

Bales, B.R. (1911) Some notes from Pickaway Co., Ohio. Wilson Bull., vol. 23, pp. 43-48.

Beecher, W.J. (1942) Nesting birds and the vegetation substrate. Chicago Ornith. Soc., 69 p.

Bent, A.C. (1904) Nesting Habits of the Herodiones in Florida. The Auk, vol. 12, no. 2, pp. 259-270.

Bent, A.C. (1963) Life histories of North American marsh birds. Dover Publications, 385 p.

Bergtold, W.H. (1917) A study of the incubation periods of birds. Kendrick-Bellamy Co., Dever.

Bogner, H.E. et Baldassarre, G.A. (2002a) Home range, movement, and nesting of least bitterns in western New York. Wilson Bulletin, vol. 114, no. 3, pp. 297-308.

- Bogner, H.E. et Baldassarre, G.A. (2002b) The effectiveness of call-response surveys for detecting Least Bittern. *Journal of Wildlife Management*, vol. 66, no. 4, pp. 976-984.
- Brown, M. et Dinsmore, J.J. (1986) Implications of marsh size and isolation for marsh bird management. *J. Wildl. Manage.*, vol. 50, no. 3, pp. 392-397.
- Chabot, J. et St-Hilaire, D. (1996) La situation du Petit Blongios dans la région de l'Outaouais. ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de l'Outaouais, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 45 p.
- Chapman, F.M. (1900) *Bird Studies with a camera*. D. Appleton and Company, New York, 218 p.
- Cooke, W.W. (1881) The Least Bittern in Northwestern Minnesota. *Bulletin of the Nuttall Ornithological Club*, vol. 6, p. 186.
- Davidson, F.S. (1944) Nesting of the Least Bittern. *The Flicker*, vol. 16, no. 2, pp. 19-20.
- Desgranges, J.-L., Drolet, B., Gagnon, S. (2003) Données de terrain, Environnement Canada, Région du Québec, Service canadien de la faune, projet de la Commission mixte internationale, étude des oiseaux chanteurs palustres.
- Dillon, S.T. (1959) Breeding of the Least Bittern in Manitoba. *Auk*, vol. 76, pp. 524-525.
- Evers, D.C. (1992) *A guide to Michigan's endangered wildlife*. Univ. Michigan Press, Ann Arbor, 103 p.
- Fragner, P. (1995) Petit butor. les références dans Gauthier, J. et Aubry, Y. (éd.) *Les Oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la Faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, 1295 p.
- Frederick, P.C., Dwyer, N., Fitzgerald, S. et Bennetts, R.E. (1990) Relative abundance and habitat preferences of Least Bitterns (*Ixobrychus exilis*) in the Everglades. *Florida Field Naturalist*, vol. 18, pp. 1-9.
- Gibbs, J.P. et Melvin, S.M. (1990) An assessment of wading birds and other wetlands avifauna and their habitat in Maine. Final Report, Maine Dept. Inland Fish. Wildl., Bangor. 61 p.
- Gibbs, J.P., Reid, F.A. et Melvin, S.M. (1992) Least Bittern. *The Birds of North America*, no. 17, 12 p.
- Graber, J.W., Graber, R.R. et Kirk, E.L. (1978) Illinois birds : Ciconiiformes. *Illinois Nat. Hist. Surv. Biol. Notes* 109.
- Harlow, R.C. (1918) Notes on the breeding birds of Pennsylvania and New Jersey. *Auk* 35, pp. 1-29 et 136-147.
- Harrison, C. (1984) *A Field Guide to the Nests, Eggs and Nestings of North American Birds*. Collins Publishers, 416 p.

- Horstman, A.J., Nawrot, J.R. et Woolf, A. (1998) Mine-associated wetlands as avian habitat. *Wetlands*, vol. 18, no. 2, pp. 298-304.
- Kent, T. (1951) The Least Bitterns of Swan Lake. *Iowa Bird Life*, vol. 11, pp. 59-61
- Kushlan, J.A. (1973) Least Bittern nesting colonially. *Auk*, vol. 90, pp. 685-686.
- Leberman, R.C. (1992) Least Bittern – *Ixobrychus exilis*. Les références dans Brauning, D.W. (ed) *Atlas of Breeding Birds in Pennsylvania*, University of Pittsburg Press, 484 p.
- Lor, S.K. (2000) Population status and breeding ecology of marsh birds in western New York. M. Sc. Thesis, Cornell Univ., Ithaca.
- Lor, S.K. (2004) Database containing water levels at least bittern nests at Squaw Creek NWR (northwest Missouri) and Iroquois NWR-Oak Orchard and Tonawanda Wildlife Management Areas (western New York) from studies done in 1997 and 1998.
- Manci, K.M. et Rusch, D.H. (1988) Indices to distribution and abundance of some inconspicuous waterbirds at Horicon Marsh. *J. Field Ornith.*, vol. 59, pp. 67-75.
- McVaugh, W. Jr. (1975) The development of four North American herons (II). *Living Bird*, vol. 14, pp. 163-183.
- MNSN – Musée National des Sciences Naturelles (2003) Fichier de nidification des oiseaux du Québec. Musées Nationaux du Canada.
- Mossman, M.J., Techlow, A. III, Ziebell, T., Matterson, S. et Fruth, K. (1987) Nesting gulls and terns of the Winnebago pool and Rush Lake, Wisconsin. *Passenger Pigeon*, vol. 50, pp. 107-117.
- Murchison, A.C. (1893) The American and least bitterns in Henry County, Illinois. *Ornithologist and Oologist*, vol. 18, pp. 82-85.
- Nero, R.W. (1950) Notes on a Least Bittern nest and young. *Passenger Pigeon*, vol., 12, pp. 3-8.
- Nero, R.W. (1951) Notes on nesting of the Least Bittern. *Passenger Pigeon*, vol. 13, pp. 5-8.
- Nolan, V. (1952) Middlewestern prairie region. *Audubon Field Notes*, vol. 6, pp. 284-285.
- ONRS – Ontario Nest Records Scheme (2003) Royal Ontario Museum, Toronto.
- Palmer, R.S. (1962) *Handbook of North American Birds*, vol. 1. Yale University Press, New Haven, CT.
- Pearson, L.S. (1909) Breeding of the Least Bittern (*Ardetta exilis*) in Chester Co., Pennsylvania. *Auk* 26, pp. 426-427.
- Peck, G.K. et James, R.D. (1983) Breeding birds of Ontario: nidiology and distribution, vol. 1, non-passerine, Life Sciences Miscellaneous Publications, Royal Ontario Museum, Toronto, 321 p.

- Picard, M. et Shaffer, F. (2003) Caractérisation de l'habitat de nidification du Petit Blongios (*Ixobrychus exilis*) au Québec : marais de l'île aux Fermiers, Varennes 2000. Série de rapports techniques # 402, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, 22 p.
- Post, W. (1998) Reproduction of Least Bittern in a Managed Wetland. Colonial Waterbirds, vol. 21, no. 2, pp. 268-273.
- Post, W. et Seals, C.A. (1993) Nesting associations of Least Bitterns and Boat-Tailed Grackles. The Condor, vol. 95, pp. 139-144.
- Potter, J.K. (1917) Unusual nesting site of the Least Bittern at Camden, N.J. Cassinia, vol. 20, pp. 14-17.
- Provost, M.W. (1947) Nesting of Birds in the Marshes of Northwest Iowa. American Midland Naturalist, vol. 38, pp. 485-503.
- Rodger, J.A. et Schwikert, S.T. (1999) Breeding ecology of the Least Bittern in central Florida. Florida Field Naturalist, vol. 27, pp. 141-149.
- Sandilands, A.P. et Cambell, C.A. (1988) Satus Report on the Least Bittern, *Ixobrychus exilis*. Comité sur le statut des espèces menaces de disparition au Canada, 34 p.
- Simmons, G.F. (1915) On the Nesting of Certain Birds in Texas. The Auk, vol. 32, pp. 317-331.
- Todd, W.E.C. (1940) Birds of western Pennsylvania. University of Pittsburg Press.
- Trautman, M.B. (1940) The birds of Buckeye Lake, Ohio. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich., no. 44, 466 p.
- Weller, M.W. (1961) Breeding Biology of the Least Bittern. The Wilson Bulletin, vol. 73, no. 1, pp. 11-35.
- Weller, M.W. et Spatcher, C.S. (1965) Role of habitat in the distribution and abundance of marsh bird. Agric. and Home Expt. Stn. Spec., report 43, Iowa State University.
- Wheaton, J.M. (1882) Report on the Birds of Ohio. Les références dans Report of the Geological Survey of Ohio, vol. 4 : zoology and Botany, part 1 : zoology, 1020 p.
- Woodliffe, P.A. (1987) Least Bittern. Les références dans Cadman, M.D., Eagles, P.F.J. et Helleiner, F.M. (eds) Atlas of the Breeding Birds of Ontario, University of Waterloo Press, 617 p.
- Wright, E.G. (1946) Incidents in Least Bittern Family Life. The Passenger Pigeon, vol. 8, no. 4, p. 124.
- Ziebell, T.J. (1990) Nesting Least Bitterns on Rush Lake, Wisconsin. Passenger Pigeon, vol. 52, pp. 19-28.

Annexe 2

Les informations recueillies de la littérature sur le Rôle jaune

Le Râle jaune (*Coturnicops noveboracensis*)

La période de reproduction

La reproduction de l'espèce n'a jamais été confirmée dans la zone d'étude, même si de bons indices le laissent supposés (Robert, 2003)

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES

Période d'incubation :

1. estimée à juin et juillet (général) (Québec) (Robert, 1995)
2. estimée de fin de mai à fin de juin (général) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert, 2003)
3. initiation potentielle des nids entre la mi-mai et la fin mai (estimé d'après le tableau : Nombre de râles jaunes entendus à Dundee) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996)

Durée de l'incubation :

1. 19 jours (général) (Bookhout, 1995)

Temps requis avant la mobilité des jeunes hors du nid :

1. 2 jours (général) (Bookhout, 1995)

Nombre de râles jaunes mâles entendus à la Réserve nationale de faune du lac Saint-François en 1994-1995

NUIT	1994	1995
11-12 mai	0	-
15-16 mai	-	0
16-17 mai	1	8
17-18 mai	2	0
18-19 mai	7	9
19-20 mai	9	-
23-24 mai	5 (1 femelle observée)	-
24-25 mai	4	-

NUIT	1994	1995
25-26 mai	4	-
29-30 mai	2	-
30-31 mai	-	5
05-06 juin	7	-

Adapté de Robert et Laporte (1996), p. 12

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de reproduction

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Type de végétation	1. prairie humide dominée par <i>Carex lacustris</i>, <i>Calamagrostis canadensis</i> (1^e co-dominante) et <i>Sagittaria latifolia</i> (2^e co-dominante) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 2. prairie humide dominée par <i>Carex aqualis</i>, <i>Carex lacustris</i> (1^e co-dominante), <i>Calamagrostis canadensis</i> (2^e co-dominante) et <i>Sagittaria latifolia</i> (3^e co-dominante) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 3. prairie humide à carex (général) (Massachusetts) (Brewster, 1881) 4. prairie humide dominée par <i>Carex lasiocarpa</i> (> 90% composition) (n = 1 site) (05 à 08-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987) 5. présence de végétation ligneuse ↓ qualité habitat (p. ex. <i>Salix</i> ssp, <i>Betula</i> ssp) (général) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Stenzel, 1982) 6. <i>Scirpus validus</i> (n = 1) (Compté de Gaspé, Québec) (Terril, 1943) 7. prairie humide dominée par <i>Carex lasiocarpa</i>. Les espèces suivantes sont aussi présentes : <i>Juncus effusus</i>, <i>Scirpus atrotinctus</i>, <i>Calamagrostis canadensis</i>, <i>Dulichium arundinaceum</i> et <i>Eleocharis erythropoda</i>. Rarement dans le genre <i>Typha</i> (Maine) (Gibbs et al, 1991) 8. Surtout le genre <i>Carex</i> mais aussi <i>Calamagrostis</i>, <i>Juncus</i>, <i>Scirpus</i>, <i>Eleocharis</i>, <i>Spartina</i> et <i>Hierochloe</i> (général) (Canada) (Alvo et Robert, 1999)
	1. 2 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 2. 0,5 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 3. 0,5 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 4. 2 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 5. 0 cm (sol saturé) (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence d'eau sous le nid	6. 0 cm (sol saturé) (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)
	7. sol saturé (n = 1 site) (Gaspé Co., Québec) (Terril, 1943)
	8. sol saturé (n = 1) (12-06-1929) (Ontario) (Devitt, 1939)
	9. entre 5 cm et 10 cm (général) (début juillet 1990) (Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
	10. entre 5 cm et 10 cm (n = 1 site) (Big Coulee, North Dakota) (Peabody, 1922)
	11. 10 cm (général) (North Dakota) (Peabody, 1922)
	12. entre 2 et 4 cm (n = 2) (1979) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
Présence d'eau sous le nid	13. sol saturé (général) (Michigan) (Walfinshaw, 1939)
	14. sol saturé (n = 5) (05 à 08-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
	15. 2,5 cm (n = 1) (Californie) (Dawson, 1922)
	16. entre 5 cm et 10 cm (général) (aire de distribution) (Elliot et Morrison, 1979)
Présence d'eau dans l'habitat	1. 10,2 cm ($\pm$ 2,7 cm) (05 et 06-1990) (marais Gouldsboro, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
	2. 7,0 cm ($\pm$ 8,3 cm) (05 et 06-1990) (marais Codyville, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
	3. 0,8 cm ($\pm$ 1,7 cm) (05 et 06-1990) (marais Milford #1, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
	4. 2,1 cm ($\pm$ 6,9 cm) (05 et 06-1990) (marais Milford #2, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
	5. 5,8 cm ($\pm$ 3,2 cm) (05 et 06-1990) (marais Passadumkeag, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
	6. > 30 cm (n = 1 site) (05-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
	7. sol saturé (n = 8 sites) (05 à 08-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
	8. entre 5 et 8 cm (n = 1 site) (06-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
	9. sol saturé ((n = 1 site) (07 à 08-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
	10. 6,5 cm ($\pm$ 2,8 cm) (n = 8 sites) (01 à 15-08-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
Hauteur du nid	1. 4 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)
	2. 3 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)
	3. 5 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)
	4. 6 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)
	5. 0 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	6. 0 cm (n = 1) (1994-1995) (île aux grues, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 7. 7,5 cm (n = 1) (Californie) (Dawson, 1922)
Épaisseur du nid	1. 2,5 cm (n = 1) (Big Coulee, North Dakota) (Peabody, 1922)
Caractéristique physique de la végétation	1. 99 cm (± 6 cm) (hauteur moyenne) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 2. 86 cm (± 9 cm) (hauteur moyenne) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 3. 145 cm (± 13 cm) (hauteur max.) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 4. 143 cm (± 13 cm) (hauteur max.) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 5. 38 cm (hauteur autour du nid) (n = 1) (12-06-1929) (Ontario) (Devitt, 1939) 6. 94 cm (± 10 cm) (hauteur plus haute tige) (05 et 06-1990) (marais Gouldsboro, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 7. 68 cm (± 19 cm) (hauteur plus haute tige) (05 et 06-1990) (marais Codyville, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 8. 105 cm (± 22 cm) (hauteur plus haute tige) (05 et 06-1990) (marais Milford #1, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 9. 115 cm (± 24 cm) (hauteur plus haute tige) (05 et 06-1990) (marais Milford #2, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 10. 97 cm (± 10 cm) (hauteur plus haute tige) (05 et 06-1990) (marais Passadumkeag, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)
Caractéristique physique de la végétation	11. 660 t/ha (± 257 t/ha) (densité) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 12. 864 t/ha (± 366 t/ha) (densité) (n = 1 site) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 13. 85,5 t/ha ($\pm 25,5$ t/ha) (densité) (05 et 06-1990) (marais Gouldsboro, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 14. 137,6 t/ha ($\pm 44,9$ t/ha) (densité) (05 et 06-1990) (marais Codyville, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 15. 124,5 t/ha ($\pm 83,2$ t/ha) (densité) (05 et 06-1990) (marais Milford #1, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 16. 115,7 t/ha ($\pm 63,4$ t/ha) (densité) (05 et 06-1990) (marais Milford #2, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 17. 150,0 t/ha ($\pm 68,2$ t/ha) (densité) (05 et 06-1990) (marais Passadumkeag, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	1990) 18. obstruction verticale complète $\cong$ 16 cm (sites de nidification) (<i>C. lasiocarpa</i>) (n = 8 sites) (05 à 08-1980) (Seney National Wildlife Refuge, Michigan) (Bookhout et Stenzel, 1987)
Présence de végétation morte	1. (n = 2 sites) (1994-1995) (RNF du lac Saint-François, Québec) (Robert et Laporte, 1996) 2. (n = 1) (12-06-1929) (Ontario) (Devitt, 1939) 3. (n = 5 sites) (05 et 06-1990) (marais Passadumkeag, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 4. (n = 1 site) (Big Coulee, North Dakota) (Peabody, 1922) 5. (n = 1 site) (Californie) (Dawson, 1922)
Superficie minimale du marais	1. 8 ha pour les mâles (général) (aire de distribution) (Nature Conservancy, 1993) 2. 2 ha pour les femelles (général) (aire de distribution) (Nature Conservancy, 1993)
Superficie des milieux humides utilisés	1. 14 ha (05 et 06-1990) (marais Gouldsboro, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 2. 840 ha (05 et 06-1990) (marais Codyville, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 3. 405 ha (05 et 06-1990) (marais Milford, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 4. 459 ha (05 et 06-1990) (marais Passadumkeag, Maine) (Gibbs et Melvin, 1990) 5. 0,5 ha (n = 1 site) (Michigan) (Bookout, comm. pers. In Alvo et Robert, 1999)

Références

- Alvo, R. and Robert, M. (1999) Status Report on the Yellow Rail, *Coturnicops noveboracensis*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), 72 pp.
- Bookhout, T.A. (1995) Yellow rail, *Coturnicops noveboracensis*. In A. Poole and F. Gill, (eds.) The Birds of North America, No. 139. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and The American Ornithologists' Union, Washington, D.C.
- Bookhout, T.A. et Stenzel, J.R. (1987) Habitat and Movements of breeding Yellow Rails. Wilson Bull., vol. 99, no. 3, pp. 441-447.
- Brewster, W. (1881) The Yellow Rail (*Porzana noveboracensis*) in Massachusetts. Bulletin of the Nuttall Ornithological Club, vol. 6, pp. 187-187.
- Dawson, W.L. (1922) A New Breeding Record for California. The Journal of the Museum of Comparative Oology, vol. 2, pp. 31-32.
- Devitt, O.E. (1939) The Yellow Rail breeding in Ontario. Auk, vol. 56, pp. 238-243.
- Elliot, R.D. et Morrison, R.I.G (1979) The incubation period of the Yellow Rail. Auk, vol. 96, pp. 422-423.

- Gibbs, J.P. et Melvin, S.M. (1990) An assessment of wading birds and other wetlands avifauna and their habitat in Maine. Final Report, Maine Dept. Inland Fish. Wildl., Bangor.
- Gibbs, J.P., Shriver, W.G. et Melvin, S.M. (1991) Spring and summer records of the Yellow Rail in Maine. J. Field Ornithol., vol 62, pp. 509-516.
- Nature Conservancy (1993) Species management abstract – Yellow Rail (*Coturnicops noveboracensis*). Document Internet, adresse : <http://www.conserveonline.org/2001/06/m/yera;internal&action=buildframes.action>
- Peabody, P.B. (1922) Haunts and breeding habits of the Yellow Rail. J. Mus. Comp. Oology, vol. 2, pp. 33-44.
- Robert, M (1995) Râle jaune. les références dans Gauthier, J. et Y. Aubry (éd.) Les Oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la Faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, 1295 p.
- Robert, M. (2003) Communication personnelle. Environnement Canada, région du Québec, service canadien de la faune.
- Robert, M. et Laporte, P. (1996) Le Râle jaune dans le sud du Québec : inventaire, habitats et nidification. Rapport technique # 247, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, 87 p.
- Stenzel, J.R. (1982) Ecology of breeding Yellow Rails at Seney National Wildlife Refuge. Master's thesis, Ohio State University, Columbus.
- Terril, L.M. (1943) Nesting habits of the Yellow Rail in Gaspé County, Québec. Auk, vol. 60, pp. 171-180.
- Walfinshaw, L.H. (1939) The Yellow Rail in Michigan. Auk, vol. 56, pp. 227-237

Annexe 3

Les informations recueillies de la littérature sur la Tortue géographique

La Tortue géographique (*Graptemys geographica*)

Les périodes sensibles du cycle vital

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Incubation des œufs	<u>Période de ponte :</u> 1. juin (général) (Québec) (Desroches et Rodrigue, 2004) 2. fin juin (général) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Flaherty, 1982) 3. 2 dernières semaines de juin (1977) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980) 4. 18 juin (n = 1) (1992) (Baie Norway, Riv. des Outaouais, Québec) (Chabot <i>et al.</i>, 1993) 5. entre la fin mai et juillet (général) (Québec) (Bider et Matte, 1994) 6. juin (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) 7. fin mai au début juillet, le pic à lieu vers le milieu de juin (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 8. mi-juin (général) (Ontario) (Logier, 1939) 9. 21 juin (n = 1) (1986) (Lambton Co., Ontario) (Weller et Oldham, 1986) 10. 10 et 11 juin (n = 4 ind. ; 2 sites) (Muskoka Co., Ontario) (Weller et Oldham, 1986) 11. entre juin et mi-juillet (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) 12. juin (1980) (Turtle Island, Mississippi River, Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 13. entre la fin mai et la fin juillet, pic en juin (général) (Indiana et Illinois) (Carr, 1995) 14. pic au début juin (général) (Lake Maxinkuckee, Indiana) (Newman, 1906) 15. fin mai à mi-juillet. Pic à la deuxième et troisième de juin (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994) <u>Durée de l'incubation :</u> 1. entre la mi-mai et la mi-octobre (période sensible sélectionnée d'après une revue de littérature) (Grands Lacs, Ontario) (ECON, 2004) 2. les œufs ne parviennent pas à terme lorsque T°C d'incubation ≤ 23°C (plrs familles donc <i>Graptemys</i>) (été 1980) (Turtle Island, Mississippi River, Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 3. entre 73 jours et 76 jours (général) (Wisconsin) (Ewert, 1979) 4. de moins de 100 jours à ≅ 110 jours (général) (sp présentes dans des climats tempérés – froids de

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Incubation des œufs	l'hémisphère nord) (Ewert, 1979) 73,5 jours en moyenne (entre 71 jours et 76 jours) (T°C incubation = 25°C) (laboratoire) (Ewert, 1985) 82,5 jours en moyenne lorsque T°C entre 25 °C et 25,5 °C (n = 30) (laboratoire) (Ewert, 1979) 57,1 jours en moyenne lorsque T°C entre 29,5 °C et 30 °C (n = 20) (laboratoire) (Ewert, 1979) 51,1 jours en moyenne lorsque T°C entre 30 °C et 32 °C (n = 36) (laboratoire) (Ewert, 1979) <u>Période où les jeunes sortent du nid :</u> - août à octobre (général) (Québec) (Derosches et Rodrigue, 2004) - fin août, début septembre (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) - septembre (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) - fin août et début septembre (général) (Indiana et Illinois) (Carr, 1995) - août et septembre (général) (aire de distribution) (Gibbons et Nelson, 1978) ----- - printemps suivant (anectodique) (Minnesota) (Breckenridge, 1944) - printemps suivant (anectodique) (Wisconsin) (Vogt, 1981) - printemps suivant (anectodique) (Illinois) (Cahn, 1937) - printemps suivant (anectodique) (Indiana) (Newman, 1906)
Hibernation	<u>Arrivée au site d'hibernation :</u> - rassemblement à partir du début de septembre (général) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980) - retour au lieu d'hibernation en septembre (général) (Québec) (Bider et Matte, 1994) - rassemblement à partir du début novembre (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) - premiers rassemblements à la fin d'octobre (T°C de l'eau $\cong$ 8 °C) (n = 1 site) (1997) (Lamoille River, Vermont) (Crocker <i>et al.</i>, 2000) - rassemblement lorsque T°C de l'eau $\cong$ 6°C (n = 1 site) (15 à 18-11-1991) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1992) - hibernation lorsque T°C de l'eau $\cong$ 2°C (n = 1 site) (15 à 18-11-1991) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1992) - à 6,3 °C, les individus sont rassemblés, encore mobiles mais au ralenti (n = 20 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997)

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Hibernation	8. 12 septembre en moyenne (n = 11 ind. ; 1 site) (début décembre 1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988) 9. 23 septembre en moyenne (n = 17 ind. ; 1 site) (début décembre 1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988) 10. rassemblement à partir de la fin octobre (général) (Mississippi River, Wisconsin) (Vogt, 1981) 11. rassemblement à partir du début novembre (général) (northern Indiana) (Pope, 1946) <u>Départ du site d'hibernation :</u> 1. dispersion vers le mois d'avril ou dès qu'il y a de l'eau libre dans les baies (général) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980) 2. début avril (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 3. 13 avril (premier individu aperçu) (1986) (Thames River, Kent Co., Ontario) (Weller et Oldham, 1986) 4. dispersion une semaine après que le couvert de glace se brise (3^e d'avril) (T°C de l'eau $\cong$ 11 °C) (n = 1 site) (1998) (Lamoille River, Vermont) (Crocker <i>et al.</i>, 2000) 5. départ de l'hibernacle lorsque la température au-dessus du substrat $\cong$ 11-12 °C (n = 1 site) (11-1997 à 11-1998) (Lamoille River, Vermont) (Graham <i>et al.</i>, 2000) 6. fin avril (général) (Mississippi River, Wisconsin) (Vogt, 1981) 7. avril (général) (northern Indiana) (Pope, 1946)

Les caractéristiques de l'habitat pour la ponte (incubation des œufs)

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence de végétation / ensoleillement	1. végétation absente (n = 1) (18-06-1992) (Baie Norway, Riv. des Outaouais, Québec) (Chabot <i>et al.</i>, 1993) 2. plein soleil (pas d'ombre créé par la végétation) (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 3. plein soleil (pas d'ombre créé par la végétation) et substrat sans racine (critère d'importance sélectionné d'après une revue de littérature) (Grands Lacs, Ontario) (ECON, 2004) 4. végétation basse et éparse ou absente (n = 7 nids ; 4 sites) (31-05 à 28-06-1980) (Turtle Island, Mississippi River, Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 5. Aucun nid dans végétation dense (n = 4 sites) (31-05 à 28-06-1980) (Turtle Island, Mississippi River,

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence de végétation / ensoleillement	Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 6. plein soleil (pas d'ombre créé par la végétation) (n = la plupart de 24 nids) (septembre à juillet 1990-2002) (Mount Zion Millpond, Indiana) (Baker <i>et al.</i>, 2003) 7. plein soleil (pas d'ombre créé par la végétation) (général) (aire de distribution) (Ehrenfeld, 1979)
Substrat	1. sableux ou graveleux (général) (Québec) (Derosches et Rodrigue, 2004) 2. sable, petites roches ou argile (n = 1 site) (05 à 07-1981) (lac des Deux-Montagnes, Québec) (Flaherty et Bider, 1984) 3. rive caillouteuse (général) (lac des Deux-Montagnes, Québec) (Bider et Matte, 1994) 4. mi-sablonneux et mi-pierreux (n = i ind.) (18-06-1992) (Baie Norway, Riv. des Outaouais, Québec) (Chabot <i>et al.</i>, 1993) 5. sable et substrat meuble sont préférés mais aussi possible dans l'argile (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) 6. berge de sable (n = 1) (21-07-1924) (Oakland, Ontario) (Patch, 1925) 7. substrat avec peu ou pas de roches (critère d'importance sélectionné d'après une revue de littérature) (Grands Lacs, Ontario) (ECON, 2004) 8. préférence pour les substrats sableux (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 9. sable (n = 1) (10-06-1846) (Colchester Co., Vermont) (Thompson, 1853) 10. généralement sable (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) 11. sable (n = 7 nids ; 4 sites) (31-05 à 28-06-1980) (Turtle Island, Mississippi River, Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 12. substrat meuble (général) (Indiana) (Minton, 1944) 13. sable grossier et gravier fin (n = la plupart de 24 nids ; 1 site) (septembre à juillet 1990-2002) (Mount Zion Millpond, Indiana) (Baker <i>et al.</i>, 2003) 14. substrat mou (sable), parfois argile (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994) 15. préférence pour le sable ou autre substrat friable (général) (aire de distribution) (Ehrenfeld, 1979) 16. substrat meuble, sable et quelque fois argile compacte (général) (aire de distribution) (Carr, 1995)
Pente de la berge	1. 13 % (n = 1 site) (05 à 07-1981) (lac des Deux-Montagnes, Québec) (Flaherty et Bider, 1984) 2. faible pente (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994)
Distance de la berge (nid)	1. près de l'eau (général) (Québec) (Derosches et Rodrigue, 2004) 2. 2 mètres de l'eau (n = 2) (1977) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980) 3. < 3 mètres de l'eau (n = 1) (1977) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Distance de la berge (nid)	4. $\cong$ 15 mètres (n = 1) (18-06-1992) (Baie Norway, Riv. des Outaouais, Québec) (Chabot <i>et al.</i>, 1993) 5. max. 2 km (n = 1) (lac des Deux-Montagnes) (Bider et Matte, 1994) 6. $\cong$ 90 m de la berge (n = 1) (21-07-1924) (Oakland, Ontario) (Patch, 1925) 7. $\cong$ 75 m (n = 1) (1986) (Muskoka Co., Ontario) (Weller et Oldham, 1986) 8. peut parcourir plusieurs centaines de mètres pour trouver un site approprié (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 9. près de l'eau (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) 10. entre un min $\cong$ 3 m et max $\cong$ 130 m (n = 7 nids ; 4 sites) (31-05 à 28-06-1980) (Turtle Island, Mississippi River, Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 11. peut parcourir une certaine distance afin de trouver un site approprié (général) (Indiana) (Minton, 1972) 12. $\cong$ 15 mètres (n = 1) (Ike Wawasee, Indiana) (Liebtag <i>In</i> Minton, 1972) 13. près de l'eau (général) (Indiana) (Minton, 1944) 14. peut parcourir une certaine distance afin de trouver un site approprié (général) (aire de distribution) (Carr, 1995)
Élévation du nid	1. généralement < 100 cm (général) (Québec) (Derosches et Rodrigue, 2004) 2. 50 cm (n = 2) (1977) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980) 3. 100 cm (n = 1) (1977) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Gordon et MacCulloch, 1980) 4. $\cong$ 2 m (n = 1) (18-06-1992) (Baie Norway, Riv. des Outaouais, Québec) (Chabot <i>et al.</i>, 1993) 5. $\cong$ 15 m (n = 1) (21-07-1924) (Oakland, Ontario) (Patch, 1925)
Profondeur du nid	1. $\cong$ 12 cm (général) (Québec) (Bider et Matte, 1994) 2. $\cong$ 12 cm (approximation) (n = 4 sites) (03-08 à 22-09-1980) (Turtle Island, Mississippi River, Wisconsin) (Vogt et Bull, 1984) 3. entre 5 cm et 15 cm (général) (Mount Zion Millpond, Indiana) (Baker <i>et al.</i>, 2003) 4. le haut du nid peut se trouver à $\leq$ 5 cm de la surface (général) (aire de distribution) (Carr, 1995)
Protection contre les vents dominants	1. les sites choisis offrent une certaine protection aux vents dominants (E ou SE) (n = 1 site) (05 à 07-1981) (lac des Deux-Montagnes, Québec) (Flaherty et Bider, 1984)
Distance du site d'hibernation	1. adjacent au seul lieu d'hibernation connu (lac des Deux Montagnes, Québec) (Flaherty, 1982) 2. 5830 m max (n = 1 ind.) (1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988) 3. < 20 km (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé pour l'hibernation

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur de l'eau	- généralement moins de 5 m (général) (Québec) (Derosches et Rodrigue, 2004) 6 m (site le plus profond) (n = 1 site) (1997) (Lamoille River, Vermont) (Crocker <i>et al.</i>, 2000) - se rassemblent au point le plus profond de la rivière (n = 1 site) (15 à 18-11-1991) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1992) - se rassemblent au point le plus profond (7,3 m) du domaine vital (n = > 100 ind. ; 1 site) (automne et hiver 1989-1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) - aucune tortue aperçue à moins de 4,6 m (là où la T°C de l'eau = 0) (n = 1 site) (15 à 18-11-1991) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1992) - entre 6 m et 8 m (n ≅ 100 ind ; 1 site) (21 à 23-11-1998) (Lamoille River, northern Vermont) (Ultsch <i>et al.</i>, 2000) - zone la plus profonde du domaine vital (n = 5 ind. ; 1 site) (début décembre 1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988) - les retenues d'eaux sont souvent utilisées comme hibernacle (général) (Kentucky) (Ersnt <i>et al.</i>, 1994)
Oxygène dissout	- une certaine concentration en oxygène dissout est nécessaire (général) (lac des Deux-Montagnes, Québec) (Flaherty, 1982) - taux d'oxygène dissout haut, près de la valeur de saturation de l'air (≥ 90 %) (n = 1 site) (11-1997 à 02-1998) (Lamoille River, Vermont) (Crocker <i>et al.</i>, 2000) - DO = 8.3 mg/l et la PO₂ = 103 mm Hg (sur le substrat) (n = 1 site) (02-1992) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1992) - concentration en O₂ dissout = 10,1 mg/l (n = 20 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) - O₂ dissout ≅ saturation (n ≅ 100 ind ; 1 site) (21 à 23-11-1998) (Lamoille River, northern Vermont) (Ultsch <i>et al.</i>, 2000)
Température de l'eau au-dessus du substrat	6,3 °C (7, 3 m) (n = 20 ind ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 3 °C (7, 3 m) (n = 20 ind ; 1 site) (01 et 14-04-1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 2 °C (n ≅ 100 ind ; 1 site) (21 à 23-11-1998) (Lamoille River, northern Vermont) (Ultsch <i>et al.</i>, 2000)
Vitesse du courant	0.1 m/s (1m au-dessus du substrat) (n = 1 site) (15 à 18-11-1991) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1992)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Vitesse du courant	2. presque nul (sur le substrat) (n = 20 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 3. faible (n = 5 ind. ; 1 site) (début décembre 1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988)
Substrat	1. limon et argile (n = 1 site) (1997) (Lamoille River, Vermont) (Crocker <i>et al.</i> , 2000) 2. sable fin (n = 20 ind.; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 3. sable, gravier, quelques roches et billots (n ≅ 100 ind ; 1 site) (21 à 23-11-1998) (Lamoille River, northern Vermont) (Ultsch <i>et al.</i> , 2000) 4. boue (général) (aire de distribution) (Carr, 1995)

Références

- Baker, P.J., Costanzo, J.P., Iverson, J.B. et Lee, R.E. Jr (2003) Adaptations to terrestrial overwintering of hatchling northern map turtles, *Graptemys geographica*. J. Comp. Physiol. B., vol. 173, pp. 643-651.
- Bider, J.R. et Matte, S. (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, Québec, 106 p.
- Carr, A. (1995) Handbook of turtles. Comstock Publishing Assoc., Ithaca, NY, 542 p.
- Chabot, J., Gagné, B. et St-Hilaire, D. (1993) Étude des populations de tortues du secteur de la baie Norway, de la rivière des Outaouais, comté de Pontiac, Québec. Gouvernement du Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, direction régionale de l'Outaouais, service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Hull, 42 p.
- Crocker, C.E., T.E. Graham, G.R. Ultsch, D.C. Jackson (2000) Physiology of Common Map Turtle (*Graptemys geographica*) Hibernating in the Lamoille River, Vermont. Journal of Experimental zoology, vol. 286, pp. 143-148.
- ECON – Environnement Canada région de l'Ontario (2004) Habitat rehabilitation in the Great Lakes, Significant Biological Parameters, Map Turtle, document Internet, adresse : <http://www.on.ec.gc.ca/wildlife/docs/habitat-rehabilitation4-e.html>
- Ehrenfeld, D.W. (1979) Behavior Associated with Nesting. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) Turtles Perspectives and research, John Wiley & Sons, 695 p.
- Ernst, C.H., Barbour, R.W. et Lovich, J.E. (1994) Turtles of the United States and Canada. Smithsonian institution Press, Washington, 578 p.

- Ewert, M.A. (1979) The embryo and its eggs: Development and Natural History. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) *Turtles Perspectives and research*, John Wiley & Sons, 695 p.
- Ewert, M.A. (1985) Embryology of turtles. *In* Gans, C., Billet, F. et Maderson, P.F.A. (eds) *Biology of Reptilia*, vol. 14, Development A, New York, John Wiley & Sons, pp. 75-267.
- Flaherty, N.C. (1982) Home range, movement, and habitat selection in a population of map turtle, *Graptemys geographica* (Le Sueur), in southwestern Quebec. Unpublished M.Sc. thesis, McGill Univ., Montreal, 57 p.
- Flaherty, N.C. et Bider, J.R. (1984) Physical Structures and the Social Factor as Determinants of Habitat Use by *Graptemys geographica* in Southwestern Quebec. *The American Midland Naturalist*, vol. 111, no. 2, pp. 259-266.
- Froom, B. (1976) *The turtles of Canada*. McClelland and Stewart, Toronto, 120 p.
- Harding, J.H. (1997) *Amphibians and Reptiles of the Great Lakes region*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 377 p.
- Gibbons, J.W. et Nelson, D.H. (1978) The evolutionary significance of delayed emergence from the nest by hatchling turtles. *Evolution*, vol. 32, no. 2, pp. 297-303
- Gordon, D.M. et MacCulloch, R.D. (1980) An investigation of the ecology of the map turtle, *Graptemys geographica* (Le Sueur), in the northern part of its range. *Can. J. Zool.*, vol. 58, pp. 2210-2219.
- Graham, T.E. et Graham, A.A. (1992) Metabolism and Behaviour of Wintering Common Map Turtles, *Graptemys geographica*, in Vermont. *The Canadian Field-Naturalist*, vol. 106, pp. 517-519.
- Graham, T.E. et Graham, A.A. (1997) Ecology of the Eastern Spiny Softshell, *Apalone spinifera* spinifera, in the Lamoille River, Vermont. *Chelonian Conservation and Biology*, vol. 2, no. 3, pp. 363-369.
- Graham, T.E., Graham, C.B., Crocker, C.E. et Ultsch, G.R. (2000) Dispersal from and Fidelity to a Hibernaculum in a Northern Vermont Population of Common Map Turtles, *Graptemys geographica*. *The Canadian Field-Naturalist*, vol. 114, pp.405-408.
- Logier, E.B.S. (1939) *The Reptiles of Ontario*. Royal Ontario Mus. Zool. Handbook 4, 63 p.
- Minton, S.A. (1944) Introduction to the study of the reptiles of Indiana. *Amer. Midl. Nat.*, vol. 32, pp. 438-477.
- Minton, S.A. Jr (1972) *Amphibians and Reptiles of Indiana*. Indiana Acad. Sci. Monogr. 3, pp. 1-346.
- Newman, H.H. (1906) The habits of certain turtles. *J. Comp. Neurology and Psychology*, vol. 16, pp. 126-152.

- Patch, C.L. (1925) *Graptemys geographica* in Canada. Copeia 1925, vol. 149, pp. 95-96.
- Pluto, T.G. et Bellis, E.D. (1988) Seasonal and Annual Movements of Riverine Map Turtle, *Graptemys geographica*. Journal of Herpetology, vol. 22, no. 2, pp. 152-158.
- Pope, C.H. (1946) Turtles of the United States and Canada. 2e edition, Alfred Knopf Inc., New York, 344 p.
- Reese, S.A., Jackson, D.C. et Ultsch, G.R. (2003) Hibernation in freshwater turtles: softshell turtles (*Apalone spinifera*) are the most intolerant of anoxia among North American species. Journal of Comparative Physiology B, vol. 173, pp. 263-268.
- Thompson, Z. (1853) The Natural History of Vermont. 1972 reprinted edition, Charles E. Tuttle Company, Rutland, Vermont, 286 p.
- Ultsch, G.R., Graham, T.E. et Crocker, C.E. (2000) An aggregation of Overwintering Leopard Frogs, *Rana pipiens*, and Common Map Turtles, *Graptemys geographica*, in Northern Vermont. The Canadian Field-Naturalist, vol. 114, pp. 314-315.
- Vogt, R.C. (1981) Natural history of amphibians and reptiles of Wisconsin. Milwaukee Public Museum, Milwaukee, Wisconsin, 205 p.
- Vogt, R.C. et Bull, J.J. (1984) Ecology of hatchling sex ratio in map turtles. Ecology, vol. 65, pp. 582-587.
- Weller, W.F. et Oldham, M.S. (1988) Ontario Herpetofaunal Summary. Publ. Ont. Field Herpetologist, Ontario, Canada, 221 p.

Annexe 4

Les informations recueillies de la littérature sur la Tortue-molle à épines

La Tortue-molle à épines (*Apalone spinifera*)

Les périodes sensibles du cycle vital

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Incubation des œufs	<u>Période de ponte :</u> 11 juin (n = 1) (1997) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) - juin (général) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) - juin (général) (Québec) (Desroches et Rodrigue, 2004) - juin et juillet (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) 2 juillet (n = 1) (1986) (Rondeau National Park, Ontario) (Weller et Oldham, 1986) - juin et au début juillet (n = la plupart des femelles) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) - entre le 15 juin et le 15 juillet (n = 4 sites) (étés 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) - juin (général) (New England) (Babcock, 1919) - entre le début juin et la mi-juillet (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) - entre le 14 juin et le 6 juillet (Lake Minnetonka, Minnesota) (Earl Partridge comm. pers. <i>In</i> Breckenridge, 1958) - entre la mi-juin et la troisième semaine de juillet (général) (Indiana et Illinois) (Pope, 1946) - entre juin et la fin de juillet (général) (Indiana, Illinois et Ohio) (Carr, 1995) - entre la mi-juin et la fin juillet (général) (Indiana) (Minton, 1972) - juin et juillet (général) (South Dakota) (Stukel, 1993) - juin et juillet (n = 38 nids) (1971-1974) (Sones River, Tennessee) (Robinson et Murphy, 1978) - Surtout en juin et juillet (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994) ----- - quelques femelles vont pondre une deuxième fois quelques semaines après la première (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) <u>Durée de l'incubation :</u> - entre 8 et 10 semaines (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) - entre 55 et 85 jours (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) - normalement entre 82-84 jours (général) (Wisconsin) (Ewert, 1979)

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Incubation des œufs	4. un peu plus de 66 jours (n = 1) (Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1958) 5. 64,4 jours $\pm$ 5,5 jours (n = 68 nids ; 1 site) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995) 6. la plupart des tortues d'eau douce ont une période d'incubation > 60 jours (général) (États-Unis) (Gibbons et Nelson, 1978) 7. de moins de 100 jours à $\approx$ 110 jours (général) (sp présentes dans des climats tempérés – froids de l'hémisphère nord) (Ewert, 1979) 8. 95,4 jours lorsque T°C entre 25 °C et 25,5 °C (n = 55 œufs) (laboratoire) (Ewert, 1979) 9. 69,0 jours lorsque T°C = 27,4 °C (n = 5 œufs) (laboratoire) (Ewert, 1979) 10. fonction de la température : a. 25°C – 25,5°C = 95,4 jours b. 25°C – 30°C = 69 jours c. 29,5°C - 30°C = 57,9 jours d. > > 30°C = 52,2 jours (général) (Ernst <i>et al.</i>, 1994) 11. la température minimale pour un développement normal $\approx$ 25 °C (Ewert, 1979) 12. 57,9 jours lorsque T°C entre 29,5 °C et 30 °C (n = 34 œufs) (laboratoire) (Ewert, 1979) 13. 52,2 jours lorsque T°C entre 30 °C et 32 °C (n = 22 œufs) (laboratoire) (Ewert, 1979) 14. 57 jours (T°C = 29°C $\pm$ 1°C) (n = 61 œufs) (laboratoire) (Gettinger <i>et al.</i>, 1984) 18. 88 jours (T°C = 25°C) (laboratoire) (Ewert, 1985) 15. 55 jours (T°C = 30°C) (laboratoire) (Ewert, 1985) 16. entre 83 jours et 109 jours lorsque la T°C d'incubation = 25°C (laboratoire) (Doody, 1995) 17. entre 75 jours et 89 jours lorsque la T°C d'incubation = 26°C (laboratoire) (Doody, 1995) 18. entre 65 jours et 84 jours lorsque la T°C d'incubation = 27°C (laboratoire) (Doody, 1995) 19. entre 58 jours et 78 jours lorsque la T°C d'incubation = 28°C (laboratoire) (Doody, 1995) 20. entre 57 jours et 69 jours lorsque la T°C d'incubation = 29°C (laboratoire) (Doody, 1995) 21. entre 54 jours et 66 jours lorsque la T°C d'incubation = 30°C (laboratoire) (Doody, 1995) 22. entre 54 jours et 63 jours lorsque la T°C d'incubation = 25°C (laboratoire) (Doody, 1995) <u>Période d'éclosion :</u> 1. fin août et septembre (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 2. 2 premières semaines de septembre (northern Indiana) (Liebtag et Minton, obs. pers. <i>In</i> Minton,

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Incubation des œufs	1972) 3. Septembre (général) (Minnesota) (Breckenridge, 1958) 4. fin août et début septembre (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) 5. fin août et septembre (général) (Indiana et Illinois) (Pope, 1946) 6. normalement entre la fin août et octobre (général) (Indiana) (Minton, 1972) 7. entre août et octobre (général) (South Dakota) (Stukel, 1993) 8. entre la fin d'août et d'octobre (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994) 9. à partir de la 53^{ième} journée d'incubation (T°C = 29 °C) (n = 51 œufs) (laboratoire) (Packard <i>et al.</i>, 1979)
Hibernation	<u>Arrivée au site d'hibernation :</u> 1. fin août (migration vers l'hibernacle) (général) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) 2. septembre et octobre (individus actifs autour de l'hibernacle) (général) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) 3. novembre (hibernation) (général) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) 4. fin août (rassemblement près de l'hibernacle) (1996 à 1990) (lac Champlain, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 5. fin août = premiers mouvements vers l'hibernacle (n = 3 ind.) (24 et 31-08-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 6. début octobre = derniers mouvements vers l'hibernacle (n = 1 ind.) (09-10-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 7. 17 août (migration vers l'hibernacle) (1986) (Middlesex Co., Ontario) (Weller et Oldham, 1986) 8. souvent inactif à partir de septembre (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994) <u>Durée de l'hibernation :</u> 1. inactif entre le début d'octobre et avril, même mai plus au nord (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 2. les migrations pour rejoindre et quitter l'hibernacle se font lorsque la T °C atteint $\cong 12$ °C (général) (1989 à 1995) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 3. 20 septembre au 20 avril (général) (Monroe and Wayne Counties, New York) (Pope, 1946) 4. l'espèce est normalement inactive entre octobre et mars (général) (latitude entre 40° et 43°) (Bury, 1979)

PÉRIODES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Hibernation	5. fin octobre à fin avril début mai (général) (Illinois) (Pope, 1946) 6. 11 décembre au 19 mars (général) (Vigo Co., Indiana) (Pope, 1946) 7. novembre à mars (général) (Indiana, Illinois et Ohio) (Carr, 1995) Départ du site d'hibernation : 1. avril (fin de l'hibernation) (général) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) 2. mai (quitte l'hibernacle) (1996 à 1990) (lac Champlain, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 3. 31 mars (premier individu aperçu) (1986) (Essex Co., Ontario) (Weller et Oldham, 1986) 4. 12 °C, les individus ont quitté l'hibernacle (n = 3 ind.) (14-05-1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 5. début avril (général) (Northern Indiana) (Pope, 1946) 6. jusqu'en mai (général) (nord de l'aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994)

Les caractéristiques de l'habitat pour la ponte (incubation des œufs)

Le *n* réfère au nombre de nids, à moins d'indication contraire

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence de végétation / ensoleillement	1. sans végétation (n = 1 site) (06-1998) (lac Champlain, Québec) (Daigle <i>et al.</i>, 2002) 2. ouvert, un site devient ombragé durant l'été (n = 4 sites) (étés 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 3. ouvert (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 4. plein soleil (pas d'ombre créé par la végétation) (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) 5. libre de végétation (pas d'ombre créé par la végétation) (n = 44 nids ; 1 site) (06 à 07-1962) (Mississippi River, Minnesota) (Vose, 1964) 6. 3,8 m ± 4,8 m de la végétation la plus proche (n = 1 site ; 68 nids) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995) 7. plein soleil (pas d'ombre créé par la végétation) (général) (aire de distribution) (Ehrenfeld, 1979) 8. présence de Salix peu dense (n = 1 nid) (11-07-1931) (Cahn <i>In</i> Pope, 1946)
Substrat	1. sableux ou graveleux (général) (Québec) (Desroches et Rodrigue, 2004) 2. sable et gravier (n = 1 site) (06-1998) (lac Champlain) (Daigle <i>et al.</i>, 2002) 3. sable, gravier (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	4. préférablement sable (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 5. sable fin (n = 3 sites) (étés 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 6. sable grossier et gravier (n = 1 site) (étés 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 7. substrat sableux (général) (New England) (Babcock, 1919) 8. sable (général) (Mississippi River, Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1955) 9. sable est préféré (général) (Minnesota) (Breckenridge, 1958) 10. sable et gravier sont préférés (général) (Minnesota) (Hedrick et Holmes, 1956) 11. sable ou gravier fin (n = 44 nids ; 1 site) (06 à 07-1962) (Mississippi River, Minnesota) (Vose, 1964) 12. sable ou gravier (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) 13. barre de sable (n = 1) (28-06-1958) (Mississippi River, Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1960) 14. sable (n = 8 nids ; 1 site) (Upper Mississippi River, Illinois) (Anderson <i>et al.</i>, 2002) 15. sable et substrat meuble (général) (Indiana) (Minton, 1972) 16. sable (général) (Indiana) (Minton, 1944) 17. gravier (n = 1 nid) (26-06) (Syracuse, Indiana) (Eigenmann, 1895) 18. sable et gravier (n = 5 nids ; 1 site) (27-06) (Ogden Point, Indiana) (Eigenmann, 1895) 19. sable (général) (Lake Maxinkuckee, Indiana) (Evermann et Clark, 1916) 20. berge de sable (n = 1) (19-07-195?) (Platte River, Nebraska) (Gehlbach et Collette, 1959) 21. barre de sable (sable grossier et gravier fin) (n = 3 nids. ; 1 site) (02-06-1977 et 11-06-1977) (South Platte River, Logan Co., Colorado) (Packard <i>et al.</i>, 1979) 22. barre de sable (n = 3 nids ; 1 site) (22-06-1978) (South Platte River, Logan Co., Colorado) (Packard <i>et al.</i>, 1981) 23. barre de sable (n = 1) (South Platte River, Logan Co., Colorado) (13-06-1988) (Miller <i>et al.</i>, 1989) 24. presque exclusivement sur les barre de sable (n = 63/68 nids ; 1 site) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995) 25. sable (n = 1) (11-07-1931) (Cahn <i>In</i> Pope, 1946)
Pente de la berge	1. pente graduelle (n = 44 nids ; 1 site) (06 à 07-1962) (Mississippi River, Minnesota) (Vose, 1964) 2. plage (n = 378 œufs ; 1 site) (Mississippi River, Vernon Co., Wisconsin) (Vogt et Bull, 1982) 17° ±15,7° (n = 68 nids ; 1 site) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Distance de l'eau (nid)	2 m de la rive (n = 1) (06-1998) (lac Champlain) (Daigle <i>et al.</i>, 2002) - près de l'eau (général) (Ontario et Québec) (Froom, 1976) - près de l'eau (général) (régions des Grands Lacs) (Harding, 1997) 3,1 m $\pm$ 0,29 m (range entre 2,0 m et 3,7 m) (n = 5) (étés 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) - entre 1 m et 5 m (n = 4 sites) (étés 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) - près de l'eau (général) (New England) (Babcock, 1919) - petites îles et berges (général) (Mississippi River, Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1955) - toujours en contact visuel avec l'eau (n = 44 nids ; 1 site) (06 à 07-1962) (Mississippi River, Minnesota) (Vose, 1964) - entre 4,2 m et 9 m (n = 30 nids) - entre 17 m et 19 m (n = 14 nids) $\cong$ 250 cm (n = 1) (28-06-1958) (Mississippi River, Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1960) $\cong$ 30 cm (n = 1) (Minnesota) (Hedrick et Holmes, 1956) - normalement à proximité de l'eau mais peut aller jusqu'à 100 m (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) - plage de sable (n = 8 nids ; 1 site) (Upper Mississippi River, Illinois) (Anderson <i>et al.</i>, 2002) - moins de 1,8 m (général) (Lake Maxinkuckee, Indiana) (Evermann et Clark, 1916) - près de l'eau (général) (Indiana) (Minton, 1972) $\cong$ 3 m (n = 1) (22-06-1903) (Lake Maxinkuckee, northern Indiana) (Newman, 1906) $\cong$ 4,5 m (n = 1 nid) (19-07-195?) (Platte River, Nebraska) (Gehlbach et Collette, 1959) $\leq$ 3 m de la rive (n = 5 sites) (03 à 11-1994 et 1995) (Gin creek, Arkansas) (Plummer <i>et al.</i>, 1997) 25,5 m $\pm$ 12,5 m (n = 68 nids ; 1 site) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995) $\cong$ 5,5 m de l'eau (n = 1) (11-07-1931) (Cahn <i>In</i> Pope, 1946)
Élévation du nid	- sites de ponte doivent être suffisamment au-dessus du niveau d'eau de manière à ce que les œufs soient au sec à 15 cm de profondeur (général) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1999) 1 m (n = 1) (06-1998) (lac Champlain) (Daigle <i>et al.</i>, 2002) $\cong$ 60 cm (n = 1) (28-06-1958) (Mississippi River, Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1960) 2,7 m $\pm$ 0,9 m (n = 68 nids ; 1 site) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur des nids	1. les œufs les plus près de la surface $\cong$ 13 cm (n = 1) (28-06-1958) (Mississippi River, Minneapolis, Minnesota) (Breckenridge, 1960) 2. $\cong$ 25 cm (n = 1 nid) (Minnesota) (Hedrick et Holmes, 1956) 3. entre 10 cm et 25 cm (général) (Indiana, Illinois et Ohio) (Carr, 1995) 4. $\cong$ entre 10 cm et 25 cm (général) (Lake Maxinkuckee, Indiana) (Evermann et Clark, 1916) 5. $\cong$ 15 cm (n = 1) (19-07-195?) (Platte River, Nebraska) (Gehlbach et Collette, 1959) 6. 11,8 cm $\pm$ 1,6 cm ; varie entre 9,7 cm et 14,5 cm (n = 68 nids ; 1 site) (28-04 à 21-09-1993 et 28-05 à 05-09-1994) (Comite River, southcentral Louisiana) (Doody, 1995) 7. entre 10 cm et 15 cm (général) (aire de distribution) (Ernst <i>et al.</i>, 1994)
Site de hibernation à proximité	1. maximum 25 km (n = 11 ind.) (1996 à 1990) (lac Champlain) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 2. réside dans un segment de 1100 m (n = 35 ind.) (été 1989 et 1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de hibernation

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur de l'eau	1. entre 2,5 m et 5 m (général) (Québec) (Desroches et Rodrigue, 2004) 2. entre 2 et 3 m (n = 3 ind. ; 1 site) (1998) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1999) 3. 4,3 m (n = 1 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 4. entre 4,0 m et 5,0 m (n = 1 site) (20-11-1997) (lac Champlain, Québec) (Galois, 1998) 5. 4,3 m (n = 1 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 6. 4,0 m (n = 1 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 7. 4,6 m (n = 1 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 8. secteurs les plus profonds (général) (lac Champlain, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 9. 5,2 m (n = 1 ind. ; 1 site) (1996 à 1999) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 10. 2,5 m (n = 3 ind. ; 1 site) (1996 à 1999) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 11. 5,0 m (n = 12 ind. ; 1 site) (1996 à 1999) (lac Champlain, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 12. Secteur le plus profond du domaine vital (7,3 m) (1989, 1993 et 1995) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997)
Oxygène dissout	1. 11 ppm (au-dessus du substrat) (n = 1 site) (20-11) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002) 2. 12 ppm (au-dessus du substrat) (n = 12 ind. ; 1 site) (20-11) (lac Champlain, Québec) (Galois <i>et al.</i>, 2002)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Oxygène dissout	2002) 3. 11,0 ppm (au-dessus du substrat) (n = 1 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 4. 12,0 ppm (au-dessus du substrat) (n = 2 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 5. 11,6 ppm (au-dessus du substrat) (n = 2 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi, Québec) (Galois, 1998) 6. 10,1 mg/l (n = 3 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 7. jamais retrouvé dans des conditions hypoxique, même l'été (général) (Wisconsin) (Vogt, 1981) 8. eau bien oxygénée nécessaire (général) (laboratoire) (Ultsch <i>et al.</i> , 2000)
Substrat	1. sable (80 %) (n = 1 ind. ; 1site) (rivière Mississquoi) (20-11) (Galois <i>et al.</i> , 2002) 2. sable (90 %) (n = 3 ind. ; 1site) (rivière Mississquoi) (22-10) (Galois <i>et al.</i> , 2002) 3. limon (90 %) (n = 12 ind. ; 1site) (lac Champlain) (20-11) (Galois <i>et al.</i> , 2002) 4. sable fin (n = 3 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997)
Température de l'eau au-dessus du substrat	1. 4 °C (n = 1 site) (19-11-1997) (rivière Mississquoi) (Galois, 1998) 2. 2 °C (n = 4 site) (19 et 20-11-1997) (rivière Mississquoi) (Galois, 1998) 3. 6,3 °C (n = 3 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997) 4. 3 °C (n = 3 ind. ; 1 site) (01 et 14-04-1990) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997)
Vitesse du courant	1. 0,003 m/s (n = 1 site) (19-11-1997) (lac Champlain) (Galois, 1998) 2. 0,112 m/s (n = 1 site) (20-11-1997) (lac Champlain) (Galois, 1998) 3. 0,154 m/s (n = 1 site) (20-11-1997) (lac Champlain) (Galois, 1998) 4. 0,139 m/s (n = 1 site) (20-11-1997) (lac Champlain) (Galois, 1998) 4. 0,220 m/s (n = 1 site) (20-11-1997) (lac Champlain) (Galois, 1998) 5. presque nul au-dessus du substrat (n = 3 ind. ; 1 site) (19-11-1989) (Lamoille River, Vermont) (Graham et Graham, 1997)

Références

- Anderson, R.V., Gutierrez, M.L. et Romano, M.A. (2002) Turtle Habitat Use in a Reach of the Upper Mississippi River. *Journal of Freshwater Ecology*, vol. 17, no. 2, pp. 171-177.F
- Babcock, H.L. (1919) The turtles of New England. *Mem. Bloston Soc. Natur. Hist.*, vol. 8, pp. 313-431.
- Breckenridge, W.J. (1955) Observations on the life history of the soft-shelled turtle *Trionyx ferox*, with especial reference to growth. *Copeia* 1955, pp. 5-9.

- Breckenridge, W.J. (1958) Reptiles and Amphibians of Minnesota. Univ. Minnesota Press, Minneapolis, 2nd edition, 202 p.
- Breckenridge, W.J. (1960) A spiny soft-shelled turtle nest study. *Herpetologica*, vol. 16, pp. 284-285.
- Bury, R.B. (1979) Population Ecology of Freshwater Turtles. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) *Turtles Perspectives and research*, John Wiley & Sons, 695 p.
- Carr, A. (1995) Handbook of turtles. Comstock Publishing Assoc., Ithaca, NY, 542 p.
- Daigle, C, Galois, P. et Chagnon, Y. (2002) Nesting Activities of an Eastern Spiny Softshell Turtle, *Apalone spinifera*. *The Canadian Field-Naturalist*, vol. 116, pp. 104-107
- Desroches, J.-F. et Rodrigue, D. (2004) Amphibiens et Reptiles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quitin, Warterloo, 287 p.
- Ehrenfeld, D.W. (1979) Behavior Associated with Nesting. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) *Turtles Perspectives and research*, John Wiley & Sons, 695 p.
- Eigenmann, C.H. (1895) Testudinata (of Turkey Lake, Indiana). *Proc. Indiana Acad. Sci.* 1895, vol. 5, pp. 262-264.
- Ernst, C.H., Barbour, R.W. et Lovich, J.E. (1994) *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian institution Press, Washington, 578 p.
- Evermann, B.W. et Clark, H.W. (1916) The turtles and batrachians of the Lake Maxinkuckee region. pp. 472-518 *In* Evermann, B.W. et Clark, H.W. (eds) (1920) *Lake Maxinkuckee, A physical and biological survey*. Vol. 1 Dep't. Conserv. St. Indiana, publ. no. 7, 660 p.
- Ewert, M.A. (1979) The embryo and its eggs: Development and Natural History. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) *Turtles Perspectives and research*, John Wiley & Sons, 695 p.
- Ewert, M.A. (1985) Embryology of turtles. *In* Gans, C., Billet, F. et Maderson, P.F.A. (eds) *Biology of Reptilia*, vol. 14, Development A, New York, John Wiley & Sons, pp. 75-267.
- Froom, B. (1976) *The turtles of Canada*. McClelland and Stewart, Toronto, 120 p.
- Galois, P. (1998) Étude de l'utilisation de la rivière aux Brochets par la tortue-molle à épines (*Apalone spinifera spinifera*) et localisation des habitats essentiels de l'espèce dans la partie québécoise du lac Champlain. Rapport d'étape 1997, Plan d'intervention sur la tortue-molle à épines, Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, 105 p.
- Galois, P. (1999) Recherche de sites de nidification de la tortue-molle à épines (*Apalone spinifera spinifera*) à la rivière aux Brochets et inventaires de l'espèce sur la rivière Richelieu et la rivière des Outaouais, rapport d'étape 1998. Plan d'intervention sur la tortue-molle à épines, Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, 94 p.

- Galois, P., Lévêillé, M., Bouthillier, L., Daigle, C. et Parren, S. (2002) Movement Patterns, Activity, and Home Range of the Eastern Spiny Softshell Turtle (*Apalone spinifera*) in Northern Lake Champlain, Québec, Vermont. *Journal of Herpetology*, vol. 36, no. 3, pp. 402-411.
- Gehlbach, F.R. et Collette, B.B. (1959) Distributional and biological notes on the Nebraska herpetofauna. *Herpetologica*, vol. 15, pp. 141-143.
- Gettinger, R.D., Paukstis, G.L. et Gutzke, W.H.N. (1984) Influence of hydric environment on oxygen consumption by embryonic turtles *Chelydra serpentina* and *Trionyx spiniferus*. *Physiol. Zool.*, vol. 57, pp. 468-473.
- Gibbons, J.W. et Nelson, D.H. (1978) The evolutionary significance of delayed emergence from the nest by hatchling turtles. *Evolution*, vol. 32, no. 2, pp. 297-303.
- Graham, T.E. et Graham, A.A. (1997) Ecology of the Eastern Spiny Softshell, *Apalone spinifera* spinifera, in the Lamoille River, Vermont. *Chelonian Conservation and Biology*, vol. 2, no. 3, pp. 363-369.
- Harding, J.H. (1997) *Amphibians and Reptiles of the Great Lakes region*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 377 p.
- Hedrick, R.M. et Holmes, J.C. (1956) Additional Minnesota herpetological notes. *Flicker*, vol. 28, no. 3, pp. 123-126.
- Janzen, F.J. (1993) The influence on Incubation Temperature and Family on Eggs, Embryos, and Hatchlings of the Smooth Softshell Turtle (*Apalone mutica*). *Physiological Zoology*, vol. 66, no. 3, pp. 349-373.
- Miller, K., Birchard, G.F., Packard, M.J. et Packard, G.C. (1989) *Trionyx spiniferus* (spiny softshell turtle) Fecundity. *Herpetological Review*, vol. 20, p. 56.
- Minton, S.A. Jr (1972) *Amphibians and Reptiles of Indiana*. Indiana Acad. Sci. Monogr. 3, pp. 1-346.
- Minton, S.A. Jr (1972) *Amphibians and Reptiles of Indiana*. Indiana Acad. Sci. Monogr. 3, pp. 1-346.
- Moll, E.O. (1979) Reproductive Cycles and Adaptations. Les références dans Harless, M. et Morlock, H. (eds) *Turtles Perspectives and research*, John Wiley & Sons, 695 p.
- Newman, H.H. (1906) The habits of certain turtles. *J. Comp. Neurology and Psychology*, vol. 16, pp. 126-152.
- Packard, G.C., Taigen, T.L., Boardman, T.J., Packard, M.J. et Tracy, C.R. (1979) Changes in mass of softshell turtle (*Trionyx spiniferus*) eggs incubated on substrates differing in water potential. *Herpetologica*, vol. 35, no. 1, pp. 78-86.
- Packard, G.C., Taigen, T.L., Packard, M.J. et Boardman, T.J. (1981) Changes in mass of eggs of softshell turtles (*Trionyx spiniferus*) incubated under hydric conditions simulating those of natural nests. *J. Zool. Lond.*, vol. 193, pp. 81-90.

- Plummer, M.V. et Burnley, J.C. (1997) Behavior, Hibernacula, and Thermal Relations of Softshell Turtles (*Trionyx spinifera*) Overwintering in a Small Stream. *Chelonian Conservation and Biology*, vol. 2, no. 4, pp. 489-493.
- Plummer, M.V., Mills, N.E., Allen, S.L. (1997) Activity, Habitat, and Movement Patterns of Softshell Turtles (*Trionyx spinifera*) in a Small Stream. *Chelonian Conservation and Biology*, vol. 4, no. 4, pp. 514-520.
- Pope, C.H. (1946) *Turtles of the United States and Canada*. 2e edition, Alfred Knopf Inc., New York, 344 p.
- Reese, S.A., Jackson, D.C. et Ultsch, G.R. (2003) Hibernation in freshwater turtles: softshell turtles (*Apalone spinifera*) are the most intolerant of anoxia among North American species. *Journal of Comparative Physiology B*, vol. 173, pp. 263-268.
- Robinson, K.M. et Murphy, G.G. (1978) The reproduction cycle of the eastern spiny softshell turtle (*Trionyx spiniferus spiniferus*). *Herpetologica*, vol. 34, no. 2, pp. 137-140.
- Stukel, E.D. (1993) The softshells. *South Dakota Conservation Digest*, vol. 60, no. 4, pp. 20-21.
- Ultsch, G.R., Graham, T.E. et Crocker, C.E. (2000) An aggregation of Overwintering Leopard Frogs, *Rana pipiens*, and Common Map Turtles, *Graptemys geographica*, in Northern Vermont. *The Canadian Field-Naturalist*, vol. 114, pp. 314-315.
- Vogt, R.C. (1981) *Natural history of amphibians and reptiles of Wisconsin*. Milwaukee Public Museum, Milwaukee, Wisconsin, 205 p.
- Vogt, R.C. et Bull, J.J. (1982) Genetic sex determination in the spiny softshell, *Trionyx spiniferus* (Testudines : Trionychidae). *Copeia* 1982, pp. 699-700.
- Vose, R.N. (1964) Nesting habits of the soft-shelled turtles (*Trionyx* sp). *Proc. Minnesota Acad. Sci.*, vol. 31, no. 2, pp. 122-124.
- Weller, W.F. et Oldham, M.S. (1988) *Ontario Herpetofaunal Summary*. Publ. Ont. Field Herpetologist, Ontario, Canada, 221 p.

Annexe 5

Les informations recueillies de la littérature sur le Chevalier cuivré

Le Chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*)

La période de reproduction

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES	
<u>Période de ponte :</u>	
1.	T°C de l'eau entre 20°C et 23°C (n = 17 ind. ; 1 site) (20 et 28-06-1992) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet <i>et al.</i> , 1996)
2.	entre le 20 juin et le 14 juillet ; T°C de l'eau entre 19°C et 26°C (n = 1 site) (1993 et 1994) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet <i>et al.</i> , 1995)
3.	15 au 22 juin 1993 et 23 juin au 1 juillet 1994 (date de capture, géniteurs) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet et Simoneau, 1999)
4.	16 juin (n = 1 mâle à laitance coulante ; 1 site) (1992) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet <i>et al.</i> , 1996)
5.	entre le 18 juin et le 9 juillet ; probablement juste avant la ponte (n = 23 ind. ; 1 site) (1991)(rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992)
6.	7 juillet ; œufs récoltés (n = 1 site) (1991) (rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992)
7.	dépôt du frai estimé entre le 3 et le 7 juillet ; T°C de l'eau = 23°C (n = 1 site) (1991) (rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992)
8.	20 juin (accroissement du nombre de géniteurs) (n = 1 site) (1984) (rivière Richelieu, Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986)
9.	18 juin , T°C de l'eau = 18°C (n = 4 mâles à laitance coulante ; 1 site) (1985) (rivière Richelieu, Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986)
10.	entre 89 et 127 degrés-jours (pic = 108 degrés-jours) (éclosion des œufs) (laboratoire) (Branchaud et Gendron, 1993)
<u>Mobilité des jeunes :</u>	
1.	les larves commencent à nager entre 12 et 16 jours après la fertilisation, avec un pic à 15 jours (T°C d'incubation = 20°C) (laboratoire) (Branchaud et Gendron, 1993)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de reproduction

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	1. hauts-fonds graveleux (n = 1 site) (1993 et 1994) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet <i>et al.</i> , 1995) 2. gravier fin à grossier (entre 3,0 mm et 64 mm) et quelques roches (entre 65 mm et 255 mm) (n = 1 site) (18-06 à 09-07-1991) (rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	3. gravier grossier dominant (entre 7 mm et 64,9 mm) (n = 1 site) (18-06 à 09-07-1991) (rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992) 4. rocheux ; pas nécessairement site de ponte (n = 1 site) (18-06-1985) (rivière Richelieu, Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986) 5. gravier et roche (général) (Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986)
Vitesse du courant	1. modéré (n = 1 site) (1993 et 1994) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet <i>et al.</i> , 1995) 2. < 25 cm/s (n = 1 site) (18-06 à 09-07-1991) (rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992) 3. modéré ; pas nécessairement site de ponte (n = 1 site) (18-06-1985) (rivière Richelieu, Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986)
Profondeur de l'eau	1. < 100 cm (n = 1 site) (1993 et 1994) (rivière Richelieu, Québec) (Boulet <i>et al.</i> , 1995) 2. 75 cm (n = 1 site) (18-06 à 09-07-1991) (rivière Richelieu, Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992) 3. entre 1,5 m et 2,0 m ; pas nécessairement site de ponte (n = 1 site) (18-06-1985) (rivière Richelieu, Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986)
Absence de végétation	1. absence de plantes (non exclusif à l'habitat de reproduction) (général) (Québec) (MRNF, 2005)
Présence d'îles ou de rochers	1. serait importante pour la reproduction de l'espèce (général) (Québec) (La Haye <i>et al.</i> , 1992) 2. le long d'une petite île (n = 1 site) (18-06-1985) (rivière Richelieu, Québec) (Mongeau <i>et al.</i> , 1986)

Références

- Boulet, M., Leclerc, J et Dumont, P. (1995) Programme triennal d'étude sur le suceur cuivré. ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, Rapp. d'étape, 61 p.
- Boulet, M., Chagnon, Y. et Leclerc, J. (1996) Recherche et caractérisation des aires de fraye des suceurs cuivré et ballot au bief d'aval du barrage de Saint-Ours (rivière Richelieu) en 1992. ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction régionale de la Motérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, 37 p.
- Boulet, M. et Simoneau, M. (1999) Résultats des pêches effectuées en 1993 et 1994 dans la rivière Richelieu, dans le cadre du programme triennal d'étude sur le chevalier cuivré. Société de la faune et de parcs du Québec, Directions régionales de Lanaudière et de la Montérégie, Rapp. Tech. 16-04, 87 p.
- Branchaud, A. et Gendron, A.D. (1993) Artificial spawning and rearing of the Copper Redhorse, *Moxostoma hubbsi* (Teleostei : Catostomidae). The Canadian Field-Naturalist, vol. 107, no. 3, pp. 279-282.

- La Haye, M., Bélanger, C., Leclerc, J. et Dumont, P. (1992) Observations sur la reproduction du Suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) dans le bassin de Chambly en 1991. ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, Rapp. Trav, 06-19, 39 p.
- Mongeau, J.-R., Dumont, P. et Cloutier, L. (1986) La biologie du Suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) une espèce rare et endémique à la région de Montréal. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Montréal, rapport technique 06-39, 150 p.
- MRNF – ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (2005) Fiche détaillée du Chevalier cuivré. Document Internet, adresse : http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/fiche/fiche_chevalier_cuivre_detail.htm

Annexe 6

Les informations recueillies de la littérature sur le Dard de sable

Le Dard de sable (*Ammocrypta pellucida*)

La période de reproduction

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES	
<u>Période de ponte :</u>	
1.	mi-juin à mi-août (général) (Grands Lacs et fleuve Saint-Laurent) (Williams, 1975)
2.	juin (T°C de l'eau de 20,5°C = femelles gravides et T°C de l'eau de 25,5°C = femelles ne sont plus gravides) (06 à 26-06-1995) (rivière Winooski, Vermont) (Facey, 1998)
3.	mai (T°C de l'eau = 14,4°C) à mi-août (T°C de l'eau = 24,4°C), pic en juin et juillet (Black River, Ohio) (1975) (Spreitzer, 1979)
4.	28 juin (Franklin County, Ohio) (Williamson et Osburn, 1897 <i>In</i> Osburn, 1901)
5.	juin et juillet (général) (Bassin de la rivière Ohio) (Williams, 1975)
6.	T°C de l'eau entre 20,5 °C et 23 °C (aquarium) (Johnston, 1989)

7.	<i>Ammocrypta clara</i> ; T°C de l'eau = 22 °C (n = 2 sites) (Black et Mississippi River, Wisconsin) (Simon <i>et al.</i> , 1992)
8.	<i>Ammocrypta beani</i> ; T°C de l'eau entre 22 °C et 24 °C (général) (Tallapoosa River, Alabama) (Simon <i>et al.</i> , 1992)
9.	<i>Ammocrypta meridiana</i> ; T°C de l'eau entre 20 °C et 23 °C (général) (Cahaba River, Alabama) (Simon <i>et al.</i> , 1992)
10.	<i>Ammocrypta beani</i> ; T°C de l'eau de = 21 °C (général) (aquarium) (Simon <i>et al.</i> , 1992)
<u>Incubation des oeufs:</u>	
1.	entre 4 et 5 jours (général) (laboratoire) (Johnston, 1989)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de reproduction

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	1. sable et argile (n = 2 ind. ; 1 site) (02-07-1941) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Vladykov, 1942) 2. terrasse calcaire avec fine couche de boue (n = 3 ind. ; 1 site) (17-06-1941) (rivière Châteauguay, Québec) (Vladykov, 1942) 3. sable (n = 96 ind. ; 1 site) (07-1989) (Lamoille River, Vermont) (Facey, 1998) 4. ≅ 80 % de sable et 20 % de gravier (n = 27 ind. ; 1 site) (26-07-1987) (Tippecanoe River, Indiana) (Johnston, 1989).

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	5. composition du substrat (n = 1 site) (9 juin 1975) (Vinton, Ohio) (Spreitzer, 1979) i. gravier et + ($\geq 4,00$ mm) = 2,5% ii. gravier (entre 2,00 mm et 4,00 mm) = 2,4% iii. sable très grossier (entre 1,00 mm et 2,00 mm) = 8,7% iv. sable grossier (entre 0,5 mm et 1,00 mm) = 50,8% v. sable (entre 0,25 mm et 0,50 mm) = 26,9 % vi. sable fin (entre 0,125 mm et 0,25 mm) = 7,8% vii. sable très fin (entre 0,063 mm et 0,125 mm) = 0,7% viii. argile et plus fin ($\leq 0,063$ mm) = 0,2%
	6. composition du substrat (n = 1 site) (12 juillet 1975) (Ross, Ohio) (Spreitzer, 1979) i. gravier et + ($\geq 4,00$ mm) = 7,4% ii. gravier (entre 2,00 mm et 4,00 mm) = 4,4% iii. sable très grossier (entre 1,00 mm et 2,00 mm) = 8,3% iv. sable grossier (entre 0,5 mm et 1,00 mm) = 27,1% v. sable (entre 0,25 mm et 0,50 mm) = 40,7 % vi. sable fin (entre 0,125 mm et 0,25 mm) = 11,6% vii. sable très fin (entre 0,063 mm et 0,125 mm) = 0,4% viii. argile et plus fin ($\leq 0,063$ mm) = 0,2%
	7. banc de sable (général) (06 et 07-1952) (western Lake Erie, Ohio) (Langlois, 1954)
	8. voir tableau pour la composition du substrat (%) (ombragé = forte présomption de reproduction) (03-06 à 25-07-2002) (Winooski River, Vermont) (O'brien et Facey, 2003)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES										
Substrat	0,54 – 1,0	13,0 (± 13,8)	20,6 (± 24,4)	45,3	33,4 (± 26,8)	14,3	12,4	30,7	1,0	21,9	
	1,0 – 1,9	5,7 (± 5,5)	7,2 (± 3,8)	3,6	7,8 (± 6,9)	8,9	4,1	4,1	0,5	1,5	
	1,9 – 4,1	7,1 (± 5,4)	9,4 (± 5,1)	0,2	4,9 (± 5,2)	12,5	7,3	1,9	0,4	0,2	
	> 4,1	34,5 (± 29,5)	31,2 (± 26,3)	0,2	20,9 (± 35,9)	44,4	13,4	0,3	0,3	0,0	
	9. sable grossier et gravier fin (général) (aire de distribution) (Simmon <i>et al.</i> , 1992)										
	10. sable et gravier mélangés (incubation des œufs) (laboratoire) (Johnston, 1989)										
Vitesse du courant	1. faible (n = 3 ind. ; 1 site) (17 et 23-06-1941) (rivière Châteauguay, Québec) (Vladykov, 1942) 2. entre 0 m/s et 0,16 m/s (n = 112 ind. ; 12 sites) (03-06 à 25-07-2002) (Winooski River, Vermont) (O'brien et Facey, 2003) 3. eau courante (n = 27 ind. ; 1 site) (26-07-1987) (Tippecanoe River, Indiana) (Johnston, 1989). 4. faible à modéré dans radier (riffle) (général) (aire de distribution) (Simmon <i>et al.</i> , 1992)										
Profondeur de l'eau	1. entre 60 et 90 cm (n = 3 ind. ; 1 site) (17-06-1941) (rivière Châteauguay, Québec) (Vladykov, 1942) 2. entre 60 et 120 cm (n = 2 ind. ; 1 site) (02-07-1941) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Vladykov, 1942) 3. entre 15 cm et 49 cm (n = 112 ind. ; 12 sites) (03-06 à 25-07-2002) (Winooski River, Vermont) (O'brien et Facey, 2003) 4. ≅ 100 cm (n = 1 site) (Black River, Ohio) (Spreitzer, 1979) 5. ≅ 30 cm (n = 27 ind. ; 1 site) (26-07-1987) (Tippecanoe River, Indiana) (Johnston, 1989).										
Présence d'une berge	1. autour des îles (général) (06 et 07-1952) (Western Lake Erie) (Langlois, 1954) 2. près de la berge (n = 3 ind. ; 1 site) (17-06-1941) (rivière Châteauguay, Québec) (Vladykov, 1942) 3. près de la berge (n = 2 ind. ; 1 site) (lac des Deux Montagnes, Québec) (Vladykov, 1942)										

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période estivale

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	1. argile (n = 1 ind. ; 1 site) (2001-09-07) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (RSI, 2003)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES																			
Substrat	2. sable et glaise (n = 3 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	3. sable (n = 4 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	4. sable (n = 25 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	5. sable et gravier (n = 19 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	6. gravier et roches éparses (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	7. sable, gravier et roches éparses (n = 29 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	8. sable, roches éparses et vase (n = 42 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																			
	9. plage sablonneuse (n = 180 ind. ; 1 site) (08-1943) (rivière Châteauguay, Québec) (Cuerrier <i>et al.</i> , 1946)																			
	10. sable (général) (Grands Lacs et Saint-Laurent) (Hubbs et Lagler, 1974)																			
	11. principalement gravier (n = 1 site) (26-05-1928)) (Ausable River, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929)																			
	12. sable, gravier (n = 48 ind. ; 1 site) (04-09-1923) (Thames River, On Ontario) (Hubbs et Brown, 1929)																			
	13. sable, un peu d'argile (n = 1 site) (21-07-1922) (Catfish Creek, Lake Erie, On Ontario) (Hubbs et Brown, 1929)																			
	14. sable, argile (n = 1 site) (28-08-1923) (Otter Creek, Lake Erie, On Ontario) (Hubbs et Brown, 1929)																			
	15. sable, boue (n = 9 ind. ; 1 site) (07-09-1923) (Big Creek, lake Erie, On Ontario) (Hubbs et Brown, 1929)																			
	16. sable (général) (Lac Érié) (Williams, 1975)																			
	17. sable sans limon (général) (New York State) (Smith, 1985)																			
	18. sable sans limon (95 %) (n = 45 ind. ; 1 site) (mi-août) (Poultney River, New York) (Bouton, 1986)																			
	19. > 90 % de sable (n = 207 / 276 ind ; 1 site) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993)																			
	20. sable est la meilleure valeur explicative de l'abondance (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993)																			
	21. voir tableau pour la composition du substrat (%) (30-07 à 07-08-2001) (Poultney River, Vermont et New York) (O'Brien et Facey, 2003)																			
		<table><tr><td rowspan="3">Taille substrat (mm)</td><td colspan="6">nombre d'individus / 30 m²</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>80 sites</td><td>9 sites</td><td>6 sites</td><td>2 sites</td><td>1 site</td><td>1 site</td></tr></table>	Taille substrat (mm)	nombre d'individus / 30 m ²						0	1	2	4	6	7	80 sites	9 sites	6 sites	2 sites	1 site
Taille substrat (mm)	nombre d'individus / 30 m ²																			
	0	1		2	4	6	7													
	80 sites	9 sites	6 sites	2 sites	1 site	1 site														

CARACTÉRISTIQUES		DÉTAILS ET RÉFÉRENCES						
Substrat		< 0,12	3,2 (± 3,2)	1,6 (± 1,1)	2,4 (± 1,5)	2,7 (± 1,0)	1,3	3,0
		0,12 – 0,23	10,3 (± 10,8)	6,1 (± 3,8)	7,8 (± 5,3)	18,0 (± 2,7)	16,3	9,4
		0,23 – 0,54	26,9 (± 15,8)	28,1 (± 13,7)	29,6 (± 22,3)	60,4 (± 7,0)	43,8	22,8
		0,54 – 1,0	14,3 (± 12,3)	19,1 (± 10,1)	14,1 (± 8,4)	13,2 (± 3,0)	27,3	23,8
		1,0 – 1,9	10,5 (± 6,5)	14,3 (± 8,5)	18,1 (± 12,6)	2,2 (± 2,2)	8,5	16,6
		1,9 – 4,1	12,5 (± 7,9)	12,1 (± 7,8)	17,3 (± 11,8)	2,0 (± 2,0)	2,7	11,7
		> 4,1	22,5 (± 19,2)	18,6 (± 19,6)	10,8 (± 8,2)	1,7 (± 1,6)	0,1	12,7
		22. sable (sans végétation, boue ou gravier grossier) (général) (Vermont) (Facey, 1998) 23. sable (n = 5 ind. ; 1 iste) (1977-10-29) (lower Federal Creek, Ohio) (Barnes, 1979) 24. sable (n = 2 sites) (07-1887) (Defiance County, Ohio) (Meek, 1889) 25. sable (n = 9 sites) (été 1893) (Maumee River basin, Ohio) (Kirsch, 1895) 26. argile (n = 5/18 ind. ; 3 sites) (1931-1932) (Hocking River, Ohio) (Shurrager, 1932) 27. sable (n = 13/18 ind. ; 4 sites) (1931-1932) (Hocking River, Ohio) (Shurrager, 1932) 28. gravier (n = 12/18 ind. ; 4 sites) (1931-1932) (Hocking River, Ohio) (Shurrager, 1932) 29. sable (général) (Ohio) (Osburn, 1901) 30. sable (général) (Ohio) (Jordan, 1882) 31. plus abondant lorsque sable sans particules fines (général) (Ohio) (Trautman, 1981) 32. sable (général) (Ohio) (Spreitzer, 1979) 33. généralement du sable medium (diamètre entre 0,25 mm et 0,50 mm) ou grossier (diamètre entre 0,50 mm et 1,00 mm) (n = 2 sites) (1975) (Black River, Ohio) (Spreitzer, 1979) 34. sable (général) (Indiana et Ohio) (Jordan et Copeland, 1877) 35. barre de sable (n = 24 ind. : 1 site) (White River, Indiana) (Jordan et Copeland, 1877) 36. berge sableuse (n = abondant ; 1 site) (White River, Indiana) (Gilbert, 1885) 37. sable (général) (Indiana) (Gerking, 1945)						

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	38. sable sans particules fines (13 ind. ; 2 sites) (Illinois) (Smith, 1968) 39. sable (n = 5 sites) (Illinois) (Forbes et Richardson, 1920) 40. sable exclusivement (général) (Illinois) (Smith, 1979) 41. sable sans particules fines (général) (Champaign Co., Illinois) (Larimore et Smith, 1963) 42. sable (n = 19 ind. ; 1 site) (Champaign County, Illinois) (Thompson et Hunt, 1930) 43. sable entre 0,06 mm et 2 mm (n = 10 ind. ; 1 site) (07 à 09-1995) (Elk River, West Virginia) (Welsh et Perry, 1998) 44. sable (général) (Tennessee River drainage, Tennessee) (Böhlke, 1977) 45. sable (général) (Powell River, Tennessee) (Starnes <i>et al.</i>, 1977) 46. sable grossier (général) (Kansas) (Cross, 1967) 47. sable (général) (aire de distribution) (Jordan et Evermann, 1896) 48. sable (général) (aire de distribution) (Page, 1983) 49. sable et gravier (général) (aire de distribution) (Simon <i>et al.</i>, 1992) 50. sable (général) (aire de distribution) (Radforth, 1944) 51. sable fin (0,25 mm à 0,5 mm) (vélocité du courant nul, faible et élevé) (n = 567 / 639 obs. = 89 %) (laboratoire, comportement) (Daniels, 1993) 52. gravier (1 cm à 2 cm) (vélocité du courant nul, faible et élevé) (n = 56 / 639 obs. = 9 %) (laboratoire, comportement) (Daniels, 1993) 53. cailloux (8 cm à 15 cm) (vélocité du courant nul, faible et élevé) (n = 16 / 639 obs. = 2 %) (laboratoire, comportement) (Daniels, 1993) 54. entre 0,23 mm et 0,54 mm (n = 415 / 908 obs.) (laboratoire, comportement) (O'brien et Facey, 2003) 55. entre 0,54 mm et 1,0 mm (n = 230 / 908 obs.) (laboratoire, comportement) (O'brien et Facey, 2003) 56. entre 1,0 mm et 1,9 mm (n = 178 / 908 obs.) (laboratoire, comportement) (O'brien et Facey, 2003) 57. entre 1,9 mm et 4,1 mm (n = 65 / 908 obs.) (laboratoire, comportement) (O'brien et Facey, 2003)
Absence de végétation	1. végétation absente (n = 1 ind. ; 1 site) (2001-09-07) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (RSI, 2003) 2. végétation absente (n = 48 ind. ; 1 site) (04-09-1924) (Thames River, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 3. végétation absente (n = 9 ind. ; 1 site) (07-09-1923) (Big Creek, lake Erie, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 4. végétation aquatique la plus près > 5 m (n = 207 / 276 ind ; 1 site) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 5. végétation aquatique absente (n = 19 ind. ; 1 site) (Champaign County, Illinois) (Thompson et Hunt,

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	1930)
Vitesse du courant	1. 0,16 m/s (1 ind. ; 1 sites) (août) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (RSI, 2003) 2. rapide (n = 48 ind. ; 1 site) (04-09-1924) (Thames River, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 3. faible (n = 1 ind. ; 1 site) (21-07-1922) (Catfish Creek, Lake Erie, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 4. rapide (n = 1 ind. ; 1 site) (26-08-1923) (Otter Creek, Lake Erie, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 5. modéré (n = 9 ind. ; 1 site) (07-09-1923) (Big Creek, lake Erie, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 6. faible (général) (1993-1994) (Vermont) (Facey, 1998) 7. 190 pieds³/s en moyenne (n = 20 sites) (barrage hydroélectrique en amont actif) (mi-août) (Poultney River, New York) (Bouton, 1986) 8. 47 pieds³/s en moyenne (n = 20 sites) (barrage hydroélectrique en amont inactif) (mi-août) Poultney River, New York) (Bouton, 1986) 9. moyenne < 20 cm/s (n = 207 / 276 ind ; 1 site) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 10. entre 10 cm/s et 20 cm/s (variable explicative) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 11. 4,5 cm/s ± 3,8 cm/s (entre 0 cm/s et 17 cm/s) (au-dessus du substrat) (n = 70 sites) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 12. 11,6 cm/s ± 5,2 cm/s (entre 3 cm/s et 25 cm/s) (colonne d'eau) (n = 70 sites) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 13. 13,0 cm/s ± 6,1 cm/s (entre 1 cm/s et 30 cm/s) (surface) (n = 70 sites) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 14. entre 18 cm/s et 29 cm/s (n = 42 ind. ; 19 sites) (30-07 à 07-08-2001) (Poultney River, Vermont et New York) (O'brien et Facey, 2003) 15. assez fort pour prévenir la dépôt de particules + petite que le sable mais assez faible pour ne pas déloger le sable (général) (New York State) (Smith, 1985) 16. très faible (n = 5 ind. ; 1 site) (1977-10-29) (lower Federal Creek, Ohio) (Barnes, 1979) 17. calme (n = 6/18 ind. ; 4 sites) (1931-1932) (Hocking River, Ohio) (Shurrager, 1932) 18. notable et régulier (n = 12/18 ind. ; 4 sites) (1931-1932) (Hocking River, Ohio) (Shurrager, 1932) 19. faible vélocité (n = 2 sites) (Black River, Ohio) (Spreitzer, 1979) 20. plus abondant lorsque que assez fort pour prévenir le dépôt de particules fines et assez faible pour maintenir le sable (général) (Ohio) (Trautman, 1981) 21. radier et fosse (13 ind. ; 2 sites) (Illinois) (Smith, 1968) 22. lent durant les périodes de basses eaux (n = 19 ind. ; 1 site) (Champaign County, Illinois) (Thompson

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Vitesse du courant	et Hunt, 1930) 23. 0 cm/s (moyenne) (n = 10 ind. ; 1 site) (07 à 09-1995) (Elk River, West Virginia) (Welsh et Perry, 1998) 24. 0 cm/s (2 cm au-dessus du substrat) (n = 10 ind. ; 1 site) (07 à 09-1995) (Elk River, West Virginia) (Welsh et Perry, 1998) 25. modéré (général) (Powell River, Tennessee) (Starnes <i>et al.</i>, 1977) 26. modéré (général) (Tennessee River drainage, Tennessee) (Böhlke, 1977) 27. modéré (général) (Kansas) (Cross, 1967) 28. modéré (général) (aire de distribution) (Simon <i>et al.</i>, 1992)
Profondeur de l'eau	1. entre 120 cm et 180 cm (n = 3 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 2. $\cong$ 30cm (moyenne de la station) (n = 4 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 3. $\cong$ 60 cm (moyenne de la station) (n = 25 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 4. $\cong$ 120 cm (moyenne de la station) (n = 19 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 5. $\cong$ 60 cm (moyenne de la station) (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 6. $\cong$ 150 cm (moyenne de la station) (n = 29 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 7. $\cong$ 90 cm (moyenne de la station) (n = 42 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 8. entre 30 cm et 50 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (2001-09-07) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (RSI, 2003) 9. < 150 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (26-05-1928) (Ausable River, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 10. 12,8 m et 14,6 m (anecdotique) (lac Érié) (Scott et Crossman, 1975) 11. entre 10 cm et 150 cm (n = 48 ind. ; 1 site) (04-09-1923) (Thames River, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 12. entre 30 cm et 180 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (21-07-1922) (Catfish Creek, Lake Erie, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 13. entre 15 cm et 150 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (28-08-1923) (Otter Creek, Lake Erie, Ontario) (Hubbs et

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur de l'eau	Brown, 1929) 14. $\cong 150$ cm (n = 9 ind. ; 1 site) (07-09-1923) (Big Creek, lake Erie, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 15. généralement < 0,5 m (général) (1993-1994) (Vermont) (Facey, 1998) 16. entre 23 cm et 42 cm (n = 42 ind. ; 19 sites) (30-07 à 07-08-2001) (Poultney River, Vermont et New York) (O'brien et Facey, 2003) 17. < 50 cm (n = 207 / 276 ind ; 1 site) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 18. ≤ 33 cm (variable explicative) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 19. 36,9 cm $\pm$ 12,4 cm (entre 4 cm et 56 cm) (n = 70 sites) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 20. $\cong 75$ cm en moyenne (n = 20 sites) (Poultney River, New York) (mi-août) (Bouton, 1986) 21. faible (général) (Ohio) (Jordan, 1882) 22. ≤ 137 cm (n = 18 ind. ; 6 sites) (1931-1932) (Hocking River, Ohio) (Shurrager, 1932) 23. 32,4 cm $\pm$ 6,4 cm (n = 10 ind. ; 1 site) (07 à 09-1995) (Elk River, West Virginia) (Welsh et Perry, 1998) 24. $\cong 60$ cm (n = 24 ind. ; 1 site) (White River, Indiana) (Jordan et Copeland, 1877) 25. entre 30 cm et 120 cm (n = 19 ind. ; 1 site) (Champaign County, Illinois) (Thompson et Hunt, 1930) 26. peu profonde (général) (Kansas) (Cross, 1967) 27. + productif lorsque < 60 cm (général) (aire de distribution) (Page, 1983)
Présence d'une berge	1. plage sablonneuse (n = 180 ind. ; 1 site) (08-1943) (Rivière Châteauguay, Québec) (Cuerrier <i>et al.</i>, 1946) 2. plus productifs près des rives (général) (1993-1994) (Vermont) (Facey, 1998) 3. < 5 m (n = 207 / 276 ind ; 1 site) (1984) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 4. 186,1 cm $\pm$ 141,2 cm (entre 0 cm et 500 cm) (n = 70 sites) (Mettawee River, New York) (Daniels, 1993) 5. près des îles et des berges (général) (Lac Érié) (Williams, 1975) 6. berge sableuse (n = 1 site) (White River, Indiana) (Gilbert, 1885) 7. (n = 2 sites) (été 1975) (Black River, Ohio) (Spreitzer, 1979)
Turbidité	1. eau claire (général) (Indiana et Ohio) (Jordan et Copeland, 1877) 2. eau claire (13 ind. ; 2 sites) (Illinois) (Smith, 1968) 3. eau claire (général) (Champaign Co., Illinois) (Larimore et Smith, 1963) 4. eau claire (général) (aire de distribution) (Radforth, 1944)

Références

- Barnes, M.D. (1979) Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* and other fishes from the streams of the Wayne National Forest. Ohio J. Sci., vol. 79, no. 2, pp. 92-94.
- Böhlke, J.E. (1977) Zoogeographic implications of the rediscovery of the percid genus *Ammocrypta* in the Tennessee River Drainage. Copeia 1977, no. 4, pp. 783-786.
- Bouton, D.M. (1986) A survey for the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, and Other Rare Fishes in Thirty Tributaries and Five Inlake Deltas of Lake Champlain. New York State Department of Conservation, Division of Fish and Wildlife, 59 p.
- Cuerrier, J.-P., Fry, F.E.J. et Préfontaine, G. (1946) Liste préliminaire des poissons de la région de Montréal et du lac Saint-Pierre. Naturaliste Canadien, vol. 73, pp. 17-32.
- Daniels, R.A. (1993) Habitat of the eastern sand darter, *Ammocrypta pellucida*. Journal of Freshwater Ecology, vol. 8, pp. 287-295.
- Facey, D.E. (1998) The Status of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, in Vermont. The Canadian-Field Naturalist, vol. 112, pp. 596-601.
- Forbes, S.A. et Richardson, R.E. (1920) The fishes of Illinois. 2nd edition, Ill. Nat. Hist. Surv. Division, Illinois State Journal Co., 357 p.
- Gerking, S.D. (1945) The distribution of the Fishes of Indiana. Investigation of Indiana Lakes and Streams, vol. 3, no. 1, pp. 1-137.
- Gilbert, C.H. (1885) A list of fishes collected in the East Fork of White River, Indiana, with descriptions of two new species. Proc. U.S. Nat. Mus., vol. 7, pp. 199-205.
- Hubbs, C.L. et Brown, E.S. (1929) Materials for a Distributional Study of Ontario fishes. Reprinted from Transactions of the Royal Canadian Institute, vol. 17, part 1.
- Hubbs, C.L. et Lagler, K.F. (1974) Fishes of the Great Lakes region. 4th edition, University of Michigan Press, Ann Arbor, 213 p.
- Johnston, C.E. (1989) Spawning in the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* (Pisces: percidea), with comments on the phylogeny of *Ammocrypta* and related taxa. Transactions of the Illinois State Academy of Sciences, no. 82, vol. 3,4, pp. 163-167.
- Jordan, D.L. (1882) Report on the Fishes of Ohio. Les références dans Report of the Geological Survey of Ohio, vol. 4 : zoology and Botany, part 1 : zoology, 1020 p.
- Jordan, D.S. et Copeland, H.E. (1877) The sand darter. Amer. Nat., vol. 11, pp. 86-88.

- Jordan, D.S. et Evermann, B.W. (1896) The fishes of North and Middle America : A descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Bull. U.S. Nat. Mus. 47.
- Langlois, T.H. (1954) The western end of Lake Erie and its ecology. J.W. Edwards Inc., Ann Arbor, 479 p.
- Larimore, R.W. et Smith, P.W. (1963) The fishes of Champaign County, Illinois, as affected by 60 years of stream changes. Bull. Ill. Nat. Hist. Surv., vol. 28, pp. 295-382.
- Meek, S.E. (1889) Notes on a collection of fishes from the Maumee Valley, Ohio. Proc. U.S. Nat. Mus., vol. 11, pp. 435-440.
- O'brien, S.M. et Facey, D.E. (2003) Habitat use by Sand Darters in two Lake Champlain Tributaries. Unpublished report, Saint-Michael's College, Vermont, 19 p.
- Osburn, R.C. (1901) The fishes of Ohio. Ohio State Acad. Sci., Spec. Pap. 4.
- Page, L.M. (1983) Handbook of Darters. T.F.H. Publications, Neptune city, NJ, 271 p.
- Paquet, G. (1970) Étude physique et inventaire ichtyologique sommaires de la rivière Bécancour, affluent sud du Saint-Laurent. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Québec, travaux en cours en 1965, rapport no 5, pp. 41-51
- Radforth, I. (1944) Some considerations of the distribution of fishes in Ontario. Royal Ontario Museum of Zoology, Contribution 25, 116 p.
- RSI – Réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent, tronçon Montréal - Sorel (2003) Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune.
- Scott, W.B. et Crossman, E.J. (1975) Les poissons d'eau douce du Canada. ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa, 1026 p.
- Shurrager, P.S. (1932) An ecological study of the fishes of the Hocking River. Ohio Biol. Surv., bulletin 28, vol. 5, no. 5, 377-409.
- Simon, T.P., Tyberghein, E.J., Scheidegger, K.J. et Johnston, C.E. (1992) Descriptions of protolarvae of the sand darters (Percidae: Ammocrypta and Crystallaria) With comments on systematic relationships. Ichtyol. Explor. Freshwaters, vol. 3, no. 4, pp. 347-358.
- Smith, P.W. (1968) An assessment of changes in the fish fauna of two Illinois rivers and its bearing on their future. Trans. Ill. State Acad. Sci., vol. 61, no. 1, pp. 31-45.
- Smith, C.L. (1979) The fishes of Illinois. University of Illinois Press.
- Smith, C.L. (1985) The inland fishes of New York State. New York State Department of Environmental Conservation, 522 p.

- Spreitzer, A.E. (1979) The life history, external morphology, and osteology of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* (Putman, 1863), an endangered Ohio species (Pisces: Percidae). Master thesis, The Ohio State University, 248 p.
- Starnes, W.C., Etnier, D.A., Starnes, L.B. et Douglas, N.H. (1977) Zoogeographical implications of the rediscovery of the percid genus *Ammocrypta* in Tennessee River Drainage. Copeia 1977, pp. 783-786.
- Thompson, D.H. et Hunt, F.D. (1930) The fishes of Champaign County: A study of the distribution and abundance of fishes in small streams. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull., vol. 19, no. 1, pp. 1-101.
- Trautman, M.B. (1981) The fishes of Ohio. Revised Edition, Ohio State Univ. Press, Columbus.
- Vladykov, V.D. (1942) Two fresh-water fishes new for Québec. Copeia, vol. 1942, no.3, pp. 193-194.
- Welsh, S.A. et Perry, S.A. (1998) Habitat partitioning in a community of darters in the Elk River, West Virginia. Env. Biol. Fishes, vol. 51, pp. 411-419.
- Williams, J.D. (1975) Systematics of the percid fishes of the subgenus *Ammocrypta*, genus *Ammocrypta*, with description of two new species. Bull. Ala. Mus. Nat. Hist., # 1, 56 p.

Annexe 7

Les informations recueillies de la littérature sur le Fouille-roche gris

Le Fouille-roche gris (*Percina copelandi*)

La période de reproduction

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES	
<u>Période de ponte :</u>	
1.	entre 14°C et 20 °C (pas nécessairement reproduction) (n = 1 site) (20-05-1998 à 23-06-1998) (rivière Gatineau, Québec) (Pariseau et Fournier, 2001)
2.	9 juillet (n = 1 ind.) (Big Chazy River, tributaire du lac Champlain) (Greeley, 1929b)
3.	entre la fin juin et la fin juillet (valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (région des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i> , 1982)
4.	juillet (général) (Michigan) (Winn, 1958)
5.	22 juin au 25 juillet (T°C de l'eau entre 20,5°C et 22,2°C) (1951) (Cheboygan River, Michigan) (Winn, 1953)
6.	29 juin (n = 1 femelle gravide capturée) (western lac Érié, Ohio) (Langlois, 1954)
7.	mâles reproducteur observés le 11 juillet (n = 1 site) (Eightenn-mile creek, tributaire lac Érié) (Greeley, 1929a)
8.	larve capturée (n = 1 ind.) (07-06-1929) (Point Albino, lac Érié) (Fish, 1932)
<u>Incubation des œufs :</u>	
1.	incubation des œufs > 7 jours (22-06 à 08-08-1951) (laboratoire) (Winn, 1953)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de reproduction

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	- sable, vase, roche (n = 3 ind. ; 1 site) (1964-06-18) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) - gravier, sable, vase (n = 215 ind. ; 1 site) (1964-06-19) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) - gravier (n = 34 ind. ; 1 site) (1964-06-19) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) - gravier, roche (n = 6 ind. ; 1 site) (1964-06-22) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) - mélange de gravier (surtout), roches, sable (variable et valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (régions des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982) - mélange de roches (> 10 cm), de graviers et de sable sans argile (n = 1 site) (22-06 à 08-08-1951) (Cheboygan River, Michigan) (Winn, 1953) - gravier ou petites roches (jamais dans le sable fin) (n = 1 site dépôt oeufs) (22-06 à 08-08-1951) (Cheboygan River, Michigan) (Winn, 1953)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	8. les mâles sont toujours situés derrière des roches > 10 cm de diamètre (n = 1 site) (09-07 à 23-07-1951) (Cheboyen River, Michigan) (Winn, 1953) 9. gravier (général) (Michigan) (Winn, 1958) 10. plage de sable et gravier (n = 31 ind. ; 3 sites) (entre 20 juin et 7 juillet) (berges nord, lac Érié) (Scott, 1955) 11. présence de roches (général) (reproduction) (Kansas) (Cross et Collins, 1975) 12. gravier (général) (aire de distribution) (Hubbs, 1985)
Vitesse du courant	1. varie entre 1 m/s et 2 m/s (pas nécessairement reproduction) (n = 1 site) (20-05-1998 à 23-06-1998) (rapide Farmer, rivière Gatineau, Québec) (Pariseau et Fournier, 2001) 2. courant rapide (« riffle » en rivière et « current-swept » sur les berges de lacs) (variable et valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (région des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982) 3. 42 cm/s (moyenne en surface) (n = 1 site) (22-06 à 08-08-1951) (Cheboyen River, Michigan) (Winn, 1953) 4. 29 cm/s (moyenne à 7,5 cm du substrat) (n = 1 site) (22-06 à 08-08-1951) (Cheboyen River, Michigan) (Winn, 1953) 5. rapide (gravel raceway) (général) (Michigan) (Winn, 1958) 6. les rives des lacs qui possèdent les caractéristiques de substrat (général) (Michigan) (Winn, 1958) 7. dans un radier (riffle) (n = 1 site) (11-07-195?) (Eightenn-mile creek, tributaire lac Érié) (Greeley, 1929a) 8. modéré à rapide (général) (Lac Érié et tributaires) (Fish, 1932) 9. courant fort (général) (reproduction) (Kansas) (Cross et Collins, 1975) 10. eaux courantes (général) (aire de reproduction) (Hubbs, 1985)
Profondeur de l'eau	1. $\cong$ 60 cm (n = 3 ind. ; 1 site) (1964-06-18) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 2. $\cong$ 30 cm (n = 215 ind. ; 1 site) (1964-06-19) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 3. $\cong$ 60 cm (n = 34 ind. ; 1 site) (1964-06-19) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 4. $\cong$ 60 cm (n = 6 ind. ; 1 site) (1964-06-22) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 5. entre 45 cm et 150 cm (n = 1 site) (22-06 à 08-08-1951) (Cheboyen River, Michigan) (Winn, 1953) 6. surtout entre 60 cm et 90 cm (n = 1 site) (22-06 à 08-08-1951) (Cheboyen River, Michigan) (Winn, 1953) 7. entre 1,5 m et 3,0 m (pas nécessairement reproduction) (n = 1 site) (20-05-1998 à 23-06-1998) (rapide Farmer, rivière Gatineau, Québec) (Pariseau et Fournier, 2001)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Présence de végétation aquatique	1. Sagittaire, Potamot, algue verte filamenteuse (n = 3 ind. ; 1 site) (1964-06-18) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 2. algue verte filamenteuse (n = 215 ind. ; 1 site) (1964-06-19) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 3. algue verte filamenteuse (n = 34 ind. ; 1 site) (1964-06-19) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964) 4. algue verte filamenteuse (n = 6 ind. ; 1 site) (1964-06-22) (rivière du sud, Québec) (Paquet, 1964)
Présence d'une berge	1. près d'une berge (général) (reproduction) (Kansas) (Cross et Collins, 1975)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période estivale

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	1. gravier, galet et bloc (n = 1 ind. ; 1 site) (1996-07-26) (rivière des Anglais, Québec) (MENV, 1996) 2. gravier, galet, argile et sable (n = 2 ind. ; 1 site) (1996-07-29) (rivière des Anglais, Québec) (MENV, 1996) 3. sable et limon (n = 1 ind. ; 1 site) (1996-07-29) (rivière des Anglais, Québec) (MENV, 1996) 4. gravier et galet (n = 13 ind. ; 1 site) (1996-08-08) (rivière aux outardes-est, Québec) (MENV, 1996) 5. sable, gravier et galets (n = 10 ind. ; 1 site) (1996-07-30) (rivière à la truite, Québec) (MENV, 1996) 6. sable, galet et bloc (n = 10 ind. ; 1 site) (1996-07-30) (rivière à la truite, Québec) (MENV, 1996) 7. sable (n = 2 ind. ; 1 site) (97-08-26) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Fournier, 1998) 8. sable et + gros que roches (> 65 mm) (n = 1 ind. ; 1 site) (97-08-27) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Fournier, 1998) 9. sable (n = 2 ind ; 1 site) (96-09-05) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1997) 10. sable et glaise (n = 19 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 11. sable (n = 1 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 12. sable (n = 8 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 13. sable et glaise (n = 1 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 14. gravier et sable (n = 20 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 15. gravier, roche éparse et sable (n = 13 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 16. roches éparses, sable et vase (n = 25 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES																																																	
Substrat	(Paquet, 1970)																																																	
	17. glaise, roches éparses et sable (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	18. roches éparses et sable (n = 8 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	19. sable (n = 39 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	20. sable et vase (n = 126 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	21. gravier et sable (n = 19 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	22. gravier et sable (n = 86 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	23. gravier, roches éparses et sable (n = 14 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970)																																																	
	24. plage de sable et gravier (rivière et lac) (général) (région d'Ottawa, Ontario et Québec) (McAllister et Coad, 1974)																																																	
	25. plage de sable et gravier (général) (New York) (Smith, 1985)																																																	
	26. sable sans limon (95 %) (n = 1 ind. ; 1 site) (automne 1985 - 1986) (Poultney River, NYS) (Bouton, 1986)																																																	
	27. > 60 % substrat ≥ 1,9 mm et < 7 % substrat ≤ 0,23 mm (n = 44 ind. ; 6 sites) (été) (Winooski River, Vermont) (Facey et O'brien, 2003)																																																	
	28. voir tableau pour la composition du substrat (%) (n = 44 ind. ; 6 sites) (été) (Winooski River, Vermont) (Facey et O'brien, 2003)																																																	
	<table><tr><th>Substrat (mm)</th><th colspan="6">nombre d'individus / 30 m² (nombre de stations)</th></tr><tr><th></th><th>0 (50)</th><th>1 (2)</th><th>2 (1)</th><th>4 (1)</th><th>12 (1)</th><th>24 (1)</th></tr><tr><td>< 0,12</td><td>2,85 (± 4,11)</td><td>0,88 (± 0,27)</td><td>1,28</td><td>1,10</td><td>0,45</td><td>1,19</td></tr><tr><td>0,12 – 0,23</td><td>10,49 (± 11,90)</td><td>4,28 (± 0,59)</td><td>5,24</td><td>4,54</td><td>3,01</td><td>5,88</td></tr><tr><td>0,23 – 0,54</td><td>30,90 (± 24,12)</td><td>16,73 (± 5,30)</td><td>9,47</td><td>9,08</td><td>13,85</td><td>12,91</td></tr><tr><td>0,54 – 1,0</td><td>15,60 (± 16,36)</td><td>13,31 (± 4,89)</td><td>10,95</td><td>10,51</td><td>13,33</td><td>14,26</td></tr><tr><td>1,0 – 1,9</td><td>5,50</td><td>6,20</td><td>9,16</td><td>7,22</td><td>6,89</td><td>8,88</td></tr></table>	Substrat (mm)	nombre d'individus / 30 m² (nombre de stations)							0 (50)	1 (2)	2 (1)	4 (1)	12 (1)	24 (1)	< 0,12	2,85 (± 4,11)	0,88 (± 0,27)	1,28	1,10	0,45	1,19	0,12 – 0,23	10,49 (± 11,90)	4,28 (± 0,59)	5,24	4,54	3,01	5,88	0,23 – 0,54	30,90 (± 24,12)	16,73 (± 5,30)	9,47	9,08	13,85	12,91	0,54 – 1,0	15,60 (± 16,36)	13,31 (± 4,89)	10,95	10,51	13,33	14,26	1,0 – 1,9	5,50	6,20	9,16	7,22	6,89	8,88
Substrat (mm)	nombre d'individus / 30 m² (nombre de stations)																																																	
	0 (50)	1 (2)	2 (1)	4 (1)	12 (1)	24 (1)																																												
< 0,12	2,85 (± 4,11)	0,88 (± 0,27)	1,28	1,10	0,45	1,19																																												
0,12 – 0,23	10,49 (± 11,90)	4,28 (± 0,59)	5,24	4,54	3,01	5,88																																												
0,23 – 0,54	30,90 (± 24,12)	16,73 (± 5,30)	9,47	9,08	13,85	12,91																																												
0,54 – 1,0	15,60 (± 16,36)	13,31 (± 4,89)	10,95	10,51	13,33	14,26																																												
1,0 – 1,9	5,50	6,20	9,16	7,22	6,89	8,88																																												

CARACTÉRISTIQUES		DÉTAILS ET RÉFÉRENCES						
Substrat			(± 5,45)	(± 1,64)				
	1,9 – 4,1	6,24 (± 5,37)	10,58 (± 0,54)	13,56	10,30	10,73	12,52	
	> 4,1	28,74 (± 29,67)	48,02 (± 1,55)	50,34	57,25	51,74	44,38	
	29. plage rocailleuse (été) (Chazy Landing et Treadwell bay, Lac Champlain) (Greeley, 1929b) 30. sable grossier et gravier fin des plages (général) (Lac Érié) (Trautman, 1981) 31. sable, gravier (général) (Indiana) (Gerking, 1945) 32. gravier (général) (Shoal Creek, Kansas) (Cross, 1967) 33. roche mère recouverte de pierres angulaires (général) (Elk River, Kansas) (Cross, 1967) 34. principalement rocailleux (général) (Kansas) (Cross et Collins, 1975) 35. gravier et sable (général) (aire de distribution) (Kuehne et Barbour, 1986) 36. indépendant de la taille du substrat (n = 36 essais) (laboratoire) (Schofield et Ross, 2003)							
Vitesse du courant	1. généralement < 100 cm/s (n = 1 ind. ; 1 site) (1996-07-26) (rivière des Anglais, Québec) (MENV, 1996) 2. < 20 cm/s (n = 10 ind. ; 1 site) (1996-07-30) (rivière à la truite, Québec) (MENV, 1996) 3. < 50 cm/s (n = 10 ind. ; 1 site) (1996-07-30) (rivière à la truite, Québec) (MENV, 1996) 4. très faible (n = 10 ind. ; 1 site) (1996-07-30) (rivière à la truite, Québec) (MENV, 1996) 5. lent (général) (région d'Ottawa, On et Québec) (McAllister et Coad, 1974) 6. 190 pieds ³ /s (moyenne) (barrage hydroélectrique en amont actif) (n = 20 sites) (automne 1985 - 1986) (Poultney River, New York) (Bouton, 1986) 7. 47 pieds ³ /s (moyenne) (barrage hydroélectrique en amont inactif) (n = 20 sites) (automne 1985 - 1986) (Poultney River, New York) (Bouton, 1986) 8. ≤ 0,4 m/s (n = 44 ind. ; 6 sites) (été) (Winooski River, Vermont) (Facey et O'brien, 2003) 9. moyenne de 10,79 cm/s (± 10,26 cm/s) (n = 14 ind. ; 1 site) (25-07-1988) (Allegheny River system, Pennsylvanie) (Stauffer <i>et al.</i> , 1995) 10. 5,70 cm/s au fond (n = 14 ind. ; 1 site) (25-07-1988) (Allegheny River system, Pennsylvanie) (Stauffer <i>et al.</i> , 1995) 11. modéré à fort (général) (Indiana) (Gerking, 1945) 12. modéré (général) (Elk River, Kansas) (Cross, 1967) 13. radier « riffle » (général) (Neosho river, Oklahoma) (Branson, 1967) 14. vitesse permettant d'évacuer les sédiments fins (général) (Kansas) (Cross, 1967)							

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Vitesse du courant	15. vitesse permettant d'évacuer les sédiments fins (général) (Kansas) (Cross et Collins, 1975) 16. modéré (général) (aire de distribution) (Kuehne et Barbour, 1986) 17. fosse (pool) > radier (riffle) (n = 9 / 11 ind. ; 36 essais) (laboratoire) (Schofield et Ross, 2003)
Profondeur de l'eau	1. entre 120 cm et 180 cm (n = 19 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 2. $\cong$ 30 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 3. $\cong$ 60 cm (n = 8 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 4. $\cong$ 150 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 5. $\cong$ 120 cm (n = 20 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 6. $\cong$ 150 cm (n = 13 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 7. $\cong$ 90 cm (n = 25 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 8. $\cong$ 90 cm (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 9. $\cong$ 90 cm (n = 8 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 10. $\cong$ 45 cm (n = 39 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 11. entre 60 cm et 90 cm (n = 126 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 12. $\cong$ 45 cm (n = 19 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 13. $\cong$ 30 cm (n = 86 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 14. $\cong$ 30 cm (n = 14 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 15. 60 cm (n = 2 ind. ; 1 site) (26-08-1997) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Fournier, 1998) 16. entre 80 cm et 100 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (27-08-1997) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Fournier, 1998) 17. 75 cm (n = 2 ind. ; 1 site) (05-09-1996) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1997) 18. $\cong$ 75 cm (moyenne) (n = 20 sites) (Poultney River, NYS) (automne 1985 - 1986) (Bouton, 1986) 19. < 35 cm (n = 44 ind. ; 6 sites) (Winooski River, Vermont) (Facey et O'Brien, 2003) 20. $\cong$ 1 m durant le jour, eau peu profonde durant la nuit (général) (Ohio) (Trautman, 1981) 21. 41,14 cm ($\pm$ 6,19 cm) (n = 14 ind. ; 1 site) (25-07-1988) (Allegheny River system, Pennsylvanie) (Stauffer <i>et al.</i>, 1995) 22. fosse peu profonde (général) (Kansas) (Cross et Collins, 1975) 23. fosse (général) (Kansas) (Cross, 1967) 24. fosse (pool) > radier (riffle) (n = 9 / 11 ind. ; 36 essais) (laboratoire recréant l'été T°C de l'eau =

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	21,5°C) (Schofield et Ross, 2003)

Références

- Bouton, D.M. (1986) A survey for the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, and Other Rare Fishes in Thirty Tributaries and Five Inlake Deltas of Lake Champlain. New York State Department of Conservation, Division of Fish and Wildlife, 59 p.
- Branson, B.A. (1967) Fishes of the Neosho River System in Oklahoma. America Midland Naturalist, vol. 78, pp. 126-154 vérifier si vient d'arriver.
- Cross, F.B. (1967) Handbook of fishes of Kansas. Univ. Kansas Mus. Natur. Hist. Misc. Publ., vol. 45, 357 p.
- Cross, F.B. et Collins, J.T. (1975) Fishes in Kansas. University of Kansas, Musuem of Natural History, Public Education Series no. 3, 189 p.
- Facey, D.E. et O'brien, S.M. (2003) Characteristics of Channel Darter Habitat in the Winooski River, Vermont. Presentation to the American Fisheries Society Annual Meeting, Quebec City, 10-14 August 2003
- Fish, M.P. (1932) Contributions to the early life histories of sity-two species of fishes from Lake Erie and its tributary waters. Bull. U.S. Bureau of Fisheries 10, vol. 47, pp. 293-398.
- Fournier, D., Mailhot, Y. et Bourbeau, D. (1997) Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent: Échantillonnage des communautés ichtyologiques du tronçon Gentilly-Batiscan, en 1996. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Direction régionale Mauricie-Bois-Francis, 61 p.
- Fournier, D. (1998) Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent: Échantillonnage des communautés ichtyologiques du tronçon Grondines – Saint-Nicolas en 1997. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 72 p.
- Gerking, S.D. (1945) The distribution of the Fishes of Indiana. Investigation of Indiana Lakes and Streams, vol. 3, no. 1, pp. 1-137 (vérifier guide boudiner)
- Goodyear, C. S., Edsall, T. A., Ormsby Dempsey, D. M., Moss, G. D. et Polanski, P. E. (1982) Atlas of the spawning and nursery areas of Great Lakes fishes. Vol. 13, U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC, FWS/OBS-82/52.
- Greeley, J.R. (1929a) A biological survey of the Erie-Niagara system. Fishes of the Erie-Niagara watershed. Supplemental to the Eighteenth Annual Report, 1928 (1929), New York State Conservation Department, pp. 150-179.
- Greeley, J.R. (1929b) The fishes of the Lake Champlain watershed. Suppl. 19th ann. Rept. N.Y. st. Cons. Dept., pp. 44-87
- Hubbs, C. (1985) Darter reproductive seasons. Copeia 1985, pp. 56-68.

- Kuehne, R.A. et Barbour, R.W. (1986) The american darters. The University Press of Kentucky, Lexington, Kentucky.
- Langlois, T.H. (1954) The western end of Lake Erie and its ecology. J.W. Edwards Inc., Ann Arbor, 479 p.
- McAllister, D.E. et Coad, B.W. (1974) Fishes of Canada's National Capital Region. National Museum of Natural Sciences Miscellaneous Special Publication 24, 200 p.
- MENV – Ministère de l'Environnement et de la Faune (1996) Inventaire du Fouille-roche gris (*Percina copelandi*) 1996. Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique, 51 p.
- Page, L.M. (1983) Handbook of Darters. T.F.H. Publications, Neptune city, NJ, 271 p.
- Paquet, G. (1964) Inventaire de la rivière du Sud, comtés de Montmagny et de Bellechasse. Dans Service de la faune du Québec (éd) (1967) Travaux en cours en 1964. Rapport #4, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, 305 p.
- Paquet, G. (1970) Étude physique et inventaire ichtyologique sommaires de la rivière Bécancour, affluent sud du Saint-Laurent. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Québec, travaux en cours en 1965, rapport no 5, pp. 41-51
- Parizeau, R. et Fournier, H. (2001) Utilisation par le poisson du rapide Farmers, sur la rivière Gatineau au printemps 1999. Société de la faune et des parcs du Québec, direction de l'aménagement de la faune de l'Outaouais, Hull, 18 p.
- Schofield, P.J. et Ross, S.T. (2003) Habitat selection of the Channel Darter, *Percina* (Cottogaster) *copelandi*, a Surrogate for the Imperiled Pearl Darter, *Percina aurora*. Journal of Freshwater Ecology, vol. 18, no. 2, pp. 249-257.
- Scott, D.M. (1955) Additional records of two fishes, *Erimyzon sucetta* *kennerlyi* and *Hadropterus copelandi*, from southern Ontario, Canada. Copeia 1955, no. 2, p. 151.
- Smith, C.L. (1985) The inland fishes of New York State. New York State Department of Environmental Conservation, 522 p.
- Stauffer, J.R., Boltz, J.M., Kellogg, K.A. et van Snik, E.S. (1996) Microhabitat partitioning in a diverse assemblage of darters in the Allegheny River system. Environmental Biology of Fishes, vol. 46, pp. 37-44.
- Trautman, M.B. (1981) The fishes of Ohio. Revised Edition, Ohio State Univ. Press, Columbus.
- Winn, H.E. (1953) Breeding Habits of the Percid Fish *Hadropterus copelandi* in Michigan. Copeia 1953, no. 1, pp. 26-30.
- Winn, H.E (1958) Comparative Reproduction behaviour and ecology of fourteen species of darters (Pisces – Percidae). Ecological Monographs, vol. 28, no. 2, pp. 155-190.

Annexe 8

Les informations recueillies de la littérature sur le Méné d'herbe

Le Méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*)

La période de reproduction

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES

Période de ponte :

1. comportement de reproduction entre 22 mai au 13 juillet (T°C de l'eau entre 14,4 °C et 26,7 °C) (n = 1 site) (1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
2. ponte entre le 7 juin et 30 juin (n = 1 site) (1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
3. pic de la ponte entre le 17 et le 25 juin (n = 1 site) (1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
4. température moyenne de l'eau min. = 17,2 °C (ponte) (n = 1 site) (07-06 à 30-06-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
5. température moyenne de l'eau = 20,6 °C (ponte) (n = 1 site) (07-06 à 30-06-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
6. température moyenne de l'eau max. = 21,7 °C (ponte) (n = 1 site) (07-06 à 30-06-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
7. premiers changements de coloration lorsque durée du jour = 13,7 heures (1942 et 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1950) (entre 20 avril et 25 août pour Montréal (CNRC, 2003))
8. premiers comportements de reproduction lorsque durée du jour = 14,9 heures (1942 et 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1950) (entre 15 mai et 27 juillet pour Montréal (CNRC, 2003))
9. premiers signes de ponte lorsque durée du jour = 15,3 heures (1942 et 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1950) (entre 30 mai et 15 juillet pour Montréal (CNRC, 2003))
10. 2 mai à août (Ithaca, New York) (Wright et Allen, 1913)
11. entre ≅ la mi-mai et la mi-juillet (Ithaca, New York) (Raney, 1969)
12. pic vers la mi-juin (Ithaca, New York) (Raney, 1969)
13. mi-mai à mi-juin (lac Oneida, New York) (Adams et Hankinson, 1928)
14. mai, juin, juillet et août (estimé) (Ithaca, New York) (Wright et Allen, 1913)
15. mi mai à mi juin (estimé) (lac Oneida, New York) (Adams et Hankinson, 1928)
16. juin et une partie de juillet (estimé) (Connecticut) (Webster, 1941)
17. juin et début juillet (Connecticut) (Webster, 1941)
18. ponte entre mai et juillet ; T°C de l'eau entre 14°C et 17°C (général) (eastern Pennsylvania) (Lellis *et al.*, 2001)
19. mai et juin (Pennsylvanie) (Fowler, 1909)

DÉTAILS ET RÉFÉRENCES

20. mai et juin (estimé) (Pennsylvania) (Fowler, 1909)
21. premier signe de reproduction (poursuite) lorsque T°C de l'eau = 17,4°C (n = 25 ind.) (08-06-2000) (laboratoire; photopériode et T°C de l'eau = conditions naturelles) (Lellis *et al.*, 2001)
22. premiers signes de ponte lorsque T°C de l'eau = 18,2°C (n = 25 ind.) (14-06-2000) (laboratoire; photopériode et T°C de l'eau = conditions naturelles) (Lellis *et al.*, 2001)

Incubation des œufs :

1. moins de 5 jours (général) (eastern Pennsylvania) (Lellis *et al.*, 2001)
2. 57 hres (n = majorité des 5 essais) (laboratoire) (Harrington, 1947a)
3. 71 hres (n = 1 essai) (laboratoire) (Harrington, 1947a)
4. les larves écloses entre 2 et 3 jours (laboratoire) (Harrington, 1947b)
5. $\approx$ 54 hres (n = 25 œufs) (T°C de l'eau = 18,2°C) (laboratoire) (Kehler *et al.*, 2001)

Mobilité des jeunes :

1. les alevins restent dans la végétation submergée pour $\approx$ 14 jours (variable et valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (régions des Grands Lacs) (Goodyear *et al.*, 1982)
2. jeunes demeurent à quelques centimètres du lieu de ponte durant 1 ou 2 semaines (Oyster River, New Hampshire) (première semaine de juillet) (Harrington, 1947b)
3. premier jeune observé (04-07-1942) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
4. premier jeune observé (02-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c)
5. 2 jours après l'éclosion, les alevins sont adhérents aux parois de l'aquarium (n = 5 essais) (laboratoire) (Harrington, 1947a)
6. 2 semaines après l'éclosion, presque toutes les caractéristiques des adultes sont acquises, à part les nageoires ventrales (n = 5 essais) (laboratoire) (Harrington, 1947a)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période de reproduction

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation utilisée	1. végétation submergée (variable sélectionnée d'après revue de littérature) (régions des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982) 2. végétation submergée dense (n = 14 alevins et adultes reproducteurs ; 1 site) (1928-05-29) (Bay of Quinte, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation utilisée	3. ponte surtout dans <i>Myriophyllum</i> et 1 observation avec <i>Chara</i> (zones de $\approx 3 \text{ m}^2$ à $\approx 4,5 \text{ m}^2$ situées à l'intérieur de zones expansives dominées par <i>Nuphar advena</i> et <i>Pontederia cordata</i>. <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>Potamogeton</i>, <i>Lemna trisulca</i> et <i>Utricularia</i> aussi présentes) (n = 1 site) (22-05 à 13-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947b ; 1947c) 4. sélection du site de reproduction directement lié à la nature de la végétation submergée (Oyster River, New Hampshire) (juillet, 1946) (Harrington, 1947b) 5. sites reproductifs préférés = les zones les + extensives (entre 15 m^2 et 30 m^2) de végétation submergée (Oyster River, New Hampshire) (juillet, 1946) (Harrington, 1947b) 6. reproduction observée quelques fois dans l'eau un peu plus profonde ou domine : <i>Potamogeton robbinsii</i>, <i>Potamogeton amplifolius</i>, <i>Utricularia</i>, <i>Callitriche palustris</i>, <i>Ranunculus trichophyllus</i> et <i>Nuphar advena</i> (atypique) (Oyster River, New Hampshire) (juillet, 1946) (Harrington, 1947b) 7. végétation submergée dense (général) (mai à juillet) (eastern Pennsylvania) (Lellis <i>et al.</i>, 2001)
Présence d'eau libre au-dessus de la végétation submergée	1. présence d'eau libre (variable sélectionnée d'après revue de littérature) (régions des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982) 2. présence d'eau libre, rayon de 10 m (n = 14 alevins et adultes reproducteurs ; 1 site) (1928-05-29) (Bay of Quinte, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 3. entre $\approx 15 \text{ cm}$ et $\approx 45 \text{ cm}$ (n = 1 site) (22-05 à 13-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c) 4. ponte au-dessus de zones denses de végétation submergée (général) (mai à juillet) (eastern Pennsylvania) (Lellis <i>et al.</i>, 2001)
Vitesse du courant	1. nulle (variable et valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (régions des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982) 2. léger (n = 14 alevins et adultes reproducteurs ; 1 site) (1928-05-29) (Bay of Quinte, On) (Hubbs et Brown, 1929) 3. nulle (n = 1 site) (22-05 à 13-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c) 4. aucun courant (sans exception) (juillet 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947b) 5. nul (général) (mai à juillet) (eastern Pennsylvania) (Lellis <i>et al.</i>, 2001)
Profondeur de l'eau	1. < 120 cm (n = 14 alevins et adultes reproducteurs) (1928-05-29) (Bay of Quinte, Ontario) (Hubbs et Brown, 1929) 2. jusqu'à $\approx 60 \text{ cm}$ (variable et valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (régions des Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur de l'eau	3. $\cong 60$ cm (n = 1 site) (22-05 à 13-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c) 4. < 100 cm (juillet, 1946) (Oyster river, New Hampshire) (Harrington, 1947b) 5. surtout entre 45 cm et 75 cm (juillet, 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947) 6. baie ou lagon (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947b)
Substrat	1. limon (n = 14 alevins et adultes reproducteurs) (1928-05-29) (Bay of Quinte, On) (Hubbs et Brown, 1929) 2. vase, détrit (n = 1 site) (22-05 à 13-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c) 3. argile fine (invariablement), souvent accompagnée de matière organique décomposée (juillet, 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947b)
Présence d'une berge	1. entre $\cong 2,75$ m et $\cong 9$ m (variable et valeurs sélectionnées d'après revue de littérature) (Grands Lacs) (Goodyear <i>et al.</i>, 1982) 2. généralement entre $\cong 1$ m et $\cong 3$ m ; baies peu profondes (n = 1 site) (22-05 à 13-07-1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947c) 3. < 20 mètres (juillet 1946) (Oyster River, New Hampshire) (Harrington, 1947b)

Les caractéristiques de l'habitat utilisé en période estivale

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation submergée	1. 100 % recouvrement végétal (Vallisnérie) (n = 1 site) (1997-09-11) (lac Saint-Louis, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1998) 2. 80 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Élodée) (n = 7 ind. ; 1 site) (95-09-15) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 3. 80 % recouvrement (D = Myriophylle, SD = Vallisnérie) (n = 4 ind. ; 1 site) (95-09-15) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 4. 100 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamo) (n = 62 ind. ; 1 site) (95-09-15) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 5. 80 % recouvrement (D = Potamo, SD = Vallisnérie) (n = 5 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 6. 70 % recouvrement (D = Potamo, SD = Vallisnérie) (n = 2 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation sugmergée	7. 70 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	8. 80 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 12 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	9. 30 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	10. 60 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	11. 80 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 134 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	12. 60 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 17 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	13. 90 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 81 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	14. 15 % recouvrement (D = Vallisnérie) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	15. 80 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	16. 20 % recouvrement (D = Vallisnérie) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	17. 5 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 6 ind. ; 1 site) (95-09-14) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	18. 100 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = Potamot) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-14) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	19. 80 % recouvrement (D = Vallisnérie, SD = algue filament.) (n = 8 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	20. 5 % recouvrement (D = Vallisnérie) (herbier sagittaire à proximité) (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	21. 20 % recouvrement (D = Potamot, SD = Vallisnérie) (herbier sagittaire à proximité) (n = 5 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i> , 1996)
	22. 0 % recouvrement (herbier joncacées à proximité) (n = 24 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Végétation submergée	Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 23. 60 % recouvrement (D = Élodée, SD = Vallisnérie) (n = 8 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 24. 10 % recouvrement (D = Myriophylle, SD = Potamot) (herbier joncacées à proximité) (n = 8 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 25. Algue filamenteuse, Alisma, Élodée, Butome, Carex, Graminée, Nénuphar, Potamots, Sagittaires (présent dans la station) (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 26. végétation submergée présente (général) (Grands Lacs) (Hubbs et Lagler, 1974) 27. végétation submergée présente (général) (Maine) (Kendall, 1904) 28. végétation submergée présente (général) (New Hampshire) (Gordon, 1937) 29. végétation submergée abondante (n = 10 sites) (général) (New Hampshire) (Bailey, 1938) 30. végétation submergée abondante (général) (New Hampshire) (Adams et Hankinson, 1928) 31. <i>Dianthera</i> (général) (New Hampshire) (Adams et Hankinson, 1928) 32. végétation aquatique modérée (n = 11 sites) (général) (New Hampshire) (Bailey, 1938) 33. modéré à abondant (général) (sud-ouest Massachusetts) (McCabe, 1943) 34. végétation submergée présente (général) (Oswego, New York) (Greeley, 1928) 35. végétation submergée présente (général) (Upper Hudson, New York) (Greeley et Bishop, 1933) 36. souvent retrouvé avec <i>Najas quadrifolia</i> (général) (New York) (Harrington, 1947b) 37. souvent retrouvé avec <i>Potamogeton</i> (général) (New York) (Harrington, 1947b) 38. souvent retrouvé avec <i>Ceratophyllum</i> (général) (New York) (Harrington, 1947b) 39. souvent retrouvé avec Algue filamenteuse (général) (New York) (Harrington, 1947b) 40. abondante (général) (New York) (Raney, 1969) 41. végétation submergée présente (n = 52 ind.) (général) (lower Hudson, New York) (Greeley, 1937) 42. modéré (général) (New York) (Smith, 1985) 43. présence de végétation (général) (Connecticut) (Whitworth <i>et al.</i>, 1968) 44. végétation submergée présente (général) (Connecticut) (Webster, 1941) 45. présence (général) (tributaires de la baie de Chesapeake, Maryland) (Schwartz, 1963) 46. sporadique ; <i>Potamogeton</i> et <i>Nitella</i> (général) (James drainage, West Virginia) (Richmond, comm. Pers. dans Jenkins et Zorach, 1970) 47. modéré à abondant (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947a)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	48. modéré à abondant (général) (aire de distribution) (Horwitz, 1985)
Vitesse du courant	- lente (général) (régions des Grands Lacs) (Hubbs et Lagler, 1974) - lente (général) (Maine) (Kendall, 1904) - lente (général) (New Hampshire) (Bailey, 1938) - lente à modérée (général) (sud-ouest Massachusetts) (McCabe, 1943) - lente (n = 52 ind.) (général) (rivière Hudson, New York) (Greeley, 1937) - lente (général) (New York) (Raney, 1969) - faible ou nulle (général) (New York) (Smith, 1985) - nulle à modérée (général) (Connecticut) (Whitworth <i>et al.</i>, 1968) - lente (général) (New Jersey) (Fowler, 1906) - lente (général) (James drainage, West Virginia) (Richmond, comm. Pers. dans Jenkins et Zorach, 1970) - lente (général) (tributaires de la baie Chesapeake, Maryland) (Schwartz, 1963) - modéré, lent ou nulle (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947b) - faible ou nulle (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947a) - faible ou nulle (général) (aire de distribution) (Horwitz, 1985)
Profondeur de l'eau	- entre 1,00 m et 1,30 m (n = 1 site) (1997-09-11) (sud lac Saint-Louis, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1998) - entre 70 cm et 80 cm (n = 7 ind. ; 1 site) (95-09-15) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 80 cm et 100 cm (n = 4 ind. ; 1 site) (95-09-15) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 80 cm et 100 cm (n = 62 ind. ; 1 site) (95-09-15) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 50 cm et 80 cm (n = 5 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 50 cm et 70 cm (n = 2 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 50 cm et 80 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 50 cm et 80 cm (n = 12 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 50 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 50 cm et 60 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) - entre 50 cm et 80 cm (n = 134 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur de l'eau	1996) 12. entre 50 cm et 70 cm (n = 17 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 13. entre 50 cm et 80 cm (n = 81 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 14. entre 50 cm et 70 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) 15. entre 50 cm et 70 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 16. entre 50 cm et 80 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) 17. entre 50 cm et 200 cm (n = 6 ind. ; 1 site) (95-09-14) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 18. entre 50 cm et 230 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-14) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 19. entre 50 cm et 120 cm (n = 8 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 20. entre 50 cm et 110 cm (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 21. entre 50 cm et 110 cm (n = 5 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 22. entre 50 cm et 350 cm (n = 24 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 23. entre 50 cm et 310 cm (n = 8 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 24. entre 50 cm et 120 cm (n = 8 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 25. $\cong$ 45 cm (moyenne de la station) (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 26. peu profond (général) (New Hampshire) (Gordon, 1937) 27. peu profonde (général) (New Hampshire) (Adams et Hankinson, 1928) 28. < 450 cm (général) (lac Champlain, New York) (Odell, 1930) 29. peu profond (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947a)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Profondeur de l'eau	30. peu profond (général) (aire de distribution) (Horwitz, 1985) 31. toujours à < 300 cm (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947b)
Substrat	1. fond dur (n = 5 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 2. fond dur (n = 2 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 3. fond dur (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 4. fond dur (n = 12 ind. ; 1 site) (95-09-19) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 5. fond dur (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 6. fond dur (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 7. fond dur (n = 134 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 8. fond dur (n = 17 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 9. fond dur (n = 81 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 10. fond dur (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) 11. fond dur (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 12. vase (n = 1 ind. ; 1 site) (95-09-20) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 13. vase (n = 5 ind. ; 1 site) (95-09-12) (Lac Saint-Pierre, Québec) (Fournier <i>et al.</i>, 1996) 14. glaise et sable (n = 2 ind. ; 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 15. surtout limon et détritiques mais aussi argile, sable et gravier (général) (New Hampshire) (Harrington, 1947b) 16. boue (général) (New Hampshire) (Gordon, 1937) 17. boue ou sable (général) (New Hampshire) (Adams et Hankinson, 1928) 18. boue, argile et débris organique (n = 21 sites) (général) (New Hampshire) (Bailey, 1938) 19. boue, limon, détritiques (général) (New York) (Smith, 1985) 20. boue (général) (New York) (Raney, 1969) 21. boue et débris organiques (général) (Oswego, New York) (Greeley, 1928) 22. 90 % limon et 10 % gravier (n = 17 ind. ; 1 site) (fin juillet) (Washington County, New York) (Bouton, 1986) 23. boue, gravier, sable (général) (sud-ouest Massachusetts) (McCabe, 1943) 24. sable et gravier (général) (Connecticut) (Whitworth <i>et al.</i>, 1968) 25. sable fin et limon sporadiquement (général) (James drainage, West Virginia) (Richmond, comm. Pers. dans Jenkins et Zorach, 1970) 26. boue, limon, détritiques (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947a)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	27. sable, boue, matière organique (général) (aire de distribution) (Horwitz, 1985)
Présence d'une berge	1. (général) (fleuve Saint-Laurent, Québec) (Cuerrier <i>et al.</i> , 1946) 2. (n = 1 site) (04 à 13-08-1964) (Rivière Bécancour, Québec) (Paquet, 1970) 3. près d'une berge (général) (New Hampshire) (Bailey, 1938) 4. près d'une berge (général) (aire de distribution) (Harrington, 1947b)
Turbidité	1. sans couleur (général) (sud-ouest Massachusetts) (McCabe, 1943) 2. eau claire (général) (aire de distribution) (Horwitz, 1985)

Références

- Adams, C. C et Hankinson, T.L. (1928) The ecology and economics of Oneida Lake fish. Roosevelt Wild Life Annals (3 and 4), Bull. N.Y. State College of Forestry I (4a), pp. 235-548.
- Bailey, R.M. (1938) The fishes of the Merrimack watershed. *In* A biological survey of the Merrimack watershed. N.H. Fish and Game Dept., Survey report no. 3, pp. 149-185.
- Bouton, D.M. (1986) A survey for the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, and Other Rare Fishes in Thirty Tributaries and Five Inlake Deltas of Lake Champlain. New York State Department of Conservation, Division of Fish and Wildlife, 59 p.
- Cuerrier, J.-P., Fry, F.E.J. et Préfontaine, G. (1946) Liste préliminaire des poissons de la région de Montréal et du lac Saint-Pierre. Naturaliste Canadien, vol. 73, pp. 17-32.
- Fowler, H.W. (1906) The fishes of New Jersey. Ann. Rept. N. J. State Mus., 1905 (pt. 2), pp. 35-477.
- Fowler, H.W. (1909) A synopsis of the Cyprinidae of Pennsylvania. Proc. Acad. Nat. Sci. Phila. For. 1908 (1909), pp. 517-553.
- Fournier, D., Leclerc, J., Bélanger, B. et Dumont, P. (1998) Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques du lac Saint-Louis en 1997. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Direction régionale de la Montérégie, Québec, 91 p.
- Fournier, D., Cotton, F., Mailhot, Y., Bourbeau, D., Leclerc, J. et Dumont, P. (1996) Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques des habitats lenticques du lac Saint-Pierre et de son archipel en 1995. Ministère de l'Environnement et de la faune, Direction de la faune et des habitats, Direction générale de la Mauricie – Bois-Francs, Direction régionale de la Montérégie, Québec, No Cat. 96-3530-12, 59 p.

- Gordon, M. (1937) The fishes of eastern New Hampshire. *In* A biological survey of the Androscoggin, Saco, and coastal watersheds. New Hampshire Fish and Game Dept., Survey report no. 2, pp. 101-118.
- Greeley, J.R. (1928) Fishes of the Oswego watershed. *In* A biological survey of the Oswego River system. Suppl. 17th Ann. Rept., N.Y. Cons. Dept., pp. 84-107.
- Greeley, J.R. (1937) Fishes of the area with annotated list. *In* A biological survey of the lower Hudson watershed. Suppl. 26th Ann. Rept., N.Y. Cons. Dept., pp. 45-103.
- Greeley J.R. et Bishop, S.C. (1933) Fishes of the upper Hudson watershed with annotated list. *In* A biological survey of the upper Hudson watershed. Suppl. 22d Ann. Rept., N.Y. Cons. Dept., pp. 64-101.
- Harrington, R.W. Jr (1947a) The early Life History of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus* (Cope). *Copeia* 1947, no. 2, pp. 97-102.
- Harrington, R.W. Jr (1947b) A contribution to the Biology of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus* (Cope). PhD thesis, Cornell University, 126 p.
- Harrington, R.W. Jr (1947c) The breeding Behavior of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus*. *Copeia* 1947, pp. 186-192.
- Harrington, R.W. Jr (1948) The life cycle and fertility of the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus* (Cope). *Amer. Midl. Nat.*, vol. 39, no. 1, pp. 83-92.
- Harrington, R.W. Jr (1950) Preseasonal Breeding by the Bridled Shiner, *Notropis bifrenatus*, Induced Under Light-Temperature Control. *Copeia*, 1950, no. 4, pp. 304-311.
- Horwitz, R.J. (1985) Vulnerable Bridle Shiner. Special Publication Carnegie Museum of Natural History, no. 11, pp. 190-193.
- Hubbs, C.L. et Brown, E.S. (1929) Materials for a Distributional Study of Ontario fishes. Reprinted from Transactions of the Royal Canadian Institute, vol. 17, part 1.
- Hubbs, C.L. et Lagler, K.F. (1974) Fishes of the Great Lakes region. 4th edition, University of Michigan Press, Ann Arbor, 213 p.
- Jenkins, R.E. et Zorach, T. (1970) Zoogeography and Characters of the American Cyprinid Fish *Notropis bifrenatus*. *Chesapeake Science*, vol. 11, no. 3, pp. 174-182.
- Kehler, T., Lellis, W.A. et Dropkin, D.S. (2001) Embryonic development of two endangered cyprinids *Notropis bifrenatus* and *Notropis chalybaeus* from eastern Pennsylvania. Poster scientifique, U.S. Department of the Interior, USGS - Northern Appalachian Research Laboratory, Wellsboro, Pennsylvania.
- Kendall, W.C. (1904) Notes on some fresh-water fishes from Maine, with description of three new species. *Bull. U.S. Fish. Comm.* 1902 (1904), pp. 355-368.
- Lellis, W.A., Johnson, C.S., Hawk, K.W. (2001) Captive Spawning of two endangered cyprinids *Notropis bifrenatus* and *Notropis chalybaeus* from eastern Pennsylvania. Poster scientifique, U.S. Department of the Interior, USGS - Northern Appalachian Research Laboratory, Wellsboro, Pennsylvania.

- McCabe, B.C. (1943) An Analysis of the Distribution of Fishes in the Streams of Western Massachusetts. *Copeia* 1943, no. 2, pp. 85-89.
- Goodyear, C. S., Edsall, T. A., Ormsby Dempsey, D. M., Moss, G. D. et Polanski, P. E. (1982) Atlas of the spawning and nursery areas of Great Lakes fishes. Vol. 13, U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC, FWS/OBS-82/52.
- Odell, T.T. (1930) The fishes of Lake Champlain. In a biological survey of the Champlain watershed. Suppl. 19th Ann. Rept., N.Y. Cons. Dept., pp. 130-138.
- Paquet, G. (1970) Étude physique et inventaire ichtyologique sommaires de la rivière Bécancour, affluent sud du Saint-Laurent. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Québec, travaux en cours en 1965, rapport no 5, pp. 41-51
- Raney, E.C. (1969) Minnows of New York. Part 2: the Shiners, *The Conservationist*, vol. 23, no. 6, pp. 21-29.
- Schwartz, F. (1963) The Freshwater Minnows of Maryland. *Maryland Conservationist*, vol. XL, no. 2, pp. 19-29.
- Smith, C.L. (1985) The inland fishes of New York State. New York State Department of Environmental Conservation, 522 p.
- Webster, D.A. (1941) The life histories of some Connecticut fishes. *Conn. State Geol. and Nat. Hist. Surv. Bull.*, no. 63, section III, pp. 122-227.
- Whitworth, W.R., Berrien, P.L. et Keller, W.T. (1968) Freshwater Fishes of Connecticut. State geological and natural history survey of Connecticut, Department of Agriculture and Natural Resources, bulletin 101.
- Wright, A.H. et Allen, A.A. (1913) The fauna of Ithaca, N.Y. fishes. *Zoology Field Notebook*, Ithaca, New York.

Annexe 9

Les informations recueillies de la littérature sur l'Ail des bois

L'Ail des bois (*Allium tricoccum*)

Les caractéristiques de l'habitat

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Drainage	1. bon à moyen (général) (Québec) (Doran, 1984) 2. très sensible à l'assèchement (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 3. mésique (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 4. type par rapport au substrat = terrestre général (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 5. humide (général) (est du Canada) (Scoggan, 1978-1979)
Substrat	1. brunisols avec un humus mull (général) (Québec) (Doran, 1984) 2. brunisols avec un humus mull/moder (général) (Québec) (Doran, 1984) 3. riche (général) (est du Canada) (Scoggan, 1978-1979)
Pente	1. légère, orientation sud (général) (Québec) (Doran, 1984)
pH	1. entre 5,5 et 6,6 (général) (Québec) (Doran, 1984)
Communauté / espèces associées	1. forêt feuillue, stade avancé de succession (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 2. arboraie d'<i>Ulmus rubra</i> (n = 1 colonie) (09-06-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 3. sous bois, sous un <i>Celtis occidentalis</i> (17-06-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 4. sous-bois d'une arboraie d'<i>Ulmus rubra</i> (n = 1 petite colonie) (06-07-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 5. sous-bois d'une arboraie d'<i>Ulmus rubra</i> (n = 1 colonie) (30-05-1977) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 6. préfère l'érablière à caryer cordiforme (général) (Québec) (Doran, 1984) 7. préfère l'érablière à Tilleul (général) (Québec) (Doran, 1984) 8. peut se retrouver dans l'érablière à Orme (général) (Québec) (Doran, 1984) 9. peut se retrouver dans la Chênaie à érable à sucre (général) (Québec) (Doran, 1984)
Luminosité	1. tolère une luminosité accrue (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 2. héliophyle (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 3. sous-bois ouvert (n = 2 colonies) (17-06-1976 et 30-05-1977) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 4. luminosité accrue (général) (Québec) (Doran, 1984)

Références

- Doran, M.-A. (1984) L'ail des bois, une espèce vulnérable... Qu'en est-il exactement. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des réserves écologiques et des sites naturels, Envirodoq 840800, 9 p.
- Gilbert, H. (1997) Réactions prévisibles des espèces végétales forestières en situation précaire en regard des pratiques forestières québécoises. Éco-Service pour le ministère québécois des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, ES-)11-2, 35 pages.
- Nault, A. (2003) Communication personnelle. Biodôme de Montréal, Recherche et développement scientifique.
- Ranger, J.L. (1979) Étude floristique des îles des rapides de Lachine. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal. 476 p.
- Scoggan, H.J. (1978-1979) The Flora of Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa, 4 parties, 1711 p.

Annexe 10

Les informations recueillies de la littérature sur l'Arisème dragon

L'Arisème dragon (*Arisaema dracontium*)

Les caractéristiques de l'habitat

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Taux humidité substrat	1. bois humide, l'humidité du sol est un facteur lié à sa survie (général) (Québec) (Gauvin, 1984) 2. hydrique (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 3. type de végétal par rapport au substrat = terrestre humide (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 4. nécessitent des conditions d'inondation saisonnière ou des variations de niveau de la nappe phréatique (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 5. sous-bois humide (n = 1 colonie) (15-07-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 6. sec (n = 1 site) (15-05-1976) (île aux Chèvres, Québec) (Ranger, 1979) 7. humide (n = 1 colonie) (02-06-1977) (île aux Chèvres, Québec) (Ranger, 1979) 8. mal drainé (n = 2 ind.) (08-08-1963 et 10-06-1922) (îles des Sœurs, Québec) (Joyal, 1964) 9. bois humide (n = 1 colonie) (île du Large, Québec) (Morency-Cartier, 1966) 10. bois humide (n = 1 colonie) (île à Thomas, Québec) (Morency-Cartier, 1966) 11. conditions d'inondation qui permettent le maintien des marécages arborés dominés par <i>Acer sacharinum</i> (général) (New Hampshire) (NHNHI, 2004) 12. boisé humide avec inondation annuelle (général) (Massachusetts) (NHESP, 2004) 13. hydrique (n = 6 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) 14. humide (moist) (n = 1 colonie) (Columbus, Ohio) (étés 1920-1921) (Schaffner, 1922) 15. humide (général) (est de l'Amérique du Nord) (Yang <i>et al.</i>, 1999)
Substrat	1. capacité d'échange ionique = 6,1 mg/g de sol $\pm$ 2,6 mg/g pour les plants bisexués* et = 9,4 mg/g de sol $\pm$ 2,6 mg/g pour les autres classes de plants* (n = 6 populations) (08-1997) (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher, 1999) 2. NH₄ = 4,8 mg/g de sol $\pm$ 1,8 mg/g pour les plants bisexués* et = 7,7 mg/g de sol $\pm$ 4,7 mg/g pour les autres classes de plants* (n = 6 populations) (08-1997) (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher, 1999) 3. pH = 6,0 $\pm$ 0,6 pour les plants bisexués* et = 6,1 $\pm$ 0,4 mg/g pour les autres classes de plants* (n = 6 populations) (08-1997) (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher, 1999) 4. sol humide, brunisol mélanique bien drainé (général) (région de Montréal, Québec) (Gauvin, 1984) 5. quelques fois dans gleysol humique mal drainé (général) (régions de Montréal et péninsule ontarienne)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Substrat	(Gauvin, 1984) - luvisol gris brun bien drainé (général) (péninsule ontarienne) (Gauvin, 1984) - substrat hydrique (général) (Québec) (Gilbert, 1997) - limon-argile (général) (Québec) (Gilbert, 1997) - sol rocailleux (n = 1 colonie) (15-05-1976) (île aux Chèvres, Québec) (Ranger, 1979) - caillouteux (n = 1 colonie) (02-06-1977) (île aux Chèvres, Québec) (Ranger, 1979) - alluvions (n = 1 colonie ; 1 site) (île du Large, Québec) (Morency-Cartier, 1966) - argile (général) (Québec) (Bouchard <i>et al.</i>, 1983) - loam sableux très fin (n = 3 colonies ; 3 sites) (Saginaw Co., Michigan) (Dembinsky, 1966) - alluvions (n = 1 site) (1892) (Grand Rapids, Michigan) (Cole, 1962) - Limerick et Hadley silt loam (absent de Winooski silt loams, Suncook loamy, fine sand) (n = 2 sites) (06-1988) (Connecticut River, Massachusetts) (Sanders, 1989) « loamy sand » (n = 1 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) « sandy loam » (n = 5 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) « silt loam » (n = 10 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) - jamais sur couche de matière organique (n = 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) - alluvions (général) (Massachusetts) (NHESP, 2004) - alluvial riche (général) (Connecticut) (Dowhan et Craig, 1976) - riche (n = 1 pop.) (Columbus, Ohio) (étés 1920-1921) (Schaffner, 1922) - mésique et sub-humide (forêt des hautes terres) ; hydrique, mésique et sub-humide (forêt des plaines d'inondation) (général) (Illinois) (ILPIN, 2004) - argile (général) (est de l'Amérique du Nord) (Yang <i>et al.</i>, 1999)
Débris au sol	5,9 g ± 9,8 g pour les plants bisexués* et = 22,3 g ± 38,3 g pour les autres classes de plants* (n = 6 populations) (08-1997) (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher, 1999)
Élévation	- sur le rivage de la rivière (n = 1 colonie) (île aux chèvres, Québec) (Ranger, 1979) - sur le rivage d'un petit ruisseau (n = 1 ind.) (01-06-1977) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) - dans la zone de transition entre la zone qui reste humide jusqu'à tard dans l'été et la zone un peu plus haute qui est plus sèche (n = 2 sites) (06-1988) (Connecticut River, Massachusetts) (Sanders, 1989) - terrasse « terrace » de la plaine d'inondation (n = 3 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) « Level floodplain » (n = 12 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Élévation	- dépression dans la plaine d'inondation (n = 1 / 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) - dans la plaine d'inondation (général) (Michigan) (Dembinsky, 1966) - particulièrement fréquent le long des rives de la rivière (n = 3 colonies ; 3 sites) (Saginaw Co., Michigan) (Dembinsky, 1966) - optima entre 60 cm et 73 cm (n = 5 sites ; ≥ 250 quadrats) (1979-1981) (southern Wisconsin) (Menges et Waller, 1983) - hydrolittoral supérieur (général) (nord de l'aire de distribution) (Gauvin, 1984) - dans la plaine d'inondation (général) (est de l'Amérique du Nord) (Boles <i>et al.</i>, 1999) - le long des cours d'eau (général) (aire de distribution) (Gauvin, 1984)
Distance de l'eau	77,1 m $\pm$ 48,8 m pour les plants bisexués* et = 91,0 m $\pm$ 53,2 m pour les autres classes de plants* (n = 6 populations) (08-1997) (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher, 1999)
Communauté / espèces associées	- érablière argentée à frêne rouge (typique) et prairie humide à <i>Phalaris arundinacea</i> (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher <i>et al.</i>, 1998) - domaine de la forêt décidue (général) (Québec) (Gilbert, 1997) - herbaciaie marécageuse, dans une colonie d'<i>Impatiens capensis</i> (n = 1 colonie) (22-06-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) - arborie ouverte d'<i>Ulmus americana</i> et <i>Fraxinus pennsylvanica</i> (n = 1 colonie) (15-07-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) - herbaciaie marécageuse (n = 1 ind.) (01-06-1977) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) - herbaciaie basse (ancien potager), environ à 30 m de la rivière (n = 1 colonie) (02-06-1977) (île aux Chèvres, Québec) (Ranger, 1979) - Forêt de la plaine inondable dominée par l'érable argenté (général) (New Hampshire) (NHNHI, 2004) - forêt transitionnelle de la plaine d'inondation, association <i>Acer saccharinum</i> – <i>Arisaema dracontium</i> (général) (Massachusetts) (Kearsley, 1999b) <i>Acer saccharinum</i> domine l'étage supérieur. Aussi présence de <i>Fraxinus pennsylvanica</i>, <i>Populus deltoides</i> et <i>Salix nigra</i> (n = 2 sites) (06-1988) (Connecticut River, Massachusetts) (Sanders, 1989) <i>Acer saccharinum</i> (dominant), <i>Fraxinus pennsylvanica</i> et <i>Ulmus americana</i> (n = 16 sites) (Massachusetts) (07 à 09-1997) (Kearsley, 1999a) - prairie humide et marécage arboré (général) (Connecticut) (Dowhan et Craig, 1976) - marécage arboré dominé par <i>Acer saccharinum</i> et <i>Ulmus americana</i> (n = 3 colonies ; 3 sites) (Saginaw

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Communauté / espèces associées	Co., Michigan) (Dembinsky, 1966) 13. marécage arboré dominé par <i>Acer sacharinum</i>. Sous-dominé par <i>Ulmus americana</i>, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>, <i>Quercus bicolor</i> et <i>Tilia americana</i> dépendamment des sites (n = 5 sites ; ≥ 250 quadrats) (1979-1981) (southern Wisconsin) (Menges et Waller, 1983) 14. associé à l'érable argenté (général) (Illinois) (ILPIN, 2004) 15. érablière argentée, forêt de Frêne de Pennsylvanie, d'Orme d'Amérique ou d'Érable à sucre (général) (nord de l'aire de distribution) (Gauvin, 1984) 16. quelques fois dans les herbaçales marécageuse, prairie de Carex ou pâturage (général) (nord de l'aire de distribution) (Gauvin, 1984) 17. forêt feuillue des basses terres (n = 4 pop. ; 4 sites) (1985-1986) (East Baton Rouge Parish, Louisiana) (Clay, 1993)
Luminosité	1. couvert forestier = 27,8 % ± 36,3 % pour les plants bisexués* et = 48,6 % ± 32,7 % pour les autres classes de plants* (n = 6 populations) (08-1997) (rives du Saint-Laurent, Québec) (Provencher, 1999) 2. sous-bois ouvert (n = 1 colonie) (15-07-1976) (île au Héron, Québec) (Ranger, 1979) 3. milieu ouvert (n = 2 ind.) (08-08-1963 et 10-06-1922) (îles des Sœurs, Québec) (Joyal, 1964) 4. bois clairsemé (n = 1 colonie ; 1 site) (île du Large, Québec) (Morency-Cartier, 1966) 5. souvent non boisé (général) (Québec) (Bouchard <i>et al.</i>, 1983) 6. héliophyle (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 7. milieu ouvert à ombragé (général) (Massachusetts) (NHESP, 2004) 8. ombrageux (n = 1 site) (1892) (Grand Rapids, Michigan) (Cole, 1962) 9. généraliste (n = 5 sites ; ≥ 250 quadrats) (1979-1981) (southern Wisconsin) (Menges et Waller, 1983) 10. boisé ouvert (n = 1 pop. ; 1 site) (Columbus, Ohio) (étés 1920-1921) (Schaffner, 1922) 11. prairie arboré ouverte (n = 1 pop. ; 1 site) (Columbus, Ohio) (étés 1920-1921) (Schaffner, 1922) 12. semble s'accomoder de diverses conditions de luminosité, sous-bois et milieu ouvert (général) (nord de l'aire de distribution) (Gauvin, 1984)

* Les plants bisexués représentent plants les gros individus alors que les autres classes (asexué et mâles) sont de plus petites tailles.

Références

Boles, R.L. (1996) Genetic structure and sexual reproductive potential of the perennial aroid, *Arisaema dracontium*. M.Sc. thesis, Faculty of Graduate Studies, University of Windsor, Ontario

- Boles, R.L., Lovett-Doust, J. et Lovett-Doust, L. (1999) Population genetic structure in green dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). Can. J. Bot., vol. 77, pp. 1401-1410.
- Bouchard, A, Barnabé, D., Dumais, M. et Hay, S. (1983) Les plantes vasculaires rares du Québec. Syllogeus # 48, Ottawa, Musées Nationaux du Canada, 79 p.
- Clay, K. (1993) Size-dependent gender change in Green dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). American Journal of Botany, vol., 80, no., 7, pp. 769-777.
- Cole, E.J. (1962) Green dragon (*Arisaema dracontium*). The Michigan Botanist, vol. 1, pp. 56-59.
- Dembinsky, M.L. Jr (1966) Notes on the distribution of *Arisaema dracontium* in Michigan. Michigan Bot., vol. 5, p. 115.
- Dowhan, J.J. et Craig, R.F. (1976) Rare and endangered species of Connecticut and their habitats. State Geological and natural history survey of Connecticut, The Natural Resources Center, Department of Environmental protection, Report of Investigation #6, 137 p.
- Gauvin, C. (1984) *Arisaema dracontium* – Espèce rare. Bulletin de la Société d'animation du Jardin et de l'Institut botaniques, vol. 8, no. 3, pp. 52-71.
- Gilbert, H. (1997) Réactions prévisibles des espèces végétales forestières en situation précaire en regard des pratiques forestières québécoises. Éco-Service pour le ministère québécois des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, ES-)11-2, 35 pages.
- Kearsley, J.B. (1999a) Inventory and vegetation classification of floodplain forest communities in Massachusetts. Rhodora, vol. 101, no. 906, pp. 105-135.
- Kearsley, J.B. (1999b) Rare and non-native plants of Massachusetts' floodplain forests. Rhodora, vol. 101, pp. 200-205.
- ILPIN – Illinois Plant Information Network (2004) Information on *Arisaema dracontium*. Document Internet, adresse : <http://www.fs.fed.us/ne/delaware/ilpin/211.co>
- Joyal, R. 1964. Étude de la flore vasculaire de l'île des Sœurs. Mémoire de maîtrise. Faculté des Sciences. Université de Montréal. 161 p.
- Lovett-Doust, J. et Cavers, P.B. (1982) Resource allocation and gender in green dragon *Arisaema dracontium* (Araceae). American Midland Naturalist, vol. 108, pp. 144-148 p.
- Menges, E.S. et Waller, D.M. (1983) Plant strategies in relation to elevation and light in floodplain herbs. Amer. Naturalist, vol. 122, pp. 454-473.
- Morency-Cartier, M. (1966) Étude floristique des îles de la Paix. Mémoire de maîtrise, Faculté des Sciences, Université de Montréal, 225 p.
- NHESP – Natural Heritage & Endangered Species Program (2004) Massachusetts Threatened Plants, Green Dragon. Document Internet, adresse : <http://www.state.ma.us/dfwele/dfw/nhesp/nhfacts/Aridra.pdf>

- NHNHI – New Hampshire Natural Heritage Inventory (2004) Rare Plants of New Hampshire, Green Dragon. Document Internet, adresse : http://ceinfo.unh.edu/r_gdragon.pdf
- Provencher, M.-C., Nault, A. et Gagnon, D. (1998) Rétablissement de l'Ariséme dragon au Québec, situation actuelle et caractérisation de son habitat. Entente Saint-Laurent Vision 2000, Groupe de recherche en écologie forestière interuniversitaire, Université du Québec à Montréal, Recherche et développement scientifique, Biodôme de Montréal, 25 p.
- Provencher, M.C. (1999) Le rétablissement de l'*Arisaema dracontium*, plante menacée de la plaine inondable du Saint-Laurent. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal, 90 p.
- Ranger, J.L. (1979) Étude floristique des îles des rapides de Lachine. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal. 476 p.
- Sanders, L.L. (1989) New England Note on the Occurrences of *Arisaema dracontium* in Hampshire County, Massachusetts. *Rhodora*, vol. 91, no. 868, pp. 339-341.
- Schaffner, J.H. (1922) Control of the sexual state in *Arisaema triphyllum* and *Arisaema dracontium*. *American Journal of Botany*, vol. 9, pp. 72-78.
- Scoggan, H.J. (1978-1979) The Flora of Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa, 4 parties, 1711 p.
- Yang, J., Lovett-Doust, J. et Lovett-Doust, L. (1999) Seed Germination Patterns in Green Dragon (*Arisaema dracontium*, Araceae). *American Journal of Botany*, vol. 86, no. 8, pp. 1160-1167.

Annexe 11

Les informations recueillies de la littérature sur la Carmantine d'Amérique

La Carmantine d'Amérique (*Justicia americana*)

Les caractéristiques de l'habitat

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Taux humidité substrat	1. dans l'eau ou substrat saturé (général) (Québec) (Rousseau, 1974) 2. la base des tiges baigne dans l'eau (n = 1 colonie) (17-08-1976) (île Rock, Québec) (Ranger, 1979) 3. la base des tiges baignent dans l'eau (n = quelques colonies) (23-08-1977) (île Rock, Québec) (Ranger, 1979) 4. sable humide (n = 1 colonie) (27-07-1984) (Rondeau Provincial Park, Ontario) (Oldham et Delisle, 1984) 5. dans l'eau peu profonde ou sur substrat saturé (général) (est du Canada) (Scoggan, 1978-1979) 6. substrat saturé (général) (1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988) 7. Les ryzhomes croissent dans le sable humide (général) (Betterton, Maryland) (Jones, 1912) 8. pousse dans l'eau peu profonde et le long des berges (n = 3 sites) (été) (Beaver Creek State Park, Ohio) (Keiper <i>et al.</i>, 1998) 9. en rivière, substrat jamais saturé en dehors des périodes de crues mais les racines sont toujours plusieurs dizaines de décimètres dans la nappe phréatique (général) (Ohio & Alabama) (Kenneth, 1980) 10. dans l'eau peu profonde (n = 1 site) (05 à 11-1981) (Jacks Fork River, south-central Missouri) (Rabeni, 1992) 11. En lac, substrat saturé (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940) 12. entre substrat humide et une profondeur de l'eau de 120 cm (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940) 13. conditions optimales entre 15 cm et 45 cm d'eau (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940)
Substrat	1. sable (n = 1 colonie) (27-07-1984) (Rondeau Provincial Park, Ontario) (Oldham et Delisle, 1984) 2. sable (général) (Betterton, Maryland) (Jones, 1993) 3. en rivière, généralement composé de gravier grossier mélangé à des particules plus fines (sable entre 80 % et 95 % ; argile entre 6% et 12% ; silt entre 1% et 8%) (général) (Ohio & Alabama) (Kenneth, 1980) 4. en rivière, peu de matière organique (moyenne = 2,58%) (range = 0,32% à 4,76%) (Ohio & Alabama) (Kenneth, 1980) 5. en lac, argile et limon (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940) 6. gravier, sable et boue (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940) 7. croit un peu mieux dans les substrats grossiers (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940)
Élévation	1. dans l'herbaciaie haute (n = quelques colonies) (23-08-1977) (île Rock, Québec) (Ranger, 1979)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	- à ≤ 2 mètres du niveau du fleuve (n = 1 colonie) (12-07-1963) (îles des Sœurs, Québec) (Joyal, 1964) - plage (n = 1 colonie) (27-07-1984) (Rondeau Provincial Park, Ontario) (Oldham et Delisle, 1984) - dans l'eau peu profonde le long des berges (général) (1977-1980) (Huntingdon Co., Pennsylvania) (Pluto et Bellis, 1988) - fosses soumises à l'action des marées (général) (Chain Bridge, Maryland) (Jones, 1912) - le long des berges (général) (Chesapeake & Ohio canal, Maryland) (Jones, 1912) - En rivière, généralement entre 0 cm et 50 cm (la majorité entre 10 cm et 30 cm) (général) (été) (Ohio & Alabama) (Kenneth, 1980) - à la ligne des hautes marées (général) (Betterton, Maryland) (Jones, 1912) - à la marge des cours d'eau (général) (Jacks Fork River, south-central Missouri) (Whitledge et Rabeni, 1997) - surtout commune aux abords des sections rapides des rivières (riffle) (général) (Rabeni, 1992) - en marge des cours d'eau (n = 1 site) (05 à 11-1981) (Jacks Fork River, south-central Missouri) (Rabeni, 1992) - en lac, submergé jusqu'à 1,5 m (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940) - berges et rivages (général) (aire de distribution) (Small, 1933) - sur les berges au dans l'eau peu profonde (général) (aire de distribution) (Fernald, 1950)
Vitesse du courant	- calme (n = quelques colonies) (23-08-1977) (île Rock, Québec) (Ranger, 1979) - au pied des rapides ou dans les eaux courantes (général) (Québec) (Rousseau, 1974) - dans les eaux courantes à proximité des radiers (n = 1 site) (05 à 11-1981) (Jacks Fork River, south-central Missouri) (Rabeni, 1992) - l'espèce s'est bien établie dans une retenue d'eau, après la mise en œuvre d'un barrage (général) (Lake Wilson, Tennessee River, Alabama) (Penfound, 1940) - surtout le long des radiers (riffles) mais aussi le long des fosses ensoleillées (pools) (juillet et août 2000) (east-central Alabama) (Fritz et Feminella, 2003) - pousse mieux dans un courant considérable et jamais dans des étangs stagnants (général) (aire de distribution) (Small, 1933)
Pente de la berge	- pente faible (n = 1 colonie) (12-07-1963) (îles des Sœurs, Québec) (Joyal, 1964) - la pente semble avoir peu d'importance (général) (aire de distribution) (Penfound, 1940)
Luminosité	1. héliophyte (général) (île Rock, Québec) (Ranger, 1979)
Luminosité	2. plein soleil (n = 1 colonie) (12-07-1963) (îles des Sœurs, Québec) (Joyal, 1964)

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
	3. plein soleil (juillet et août 2000) (east-central Alabama) (Fritz, obs. pers. <i>In</i> Fritz et Feminella, 2003)

Références

- Fernald, M.L. (1950) Gray's Manual of Botany. American Book Compagny, 8ième édition, 1632 p.
- Fritz, K.M. et Feminella, J.W. (2003) Substratum stability associated with the riverine macrophyte *Justicia americana*. Freshwater Ecology, vol. 48, pp. 1630-1639.
- Jones, W.R. (1912) The development of the vascular structure of *Dianthera americana*. The Botanical Gazette, vol. 54, no. 1, pp. 1-30.
- Keiper, J.B., Brutsche, P.L. et Foote, B.A. (1998) Acalyptate diptera associated with water willow, *Justicia americana* (Acanthaceae). Proc. Entomol. Soc. Wash., vol. 100, no. 3, pp. 576-587.
- Kenneth, P.L. (1980) Vegetative reproduction in populations of *Justicia americana* in Ohio and Alabama. Ohio J. Sci., vol. 80, no. 3, pp. 134-137.
- Joyal, R. 1964. Étude de la flore vasculaire de l'île des Sœurs. Mémoire de maîtrise. Faculté des Sciences. Université de Montréal. 161 p.
- Oldham, M.J. et Delisle, M.B. (1984) *Justicia americana*, new to Kent County. Ont. Field Biol., vol. 38, p. 38.
- Penfound, W. T. 1940. The biology of *Dianthera americana* L. American Midland Naturalist 24: 242-247.
- Pluto, T.G. et Bellis, E.D. (1988) Seasonal and Annual Movements of Riverine Map Turtle, *Graptemys geographica*. Journal of Herpetology, vol. 22, no. 2, pp. 152-158.
- Rabeni, C.F. (1992) Trophic linkage between stream centrarchids and their crayfish prey. Can. J. Fish. Aquat. Sci., vol. 49, pp. 1714-1721.
- Ranger, J.L. (1979) Étude floristique des îles des rapides de Lachine. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal. 476 p.
- Rousseau, C. (1974) Géographie floristique du Québec / Labrador. Distribution des principales espèces vasculaires, Les Presses de l'Université Laval, Québec, 799 p.
- Scoggan, H.J. (1978-1979) The Flora of Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa, 4 parties, 1711 p.
- Small, J. K. (1933) Manual of the Southeastern Flora. New York, NY.
- Whitledge, G.W. et Rabeni, C.F. (1997) Energy sources and ecological role of crayfishes in an Ozark stream: insights from stable isotopes and gut analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., vol. 54, pp. 2555-2563.

Annexe 12

Les informations recueillies de la littérature sur le Podophylle pelté

Le Podophylle pelté (*Podophyllum peltatum*)

Les caractéristiques de l'habitat

CARACTÉRISTIQUES	DÉTAILS ET RÉFÉRENCES
Taux humidité substrat	1. mésique (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 2. type végétal par rapport au substrat = terrestre général (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 3. plante normalement retrouvée dans les milieux terrestres (entre 67 % et 99 %) mais quelque fois dans les milieux humides (entre 1 % et 33 %) (général) (Etats-Unis) (USDA, 2002)
Substrat	1. humus (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 2. riche (général) (est du Canada) (Scoggan, 1978-1979)
Communauté / espèces associées	1. domaine de la forêt décidue (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 2. stade avancé de succession (général) (Québec) (Gilbert, 1997) 3. érablière (général) (Québec) (Bouchard <i>et al.</i>, 1983) 4. forêt décidue, bordure de forêt, et prairie (général) (Catling et Small, 1994) 5. forêt de hêtres et érables à sucre (n = plusieurs pop.) (Greene Co., southern Indiana) (Geber <i>et al.</i>, 1997)
Luminosité	1. héliophile (général) (Québec) (Gilbert, 1997)

Références

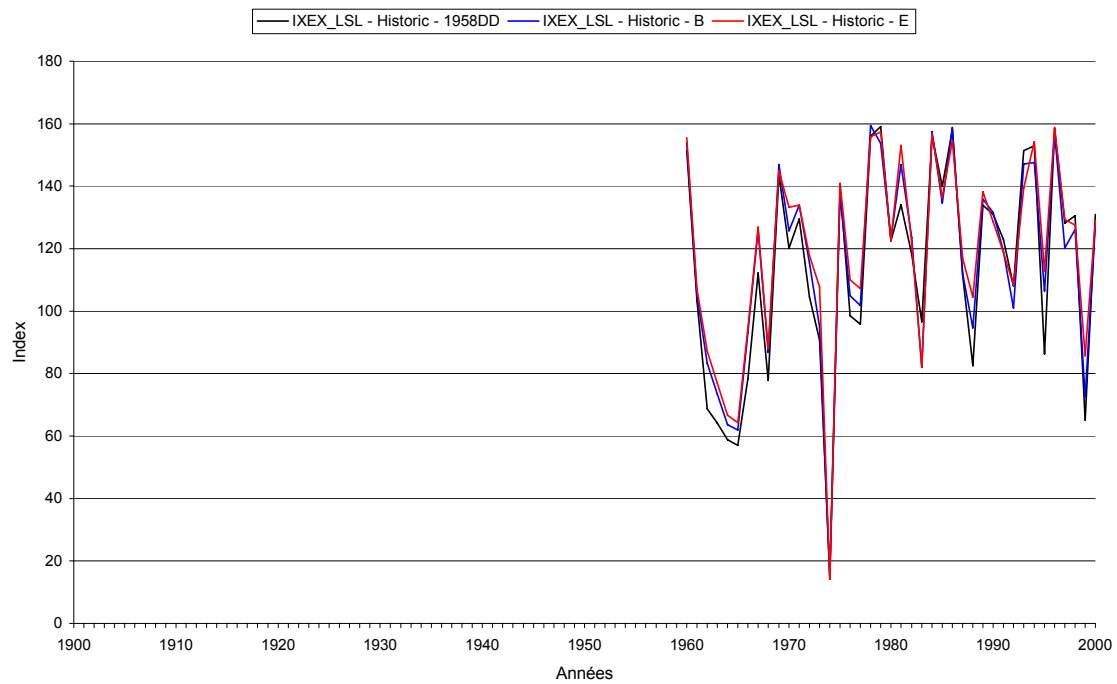
- Bouchard, A, Barnabé, D., Dumais, M. et Hay, S. (1983) Les plantes vasculaires rares du Québec. Syllogeus # 48, Ottawa, Musées Nationaux du Canada, 79 p.
- Catling, P.M. et Small, E. (1994) Poorly known Economic Plants of Canada – 2. May-apple, *Podophyllum peltatum* L. Canadian Botanical Association, vol. 27, pp. 30-31
- Geber, M.A., De Kroon, H. et Watson, M.A. (1997) Organ preformation in mayapple as a mechanism for historical effect on demography. *Journal of Ecology*, vol. 85, pp. 211-223.
- Gilbert, H. (1997) Réactions prévisibles des espèces végétales forestières en situation précaire en regard des pratiques forestières québécoises. Éco-Service pour le ministère québécois des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, ES-)11-2, 35 pages.
- Scoggan, H.J. (1978-1979) The Flora of Canada. Musées nationaux du Canada, Ottawa, 4 parties, 1711 p.

USDA - United States Department of Agriculture (2002). The Plants Database, Version 3.5 . National Resources Conservation Service, document Internet, adresse : <http://plants.usda.gov>, Baton Rouge.

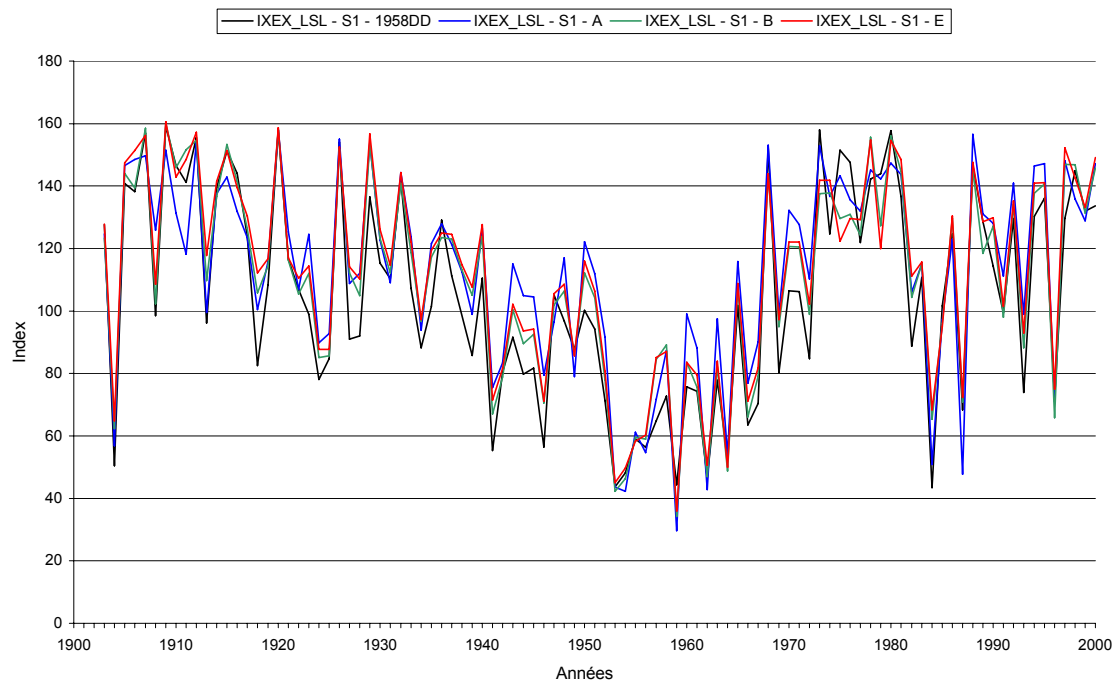
Annexe 13

Les résultats des séries temporelles utilisés pour déterminer si les différences entre les plans de régularisation sont significatives

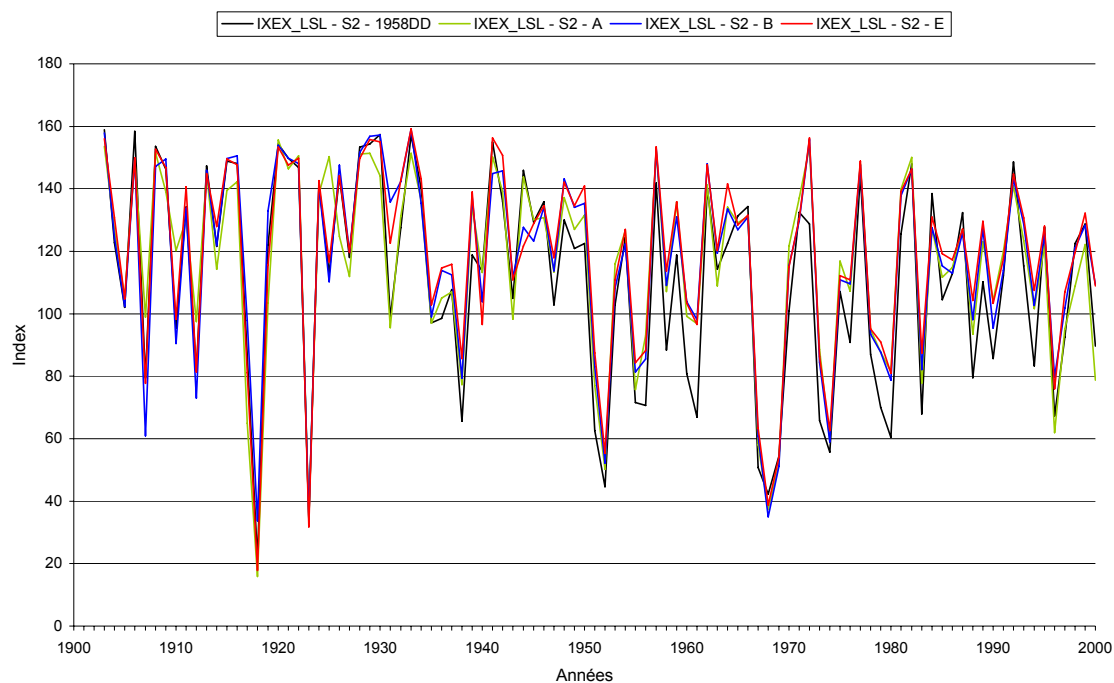
Petit Blongios - série H



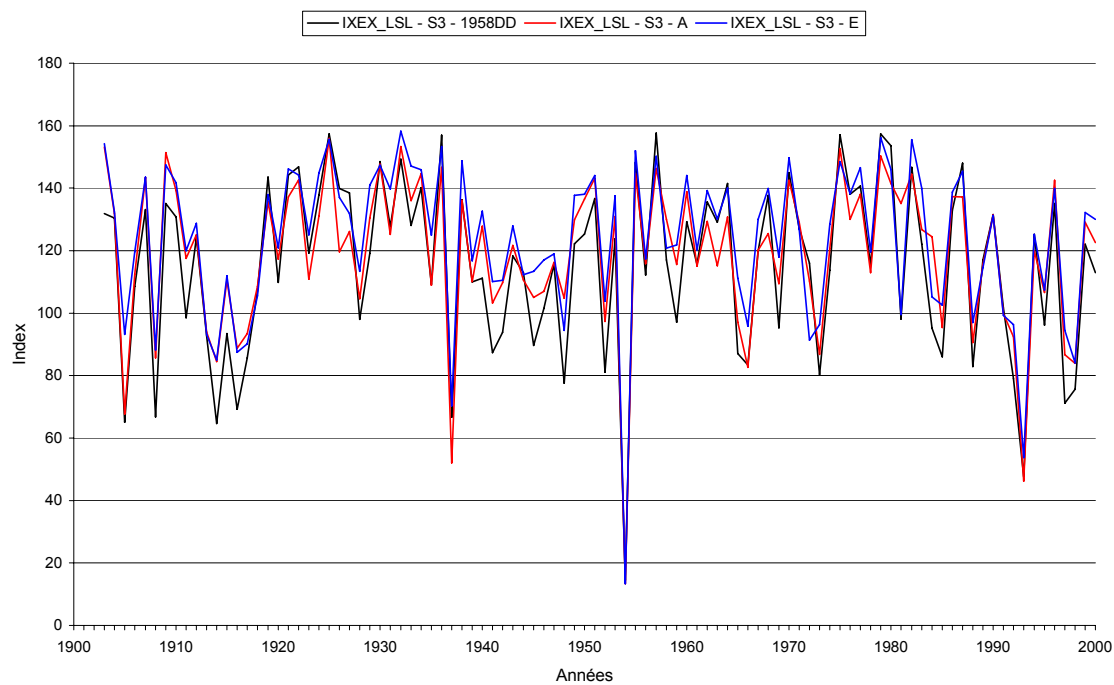
Petit Blongios - série S1



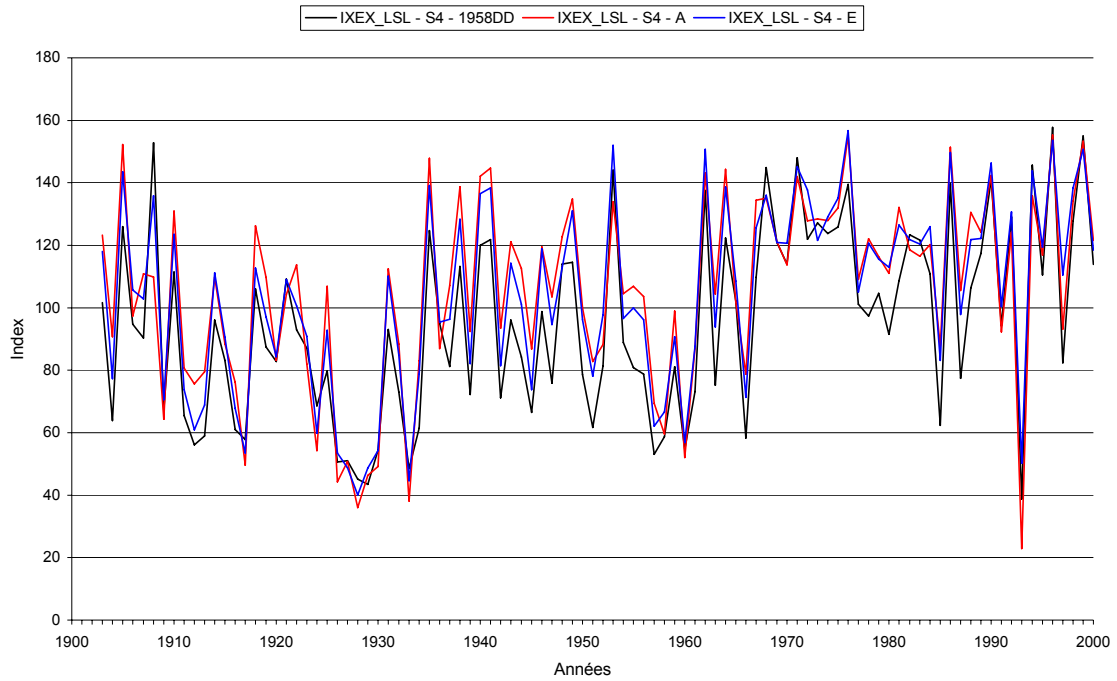
Petit Blongios - série S2



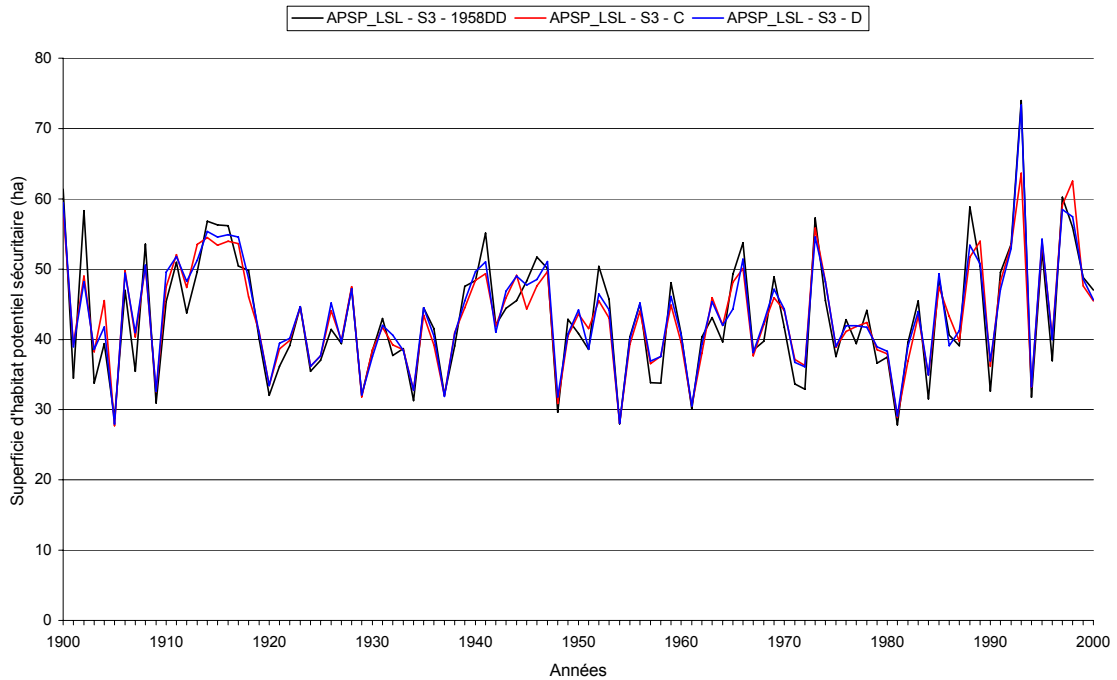
Petit Blongios - série S3



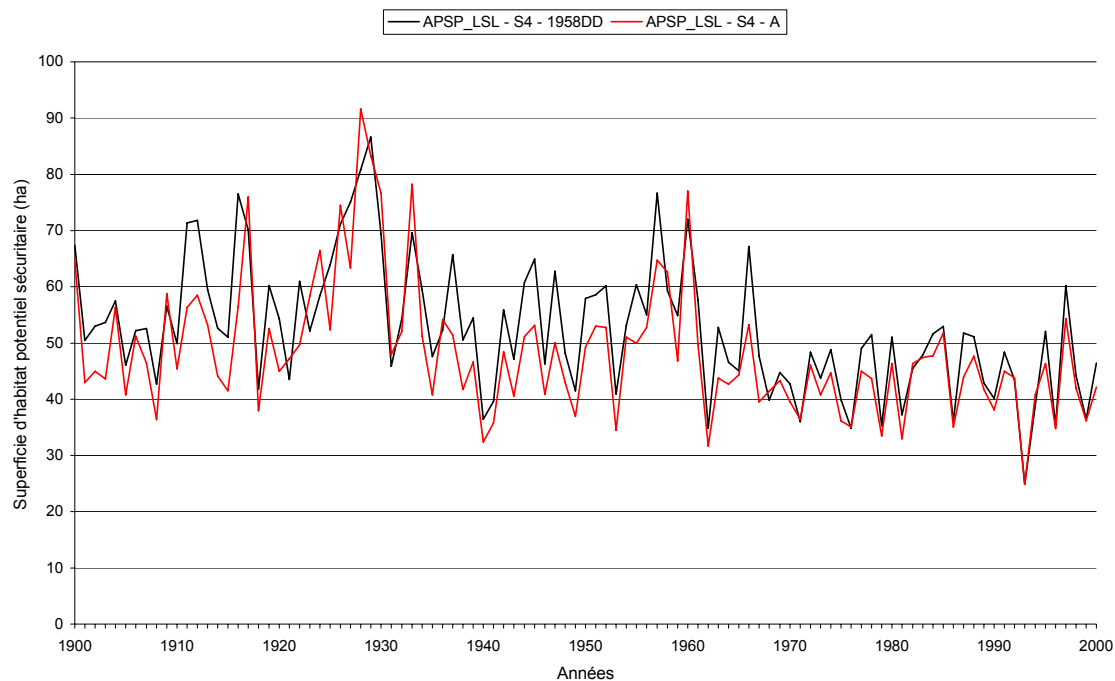
Petit Blongios - série S4



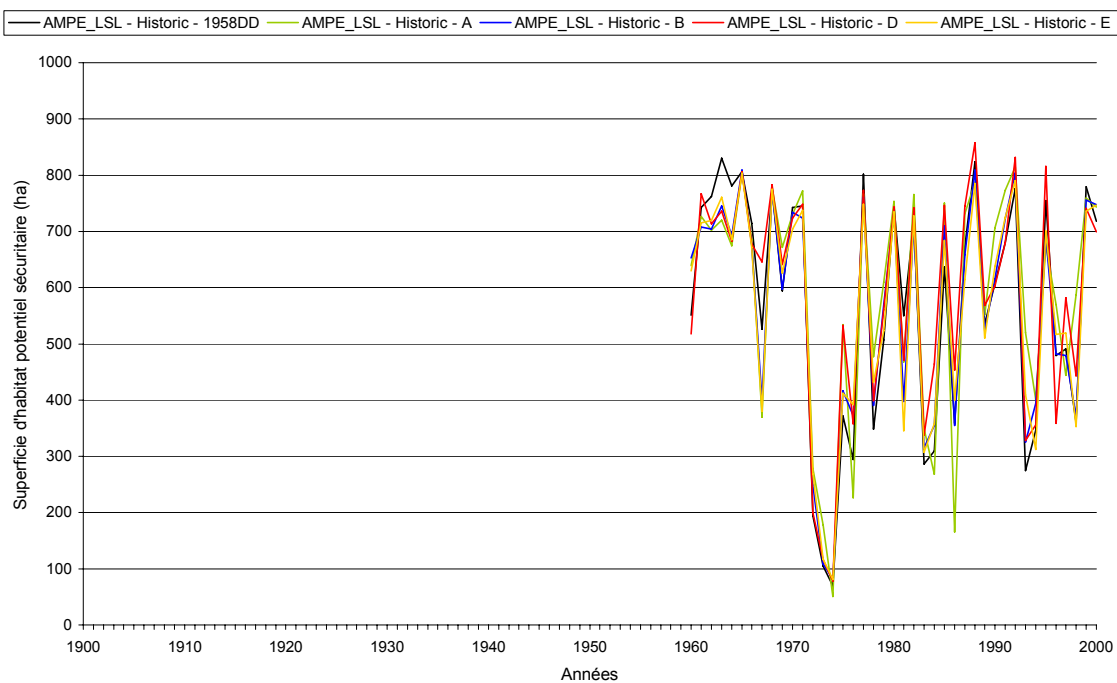
Tortue géographique & Tortue-molle à épines - série S3



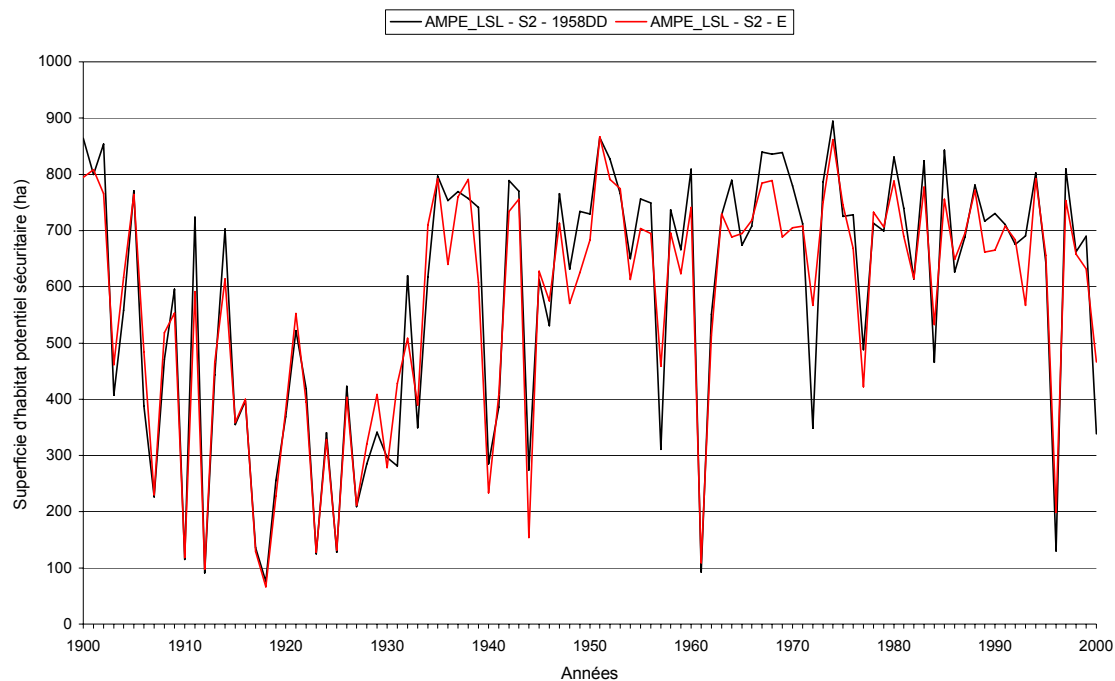
Tortue géographique & Tortue-molle à épines - série S4



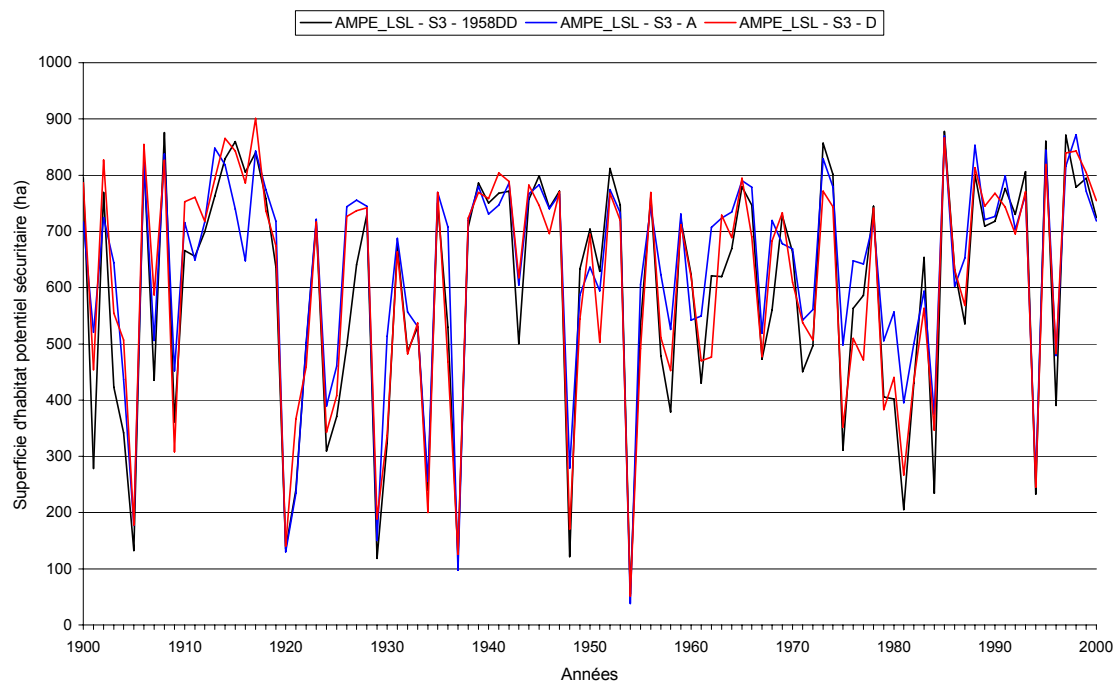
Dard de sable - série H



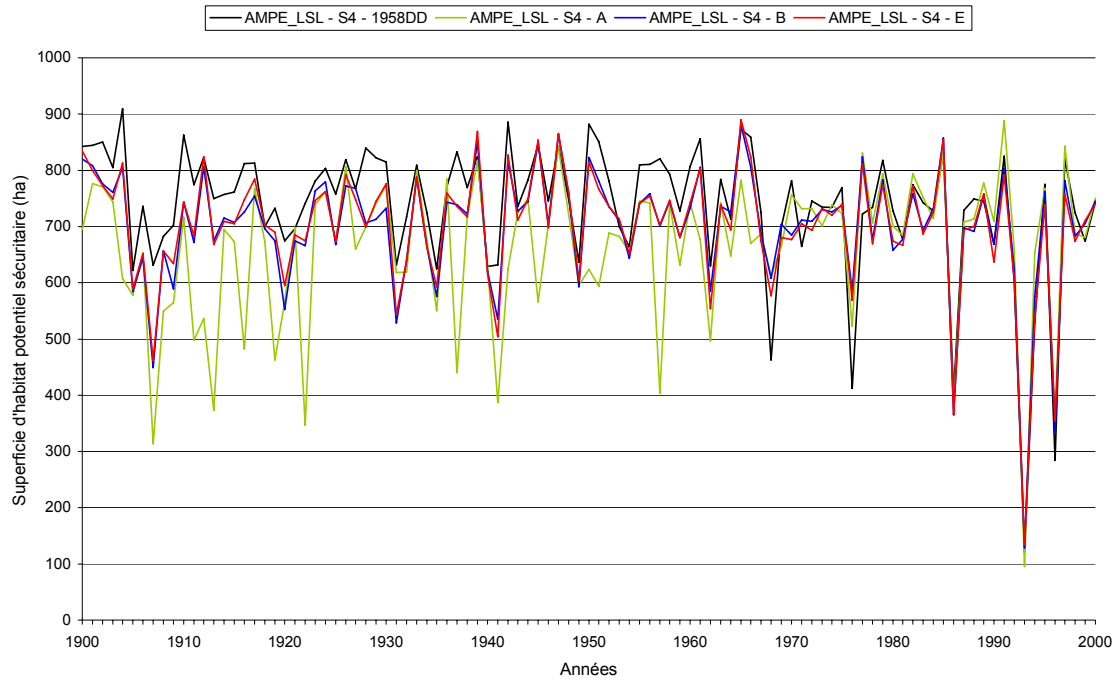
Dard de sable - série S2



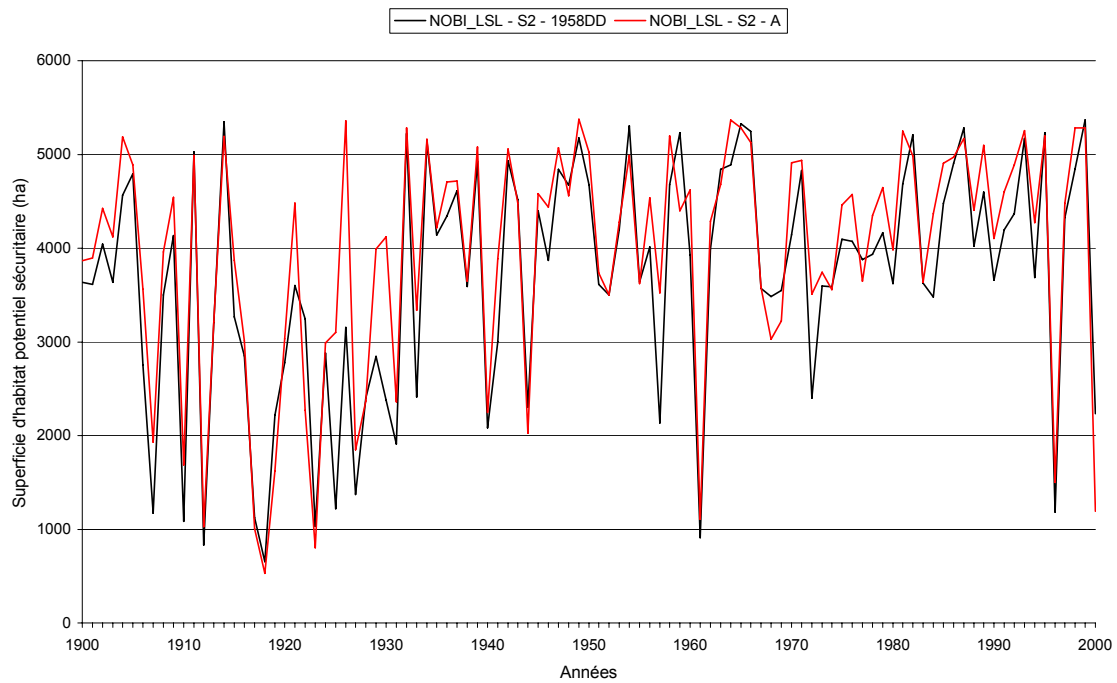
Dard de sable - série S3



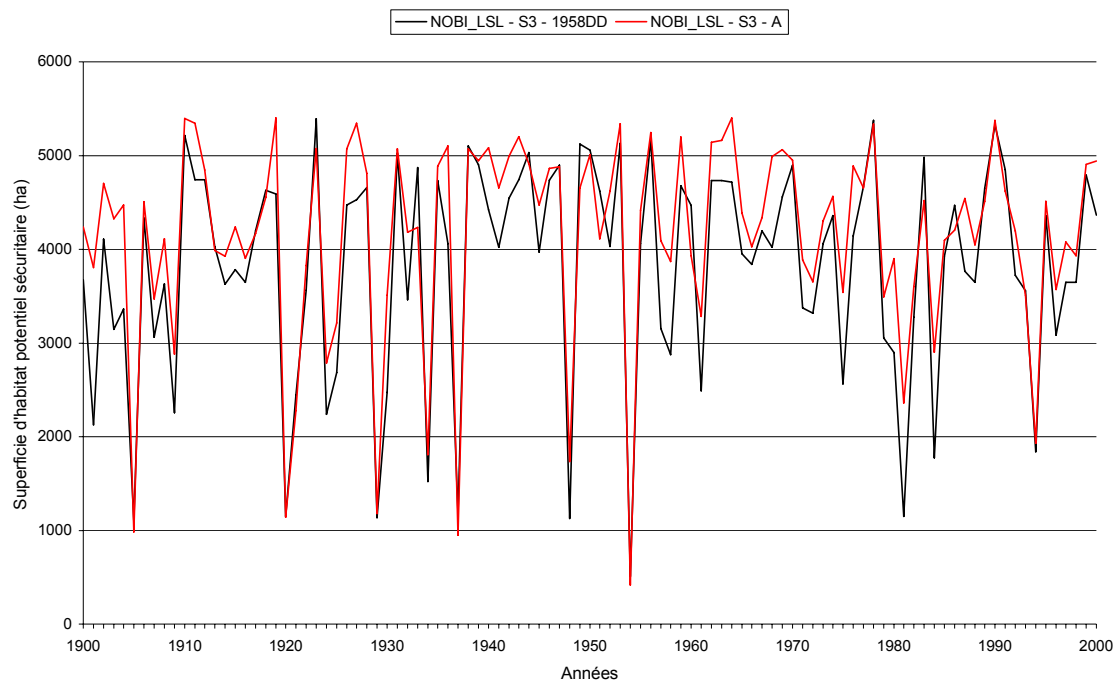
Dard de sable - série S4



Méné d'herbe - série S2



Méné d'herbe - série S3



Annexe 14

Le Décret sur l'immunité de la Commission conjointe internationale

C.R.C., ch. 1315

LOI SUR LES MISSIONS ÉTRANGÈRES ET LES ORGANISATIONS INTERNATIONALES

Décret sur l'immunité de la Commission conjointe internationale

DÉCRET CONCERNANT LES IMMUNITÉS DE LA COMMISSION CONJOINTE

INTERNATIONALE

TITRE ABRÉGÉ

1. Le présent décret peut être cité sous le titre : *Décret sur l'immunité de la Commission conjointe internationale*.

INTERPRÉTATION

2. Dans le présent décret, «Organisation» désigne la Commission conjointe internationale créée conformément au Traité des eaux limitrophes de 1909.

IMMUNITÉ

3. L'Organisation jouit au Canada, dans la mesure où elle peut en avoir besoin pour l'exercice de ses fonctions, de l'immunité de juridiction, sauf dans la mesure où elle y a expressément renoncé dans un cas particulier.
4. Aucune immunité n'est accordée à l'Organisation pour ce qui est des procédures judiciaires commencées avant que le présent décret ne soit pris.